



## ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

### Ανάπτυξη δεικτών απόδοσης λύσεων βασισμένων στη φύση – Μελέτη εφαρμογής στο πάρκο Αγίων Αποστόλων Χανίων

#### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΠΟΡΕΤΟΥ ΣΠΥΡΙΔΩΝΑ



#### ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Καθηγήτρια (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ) Δ.ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ

Καθηγητής Α.ΒΟΥΛΓΑΡΑΚΗΣ

Καθηγητής Μ.ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ

ΧΑΝΙΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ, 2024

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την υπεύθυνη καθηγήτρια μου κ. Διονυσία Κολοκοτσά καθώς επίσης και την υποψήφια Διδάκτορα κ. Αικατερίνη Λιλλή διότι δίχως τη βοήθεια, τη στήριξη και την καθοδήγηση τους δεν θα μπορούσε να εκπονηθεί η παρούσα διπλωματική εργασία. Τέλος δεν θα μπορούσα να παραλείψω τις ευχαριστίες μου προς το σύνολο των διδασκόντων και του ερευνητικού προσωπικού για τις πολύτιμες γνώσεις που μοιράστηκαν μαζί μας.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

## Περίληψη

Η σημασία της ύπαρξης πράσινων χώρων στις πόλεις είναι πλέον επιτακτική, καθώς η ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος έχει σημαντική επίδραση στην υγεία και την ευημερία των κατοίκων. Οι πολυσύχναστος πράσινος χώρος, του πάρκου των Αγίων Αποστόλων αποτελεί σημαντικός χώρος αναψυχής και παράγοντας ανανέωσης για τους κατοίκους της πόλης. Οι εκτιμήσεις και οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στη διπλωματική εργασία αποδεικνύουν ότι η βλάστηση συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας, την απομάκρυνση των ρύπων και την αποθήκευση άνθρακα, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του αέρα και το γενικό περιβάλλον. Επιπλέον, η παρουσία πράσινων χώρων προσφέρει ευκαιρίες για φυσική άσκηση, ψυχική ανανέωση και χαλάρωση, συμβάλλοντας στη βελτίωση της σωματικής και ψυχολογικής υγείας των κατοίκων. Τα αποτελέσματα αυτά υπογραμμίζουν τη σημασία του σχεδιασμού και της διαχείρισης τους με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Η συνεχής έρευνα και αξιολόγηση των πράσινων χώρων είναι ουσιαστική για την αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος και την προστασία της υγείας και της ευημερίας των κατοίκων. Τέλος, η εφαρμογή των αποτελεσμάτων σε πρακτικές και αποτελεσματικές λύσεις για τη βελτίωση τους αποτελεί σημαντικό βήμα προς την αειφόρο ανάπτυξη των πόλεων. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση του πράσινου χώρου περιλαμβάνει την επεξεργασία δεδομένων από αισθητήρες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που τοποθετήθηκαν εντός και εκτός του πράσινου χώρου. Επιπλέον, αναλύθηκαν δεδομένα από φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία ακτινοβολίας. Για την εκτίμηση των θερμικών καταπονήσεων στον ανθρώπινο οργανισμό, χρησιμοποιήθηκε ο Παγκόσμιος Θερμικός Κλιματικός Δείκτης (UTCI). Για την εκτίμηση της δυνατότητας απομάκρυνσης αέριων ρύπων και της δέσμευσης/αποθήκευσης άνθρακα από τη βλάστηση, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό I-Tree Eco, το οποίο βασίζεται σε δεδομένα που συλλέγονται από τον πράσινο χώρο. Τέλος η δημιουργία ερωτηματολογίου είχε ως βασικό στόχο να είναι δυνατή η καταγραφή της άποψης των πολιτών σχετικά με θέματα αισθητικής και βιωσιμότητας του ίδιου του πάρκου. Με αυτόν τον τρόπο, η μελέτη αξιολογεί τον αντίκτυπο του πράσινου χώρου στην ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος και στην υγεία και ευημερία των κατοίκων της πόλης, παρέχοντας δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του σχεδιασμού και της διαχείρισης των πράσινων χώρων.



## **ABSTRACT**

This thesis investigates the importance of urban green spaces in addressing the health challenges associated with degraded urban environments, such as severe climatic conditions, poor air quality, and noise pollution, which adversely affect residents' physical and psychological well-being. The study focuses on evaluating the biggest park of Chania, the park of Agious Apostolous, using indicators of climate resilience and air quality sourced from international literature. The aim is to identify specific qualities of these green spaces that enhance the health and well-being of city dwellers and to provide insights for future urban planners to improve their design. To assess these green spaces, various environmental data were collected using sensors placed within the green spaces and in nearby urban areas. Additionally, a portable weather station provided further data on air temperature, relative humidity, and radiation temperature. The study utilized the Universal Thermal Climate Index (UTCI) to evaluate thermal stress experienced by individuals within and outside the green spaces. Furthermore, the I-Tree Eco software was employed to estimate the green spaces' capacity to remove air pollutants and sequester carbon based on on-site data about tree species, size, and sunlight exposure. The findings emphasize the critical role of urban green spaces in mitigating urban environmental challenges and highlight the need for further research to fully understand their positive impacts on residents' health and well-being in Chania. The study aims to inform urban planning strategies by identifying effective green space qualities that can be replicated or enhanced to create healthier and more sustainable cities.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	3
1. Εισαγωγή .....	9
2 Μεθοδολογία .....	12
2.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης .....	12
2.2 Επιλογή δεικτών .....	14
2.3 Δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας .....	15
2.3.1 Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας .....	15
2.3.2 Αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση .....	15
2.3.3 Παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (Universal Climate Thermal Index- UTCI) .....	16
2.3.4 Ψύξη αέρα περιβάλλοντος .....	18
2.4 Δείκτες ποιότητας του αέρα .....	19
2.4.1 Δέσμευση/απομάκρυνση O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> και CO από τη βλάστηση .....	19
2.5 Εργαλεία .....	22
2.5.1 Λογισμικό I-Tree Eco model και συλλογή δεδομένων .....	22
2.5.2 Αισθητήρες Senstick και συλλογή δεδομένων .....	28
2.5.3 Φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός για τη μέτρηση μετεωρολογικών παραμέτρων και συλλογή δεδομένων .....	29
2.5.4 Δείκτης Ποιότητας Πρασίνου .....	32
3. Αποτελέσματα: .....	33
3.1 Αποτελέσματα δεικτών κλιματικής ανθεκτικότητας .....	33
3.1.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της μέσης μηνιαίας τιμής της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας .....	33
3.1.3 Αποτελέσματα για τον Παγκόσμιο θερμικό κλιματικό δείκτη (Universal Climate Thermal Index- UTCI) .....	37
3.1.3(ii) Αποτελέσματα από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό .....	48
3.1.4 Αποτελέσματα για τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος .....	62
3.2 Αποτελέσματα δεικτών ποιότητας του αέρα .....	64
3.2.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της δέσμευσης/απομάκρυνσης O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> και CO από τη βλάστηση .....	64
3.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου .....	65
4 Συμπεράσματα .....	67
6 Παράρτημα .....	70
6.1 Παράρτημα 1 (Βήματα δημιουργίας του λογισμικού I-TREE ECO) .....	70

## Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1 Αεροφωτογραφία της πόλης των Χανίων .....	12
Εικόνα 2 Αεροφωτογραφία της παλιάς πόλης των Χανίων.....	12
Εικόνα 3 Αεροφωτογραφία του πάρκου των Αγίων Αποστόλων.....	13
Εικόνα 4 Περιπατητικά μονοπάτια του πάρκου των Αγίων Αποστόλων.....	13
Εικόνα 5 Παιδική χαρά πάρκου Αγίων Αποστόλων.....	14
Εικόνα 6 Αεροφωτογραφία του πάρκου των Αγίων Αποστόλων.....	14
Εικόνα 7 Ανταλλαγές ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας μεταξύ ενός δέντρου και της αστικής δομημένης μορφής, με βάση τον Oke (1989).....	18
Εικόνα 8 Επιλογή σημείου μέτρησης της διαμέτρου του δέντρου ανάλογα με τον τύπο του κορμού του.....	25
Εικόνα 9 Τα διαφορετικά ύψη των δέντρων που απαιτούνται να εισαχθούν στα δεδομένα.....	26
Εικόνα 10 Προσδιορισμός ποσοστού κενών κόμης.....	27
Εικόνα 11 προσδιορισμός της έκθεσης της κόμης στον ήλιο .....	27
Εικόνα 12 Πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Senstick.....	28
Εικόνα 13 . Φωτογραφίες της διάταξης του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού από το εργαστήριο.....	31
Εικόνα 14 διεξαγωγή μέτρησης από τον φορητό μετεωρολογικό σταθμό στο πεδίο .....	31
Εικόνα 15 Χάρτης του πάρκου των Αγίων Αποστόλων όπου φαίνονται οι δέκα θέσεις των μετρήσεων από των τριποδικό αισθητήρα .....	32
Εικόνα 16 Μέτρηση της απόστασής του σημείου εκτός πράσινου χώρου με το πάρκο.....	34
Εικόνα 17 Εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα δέσμευσης ακαθάριστου άνθρακα σε ράβδους για τα είδη αστικών δέντρων του πάρκου των Αγίων Αποστόλων με την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης άνθρακα. ....	35
Εικόνα 18 Εκτιμώμενη αποθήκευση άνθρακα για τα είδη αστικών δέντρων με τη μεγαλύτερη αποθήκευση για το πάρκο των αγίων αποστόλων .....	36
Εικόνα 19 Απεικόνιση των δέκα σημείων μέτρησης .....	59
Εικόνα 20 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 7:50-9:15 στις 13/07/23.....	59
Εικόνα 21 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 14:00-15:50 στις 13/07/23.....	60
Εικόνα 22 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 19:10-21:00 στις 13/07/23.....	60
Εικόνα 23 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 7:30-9:30 στις 14/07/23.....	61
Εικόνα 24 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 14:30-16:10 στις 14/07/23.....	61
Εικόνα 25 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 19:35-21:05 στις 14/07/23.....	62
Εικόνα 26 Ετήσια απομάκρυνση ρύπανσης (σημεία) από τα αστικά δέντρα του Πάρκου των Αγίων Αποστόλων .....	65
Εικόνα 27 Ποσοστιαία κατανομή της κάθε ερώτησης (1: ελκυστικότητα ως προς την αισθητική, χρώμα, οσμές και ήχος, 2: κοινωνική αλληλεπίδραση/χαλάρωση /σωματική δραστηριότητα, 3: ικανοποίηση για την γενική συντήρηση του χώρου, 4: αίσθημα ασφαλείας, 5: προσβασιμότητα, 6: επίπεδα θορύβου).....	66
Εικόνα 28 Δημιουργία νέου project.....	70
Εικόνα 29 Εισαγωγικά στοιχεία του project(όνομα αριθμός έκδοσης ,έτος δημιουργίας) .....	70
Εικόνα 30 Εισαγωγή στοιχείων που αφορούν την τοποθεσία τον πληθυσμό και μετεωρολογικά δεδομένα .....	71
Εικόνα 31 Εισαγωγή των στοιχείων που θα επεξεργαστεί το μοντέλο .....	71
Εικόνα 32 Εισαγωγή στοιχείων της περιοχής μελέτης .....	72
Εικόνα 33 Επιλογή των benefit prices.....	72
Εικόνα 34 Εισαγωγή του αρχείου Excel με τα δεδομένα.....	73

Εικόνα 35 Αντιστοίχιση όλων των δεδομένων του Excel με τις επιλογές του μοντέλου .....	73
Εικόνα 36 Φόρτωση όλων των δεδομένων στο πρόγραμμα.....	74
Εικόνα 37 Αντιστοίχιση των δέντρων με την επιστημονική τους ονομασία .....	74
Εικόνα 38 Φόρτωση των δεδομένων του μοντέλου.....	75
Εικόνα 39 Επιλογή παρακολούθησης δεδομένων.....	75
Εικόνα 40 Συμπλήρωση του mail για την λήψη της έκθεσης .....	76
Εικόνα 41 Η έκθεση αποτελεσμάτων του λογισμικού i-tree eco model.....	76

## Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1 Σχέση θερμοκρασίας UTCI – φυσιολογικής καταπόνησης UTCI (°C) range.....	17
Πίνακας 2 Σχέση εύρους ψύξης αέρα περιβάλλοντος με την αντίστοιχη βαθμολογία .....	19
Πίνακας 3 Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον πράσινο χώρο του πάρκου των Αγίων Αποστόλων.....	33
Πίνακας 4 Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον αστικό χώρο έξω από το πάρκο των Αγίων Αποστόλων.....	34
Πίνακας 5 . Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων του πάρκου των Αγίων Αποστόλων .....	35
Πίνακας 6 Μετάφραση των ειδών των δέντρων στα ελληνικά.....	36
Πίνακας 7 Αντιστοίχιση των θερμοκρασιών UTCI με το βαθμό της ανθρώπινης καταπόνησης από τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος, παρουσιάζονται τα σχετικά αντιπροσωπευτικά χρώματα: .....	37
Πίνακας 8 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούνιο .....	38
Πίνακας 9 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούλιο .....	39
Πίνακας 10 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Αύγουστο.....	40
Πίνακας 11 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούνιο.....	42
Πίνακας 12 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούλιο.....	43
Πίνακας 13 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Αύγουστο .....	44
Πίνακας 14 Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του πράσινου χώρου .....	45
Πίνακας 15 Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του αστικού χώρου.....	46
Πίνακας 16 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1(σκιά) στις 13/07/2023.....	48
Πίνακας 17 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1 στις 13/07/2023 .....	49
Πίνακας 18 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1(σκιά) στις 14/07/2023.....	49
Πίνακας 19 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1 στις 14/07/2023 .....	50
Πίνακας 20 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 2 στις 13/07/2023 .....	50
Πίνακας 21 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 2 στις 14/07/2023 .....	50
Πίνακας 22 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 3 στις 13/07/2023 .....	51
Πίνακας 23 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 3 στις 14/07/2023 .....	51
Πίνακας 24 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 4 στις 13/07/2023 .....	52
Πίνακας 25 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 4 στις 14/07/2023 .....	52
Πίνακας 26 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 5 στις 13/07/2023 .....	52
Πίνακας 27 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 5 στις 14/07/2023 .....	53
Πίνακας 28 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 στις 13/07/2023 .....	53
Πίνακας 29 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 στις 14/07/2023 .....	54
Πίνακας 30 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6(σκιά) στις 13/07/2023.....	54
Πίνακας 31 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 (σκιά)στις 14/07/2023 .....	55
Πίνακας 32 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 7 στις 13/07/2023 .....	55
Πίνακας 33 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 7 στις 14/07/2023 .....	55
Πίνακας 34 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 8 στις 13/07/2023 .....	56
Πίνακας 35 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 8 στις 14/07/2023 .....	56

Πίνακας 36 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 9 στις 13/07/2023 .....	57
Πίνακας 37 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 9 στις 14/07/2023 .....	57
Πίνακας 38 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 10 στις 13/07/2023.....	57
Πίνακας 39 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 10 στις 14/07/2023.....	58
Πίνακας 40 Βαθμολογία θερμοκρασιών της ψύξης του περιβάλλοντος .....	62
Πίνακας 41 Αποτελέσματα για την ψύξη του αέρα του αστικού χώρου από το πάρκο των αγίων αποστόλων.....	63

## **Περιεχόμενα εξισώσεων**

Εξίσωση 1 Υπολογισμός απομάκρυνσης της ρύπανσης.....	20
Εξίσωση 2 Υπολογισμός ταχύτητας απόθεσης ρύπων.....	20
Εξίσωση 3 Υπολογισμός της αντίστασης της επιφάνειας των φύλλων.....	20
Εξίσωση 4 Υπολογισμός για κάθε κατηγορία διαμέτρου κορμού της ικανότητας των .....	21
Εξίσωση 5 Υπολογισμός της ωριαίας μεταβολής της συγκέντρωσης της ρύπανσης.....	21
Εξίσωση 6 Υπολογισμός ποσοστιαίας βελτίωσης της ποιότητας του αέρα.....	21

## 1.Εισαγωγή

Τα πράσινα στοιχεία, όπως πάρκα, δάση, πεζοδρόμια και περιοχές αναψυχής, δεν αποτελούν μόνον αισθητική προσθήκη στο αστικό τοπίο, αλλά παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ευημερία των κατοίκων. Παρέχουν χώρους αναψυχής, περιοχές για σωματική άσκηση, μειώνουν τη θερμοκρασία της πόλης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα και δημιουργούν ένα περιβάλλον που προάγει την ψυχική υγεία. Ωστόσο, η αύξηση της αστικής ανάπτυξης, η αστικοποίηση των εκτάσεων και η έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού για τη διατήρηση του πράσινου χώρου έχει οδηγήσει στη μείωση αυτών των πολύτιμων χώρων. Η έλλειψη χώρων πρασίνου αποτελεί πρόκληση που απαιτεί δημιουργικές και πολυδιάστατες λύσεις, προκειμένου να διασφαλιστεί η βιώσιμη αστική ανάπτυξη και η ευημερία των αστικών κοινοτήτων.[1]

Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των αρνητικών επιπτώσεων η πολιτεία καλείται να λάβει σύγχρονα και αειφόρα μέτρα για την διασφάλιση της υγείας και ευημερίας των κατοίκων της. Ο όρος "NBS" αναφέρεται στις "Nature-Based Solutions" (Λύσεις βασισμένες στη φύση) και αντιπροσωπεύει μια προσέγγιση στον σχεδιασμό και τη διαχείριση του περιβάλλοντος, η οποία εκμεταλλεύεται τη φύση για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Οι NBS αποτελούν μια πράσινη προσέγγιση που ενσωματώνει τη φύση και τη βιοποικιλότητα στο αστικό περιβάλλον με σκοπό τη δημιουργία βιώσιμων λύσεων για προβλήματα όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, η υγεία, και η ποιότητα ζωής.[2] Οι NBS στις αστικές περιοχές στοχεύουν στη δημιουργία βιώσιμων πόλεων που είναι προσαρμοσμένες στις περιβαλλοντικές αλλαγές και παρέχουν καλύτερη ποιότητα ζωής για τους κατοίκους τους.[3] Οι πρακτικές των NBS στις αστικές περιοχές περιλαμβάνουν:

- Πράσινους Δημόσιους Χώρους: Η δημιουργία πράσινων πάρκων, πρασινάδων, κήπων και χώρων αναψυχής για τους κατοίκους. Αυτοί οι χώροι παρέχουν ανάσα και χώρο για ψυχαγωγία.
- Δέντρα και Φυτά: Η φύτευση δέντρων και φυτών στις αστικές περιοχές για τη δημιουργία σκιών, την απορρόφηση του CO<sub>2</sub>, τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα καθώς επίσης βοηθούν στη μείωση της θερμοκρασίας.
- Υδρολογική Διαχείριση: Η αξιοποίηση υδρολογικών λύσεων, όπως η δημιουργία υδρολογικών πάρκων και υδρολογικών δακτυλίων, για την πρόληψη πλημμυρών και τη βελτίωση της ποιότητας του νερού.
- Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Η σχεδίαση και κατασκευή κτιρίων που βασίζονται σε πράσινες τεχνικές, όπως ταράτσες με φυτά, για τη μείωση της κλιματικής επίδρασης.

Οι NBS στις αστικές περιοχές βοηθούν στη δημιουργία πόλεων που είναι πιο ανθεκτικές σε κλιματικές αλλαγές, πιο υγιείς και βιώσιμες. Έρχονται αντιμέτωπες με προκλήσεις στις σύγχρονες αστικές περιοχές και προσφέρουν αποτελεσματικές λύσεις για την αντιμετώπισή τους και ως εκ τούτου κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωσή τους στις σύγχρονες πόλεις. Κάποια από τα κύρια προβλήματα που μπορούν να επιλύσουν

ή να συμβάλλουν σημαντικά στην άμβλυνση τους στις αστικές περιοχές περιλαμβάνουν:

- Κλιματική Αλλαγή: Οι NBS μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του αντικειμενικού κλιματικού κινδύνου, προσφέροντας σκιά, ψύξη και προστασία από τις υπερθερμίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και βοηθώντας στην απορρόφηση των βροχών και την πρόληψη πλημμυρών.
- Ρύπανση του Αέρα: Οι πράσινες εκτάσεις και τα δένδρα προσφέρουν φυσικά φίλτρα για την απομάκρυνση ρυπογόνων ουσιών από τον αέρα, βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές.[4]
- Διαχείριση των Υδάτων: Οι πράσινες εκτάσεις και τα υδροκυκλώματα μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση των υδάτων, μειώνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών και βελτιώνοντας την ποιότητα του εδάφους και των υδάτων.
- Υγεία και Ευημερία: Οι χώροι πρασίνου προάγουν τη φυσική και ψυχική υγεία των κατοίκων, παρέχοντας χώρους αναψυχής, αντιμετωπίζοντας το στρες και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής.
- Βιοποικιλότητα: Οι πράσινες εκτάσεις δημιουργούν οικοτόπους για την άγρια ζωή και συμβάλλουν στη διατήρηση της.

Στο πλαίσιο αυτό έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες που αναδεικνύουν την συνεισφορά των NBS σε κάθε μία από τις προκλήσεις αυτές. Εστιάζοντας στις έρευνες που ασχολήθηκαν με τη σύνδεση των NBS με την υγεία και την ευημερία των πολιτών, παραθέτονται παρακάτω κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα. Μια μελέτη που έλαβε χώρα στην περιοχή Οντάριο του Καναδά υποδηλώνει ότι ο χώρος πρασίνου στο αστικό περιβάλλον σχετίζεται με μακροπρόθεσμη μείωση της θνησιμότητας, με ισχυρότερη συσχέτιση στην θνησιμότητα που εντοπίζεται σε αναπνευστικά νοσήματα.[5] Επιπλέον, οι χώροι πρασίνου έχουν συσχετιστεί με ένα ευρύ φάσμα οφελών για την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης του στρες. Μία έρευνα περιγράφει τα αποτελέσματα μιας διερευνητικής μελέτης για να διαπιστωθεί κατά πόσον η κορτιζόνη του σάλιου μπορεί να λειτουργήσει ως βιοδείκτης για τη διακύμανση των επιπέδων στρες που μπορεί να σχετίζεται με διαφορετικά επίπεδα έκθεσης σε χώρους πρασίνου. Συμπερασματικά η μέτρηση της κορτιζόνης στο σάλιο προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ της ευεξίας και του χώρου πρασίνου και συζητάμε πώς αυτή η οικολογικά έγκυρη μεθοδολογία μπορεί να αναπτυχθεί ώστε η παροχή των χώρων πρασίνου κοντά στο σπίτι μπορεί να ενισχύσει την σωματική ευεξία .[6]Μια άλλη έρευνα που διεξήχθη στη Γερμανία αναφέρεται στην επίδραση των χώρων πρασίνου και στα ευεργετικά αποτελέσματα στα επίπεδα της ινσουλίνης των εφήβων, καθώς η βλάστηση συμβάλλει στην απορρόφηση των ρύπων που σχετίζονται με προβλήματα της κυκλοφορίας του αίματος.[7] Τέλος μια έρευνα που έλαβε χώρα στο Κάουνας κατέδειξε την συσχέτιση μεταξύ της απόστασης των χώρων πρασίνου από της οικίες των ανθρώπων με την ψυχική υγεία των παιδιών (ηλικίας 4 έως 6) και το γονιδιακό άγχος . Οι σχέσεις αυτές έχουν σημαντικές συνέπειες για την πρόληψη των συναισθηματικών προβλημάτων και των προβλημάτων συμπεριφοράς στα παιδιά.[8]

Σύμφωνα με μία μελέτη ανασκόπησης [3], υπογραμμίζεται η ανάγκη αξιολόγησης των χαρακτηριστικών των χώρων πρασίνου έτσι ώστε στο μέλλον να μπορεί να προσδιοριστεί η συσχέτιση μεταξύ αυτών των ειδικών χαρακτηριστικών και των προβλημάτων υγείας σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες.

Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, η διπλωματική αυτή έχει ως στόχο να αξιολογήσει το μεγαλύτερο και πιο πολυσύχναστο πάρκο αναψυχής στην περιοχή των

Χανίων , το πάρκο των Αγίων Αποστόλων προκειμένου να χρησιμεύσει ως αντιπροσωπευτικό παράδειγμα για την αξιολόγηση άλλων μικρότερων και λιγότερο σύνθετων χώρων της πόλης.

Κατά την αξιολόγηση αυτή λήφθηκαν υπόψη τόσο δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας όσο και δείκτες ποιότητας αέρα. Ειδικότερα, για την αξιολόγηση του πράσινου χώρου, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν τη θερμοκρασία του αέρα και τη σχετική υγρασία. Τα δεδομένα αυτά συλλέχθηκαν από αισθητήρες που εγκαταστάθηκαν σε σταθερά σημεία του πράσινου χώρου και του αστικού χώρου, καθώς και από τον μετεωρολογικό σταθμό στο κέντρο των Χανίων. Επιπλέον, υποβλήθηκαν σε επεξεργασία τα δεδομένα σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία ακτινοβολίας, τα οποία καταγράφηκαν από έναν φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό. Για τον υπολογισμό των θερμικών επιβαρύνσεων που υφίσταται ο άνθρωπος εντός και εκτός του πράσινου χώρου, χρησιμοποιήθηκε ο Παγκόσμιος Θερμικός κλιματικός δείκτης (UTCI), με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού που είναι διαθέσιμο διαδικτυακά για τον υπολογισμό του. Επιπλέον, για τον υπολογισμό της δέσμευσης/απομάκρυνσης αερίων ρύπων και την αποθήκευση άνθρακα από τα δέντρα του πράσινου χώρου, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό I-Tree Eco. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό δέντρων, το είδος τους, το μέγεθος τους, τη διάμετρο της κόμης κ.α.



## 2 Μεθοδολογία

### 2.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης

Τα Χανιά είναι μια πανέμορφη πόλη που βρίσκεται στη νοτιοδυτική πλευρά του νησιού της Κρήτης στην Ελλάδα. Πρόκειται για το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της περιφέρειας των Χανίων και αποτελεί έναν από τους πιο δημοφιλείς τουριστικούς προορισμούς της χώρας. (βλ.Εικόνα 1)



*Εικόνα 1 Αεροφωτογραφία της πόλης των Χανίων*

Η πόλη των Χανίων καταλαμβάνει έκταση περίπου δεκατριών τετραγωνικών χιλιομέτρων και αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη του νησιού μετά το Ηράκλειο. Ο δήμος Χανίων αριθμεί 110.646 κατοίκους (2021), και πέρα από τα Χανιά περιλαμβάνει τα μεγαλύτερα προάστια τα οποία έχουν ενωθεί οικιστικά με την πόλη των Χανίων όπως: τα Κουνουπιδιανά, το Σόδου, οι Μουρνιές, η Σούδα, η Νεροκούρου, το Δαράτσο, τα Περιβόλια, ο Γαλατάς και το Αρώνι.

Το κλίμα της πόλης χαρακτηρίζεται ως τυπικό μεσογειακό, με ζεστά και ξηρά τα καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Η ατμόσφαιρα είναι σχεδόν πάντα ζεστή και τα θερμά επεισόδια (με θερμοκρασίες πάνω από 38 °C) δεν είναι πολύ συνηθισμένα, αφού υπάρχει συνεχώς η θαλασσινή αύρα.



*Εικόνα 2 Αεροφωτογραφία της παλιάς πόλης των Χανίων*

Η θέση μελέτης της παρακάτω διπλωματικής αφορά το Πάρκο των Αγίων Αποστόλων το οποίο βρίσκεται στην πόλη των Χανίων, η έκταση του ανέρχεται στα 540 στρέμματα ενώ ο αριθμός των δέντρων πλησιάζει σχεδόν τις 2000. Είναι εύκολα προσβάσιμο από το κέντρο των Χανίων είτε με αυτοκίνητο είτε με μέσα μαζικής μεταφοράς καθώς απέχει

περίπου 4 χιλιόμετρα δυτικά του κέντρου της πόλης .Η θέση του πάρκου παρέχει μια όαση φύσης και χαλάρωσης σε σχετικά κοντινή απόσταση από το κέντρο της πόλης. Είναι πολύ δημοφιλές μεταξύ των ντόπιων και των τουριστών που επισκέπτονται τα Χανιά, καθώς προσφέρει μια ευχάριστη ανάμειξη φύσης, παραλίας και ψυχαγωγίας σε ένα όμορφο περιβάλλον .Το πάρκο διαθέτει όμορφα λουλούδια, δέντρα και άλλα φυτά, που δημιουργούν ένα δροσερό και ευχάριστο περιβάλλον για περπάτημα και χαλάρωση. Υπάρχουν πάγκοι και καθίσματα όπου οι επισκέπτες μπορούν να ξεκουραστούν και να απολαύσουν τη φύση. Επίσης, υπάρχει παιδική χαρά η οποία προσφέρει διασκέδαση για τα παιδιά .(βλ.**Error! Reference source not found.**)



*Εικόνα 3 Αεροφωτογραφία του πάρκου των Αγίων Αποστόλων*

Το σημερινό πάρκο αναπτύχθηκε στα μέσα του 20ού αιώνα. Οι αρχικές ιδέες της ανάπτυξής του περιλάμβαναν τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος χώρου με πολλά δέντρα και φυτά, καθώς και την ανέγερση μιας παιδικής χαράς και εγκαταστάσεων άθλησης και ψυχαγωγίας για τους επισκέπτες.

Ορισμένες από τις δραστηριότητες που οι επισκέπτες μπορούν να απολαύσουν στο Πάρκο των Αγίων Αποστόλων είναι :

- Περπάτημα :το πάρκο διαθέτει μονοπάτια και όμορφα μέρη που ο επισκέπτης του μπορεί να περιηγηθεί και να απολαύσει το πράσινο περιβάλλον.(βλ.Εικόνα 4)



*Εικόνα 4 Περιπατητικά μονοπάτια του πάρκου των Αγίων Αποστόλων*



- Αθλητικές και ψυχαγωγικές εγκαταστάσεις :Το πάρκο διαθέτει παιδική χαρά με παιχνίδια, γήπεδο μπάσκετ ,γήπεδο ποδοσφαίρου και άλλες εγκαταστάσεις για τους πολίτες ,παρέχοντας τους έτσι την δυνατότητα να αθληθούν και να ψυχαγωγηθούν .(βλ.Εικόνα 5)



*Εικόνα 5 Παιδική χαρά πάρκου Αγίων Αποστόλων*

- Εκδηλώσεις: το πάρκο των Αγίων Αποστόλων συχνά φιλοξενεί εκδηλώσεις όπως συναυλίες, θεατρικές παραστάσεις και πολιτιστικές εκδηλώσεις ,συμβάλλοντας έτσι στα πολιτιστικά δρώμενα της περιοχής. (βλ.Εικόνα 6)



*Εικόνα 6 Αεροφωτογραφία του πάρκου των Αγίων Αποστόλων*

## **2.2 Επιλογή δεικτών**

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν, αναλύθηκαν και υπολογίστηκαν για την αξιολόγηση των χώρων πρασίνου που εμπίπτουν στις κατηγορίες της κλιματικής ανθεκτικότητας και της ποιότητας του αέρα. Συγκεκριμένα, οι δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας είναι : ο δείκτης για τη μηνιαία μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ,ο δείκτης για τη δέσμευση άνθρακα στους χώρους πρασίνου, ο παγκόσμιος δείκτης θερμικού κλίματος Index (UTCI), και ο δείκτης ψύξης του εξωτερικού αέρα. Ενώ μεταξύ των δεικτών ποιότητας του αέρα, επιλέχθηκαν ο δείκτης δέσμευσης και απομάκρυνσης των O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>

και CO από τη βλάστηση. Η επιλογή αυτή έγινε μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση περισσότερων από 100 δεικτών. Η μελέτη αυτή δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

## **2.3 Δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας**

### **2.3.1 Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας**

Ο δείκτης αυτός αναφέρεται στον μέσο όρο της υψηλότερης ημερήσιας θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου. Η περίοδος μελέτης του συγκεκριμένου δείκτη λαμβάνει χώρα τους θερινούς μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος 2023) καθώς σε εκείνο το διάστημα παρουσιάζονται οι μέγιστες θερμοκρασίες στην περιοχή των Χανίων και κατ' επέκταση στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων. Η χρησιμότητα του συγκεκριμένου δείκτη αφορά άμεσα την ποιότητα ζωής και την υγεία των κατοίκων της περιοχής καθώς ιδίως τις μεσημεριανές ώρες η θερμοκρασία αγγίζει τις μέγιστες τιμές της με άμεσο επακόλουθώ, η επίδραση της ψύξης να μεγιστοποιείται.[4] Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, τοποθετήθηκαν τέσσερις αισθητήρες Senstick σε σταθερά σημεία μέσα στον πράσινο χώρο και ένας αισθητήρας Senstick σε σταθερό σημείο εκτός του πράσινου χώρου (στα 500 μέτρα απόσταση από τον πράσινο χώρο) ώστε να γίνει σύγκριση των θερμοκρασιών που επικρατούν στον πράσινο και στον αστικό χώρο. Η συλλογή δεδομένων γινόταν κάθε 15 λεπτά. Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων Senstick παρατίθενται στο κεφάλαιο 2.6.2. Για την ακριβέστερη χαρτογράφηση των θερμοκρασιών θα έπρεπε να εγκατασταθεί ένα πυκνότερο δίκτυο αισθητήρων στον αστικό χώρο. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αξιοποιήθηκαν, συμπληρωματικά, τα δεδομένα που παρέχει ο μετεωρολογικός σταθμός που βρίσκεται στο κέντρο των Χανίων. [3]

### **2.3.2 Αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση**

Η δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα αναφέρεται στη διαδικασία όπου τα δέντρα απορροφούν τον διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από την ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης και τον αποθηκεύουν στον ίδιο τον ξύλινο στέλεχος, τα φύλλα και τις ρίζες τους. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική για τη μείωση του ποσοστού CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, καθώς το CO<sub>2</sub> είναι ένα από τα βασικά αέρια του θερμοκηπίου που συνδέεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. [7], [8]

Τα δέντρα δεσμεύουν άνθρακα κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, όπου χρησιμοποιούν το φως του ηλίου, το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα για την παραγωγή γλυκόζης και άλλων ανθρακούχων ενώσεων. Αυτή η γλυκόζη και άλλες ενώσεις αποθηκεύονται στο ξύλο και τα άλλα μέρη των δέντρων.

Η δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και συμβάλλει στη μείωση του επιπέδου του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, βοηθώντας στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Για αυτόν τον λόγο, η διατήρηση και η φύτευση δέντρων είναι σημαντικές πρακτικές για την προστασία του περιβάλλοντος και τη μείωση της ανθρώπινης επίδρασης στο κλίμα.

Για τον υπολογισμό της αποθήκευσης άνθρακα (carbon sequestration) από τα δένδρα, το i-Tree Eco χρησιμοποιεί το μοντέλο "CBM-CFS3," που αναπτύχθηκε από το Καναδικό Κέντρο Δάσους (Canadian Forest Service) και το Κέντρο Έρευνας για το Δάσος (Canadian Forest Research Centre).

Το CBM-CFS3 (Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector, version 3) είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αποθήκευσης άνθρακα σε δάση και δένδρα. Αυτό το μοντέλο λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες όπως οι διαφορετικές ειδικές τοποθεσίες, οι κλιματικές συνθήκες, η ηλικία των δένδρων, ο ρυθμός ανάπτυξης, και άλλες παραμέτρους για να υπολογίσει την ποσότητα του άνθρακα που αποθηκεύεται στα δάση και τα δένδρα σε συγκεκριμένες περιοχές.[9] Αυτό το μοντέλο επιτρέπει τον υπολογισμό της αποθήκευσης άνθρακα προς τα επίπεδα του εδάφους και της βλάστησης, προβλέποντας πώς αυτή η αποθήκευση άνθρακα μεταβάλλεται με τον χρόνο και τις αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες.[10]

### **2.3.3 Παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (Universal Climate Thermal Index- UTCI)**

Θερμική άνεση ονομάζεται η νοητική κατάσταση κατά την οποία εκφράζεται ικανοποίηση με το θερμικό περιβάλλον από τους διαμένοντες σε αυτό, βάση υποκειμενικών κριτηρίων (ANSI/ASHRAE Standard 55). Ένας δεύτερος ορισμός έχει διατυπωθεί από τον Hensen και προσδιορίζει τη θερμική άνεση σαν την κατάσταση στην οποία στην οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί να μεταβάλλει το θερμικό περιβάλλον μέσω των πράξεων ή της συμπεριφοράς του (Hensen, 2004). Ως νοητική κατάσταση επηρεάζεται, πέρα από τις μικροπεριβαλλοντικές συνθήκες, από την ψυχολογία του ατόμου και από κοινωνικούς παράγοντες. [11] Η αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος είναι πολλές φορές διαφορετική ανάμεσα σε άτομα που βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Παρόλο που τα όργανα καταγραφής των περιβαλλοντικών συνθηκών μπορεί να δείχνουν ακριβώς τις ίδιες μετρήσεις σε δύο διαφορετικές περιοχές, η αίσθηση της θερμικής άνεσης μπορεί να είναι τελείως διαφορετική για τα άτομα που βρίσκονται εκεί. Επομένως για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης απαιτούνται επιπλέον των μετρήσεων των βασικών κλιματικών παραμέτρων και οι υποκειμενικές αντιλήψεις των διαμενόντων στους χώρους των παρατηρήσεων. Η ικανοποίηση ενός ατόμου αναφορικά με το θερμικό περιβάλλον είναι μία πολυσύνθετη και σε μεγάλο βαθμό υποκειμενική αντίδραση σε πολλές μεταβλητές που δεν είναι ανεξάρτητες αλλά επηρεάζουν έντονα η μία την άλλη. Η αντίληψη για τη θερμική άνεση επηρεάζεται από αυτές τις μεταβλητές οι οποίες περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος, το είδος του ρουχισμού, το επίπεδο της σωματικής δραστηριότητας και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των υπό εξέταση ατόμων (φύλο, ηλικία, υγεία κλπ).

Επομένως δεν υπάρχει κάποιο «απόλυτο» μέγεθος για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης. Γενικά η θερμική άνεση επέρχεται όταν η θερμοκρασία του σώματος διατηρείται μεταξύ στενών ορίων, η υγρασία του δέρματος είναι χαμηλή και δεν καταβάλλεται «προσπάθεια» από τον οργανισμό να ρυθμιστεί με φυσιολογικό τρόπο η θερμοκρασία του.

#### **Σημασία της θερμικής άνεσης στην καθημερινή ζωή**

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης έχουν συνδεθεί με την υγεία των ανθρώπων και την απόδοση των εργαζομένων. Πιο συγκεκριμένα, σε υπερβολικά θερμά ή ψυχρά περιβάλλοντα υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία που εμφανίζεται με τη μορφή θερμικού στρες, εμφράγματος, κρουοπαγημάτων κλπ.[12]

Ο όρος UTCI αναφέρεται στο "Universal Thermal Climate Index," που είναι ένα δείκτης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ανθρώπινης αντίληψης της θερμικής άνεσης ή δυσάρεστων συνθηκών θερμοκρασίας. Σε απλά λόγια, το UTCI εκτιμά πόσο ανατριχιαστική μπορεί να είναι η θερμοκρασία για τον ανθρώπινο οργανισμό,

λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η θερμοκρασία αέρα, η υγρασία, ο άνεμος και άλλοι παράγοντες[13].

Ο τύπος για τον υπολογισμό του UTCI είναι πολύπλοκος και συμπεριλαμβάνει πολλές μαθηματικές εξισώσεις και παραμέτρους. Δεν είναι κάτι που μπορεί να υπολογίσει εύκολα κάποιος χωρίς τη χρήση ειδικού λογισμικού ή εργαλείων. Υπάρχουν διάφορες εκδόσεις του UTCI που λαμβάνουν υπόψη διάφορους παράγοντες, και ο υπολογισμός του μπορεί να πραγματοποιηθεί με υπολογιστικό λογισμικό.[14]

Ο UTCI χρησιμοποιείται συχνά στη μετεωρολογία και στην ερευνητική επιστήμη για να αξιολογήσει τον κίνδυνο θερμοπληξίας και τις επιπτώσεις των θερμοκρασιακών συνθηκών στην υγεία και την άνεση των ανθρώπων.

Ο υπολογισμός του Universal Thermal Climate Index (UTCI) είναι πολύπλοκος και βασίζεται σε πολλές μαθηματικές εξισώσεις και παραμέτρους. Εδώ είναι ο βασικός τύπος για τον υπολογισμό του UTCI:

$$UTCI = T_a - (T_{mrt} - P_a * (1.0 / 8.0))$$

Όπου:

- `UTCI` είναι το Universal Thermal Climate Index (σε βαθμούς Κελσίου).
- `Ta` είναι η ατμοσφαιρική θερμοκρασία (σε βαθμούς Κελσίου).
- `Tmrt` είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας (σε βαθμούς Κελσίου), που υπολογίζεται από την εξίσωση MRT (Mean Radiant Temperature).
- `Pa` είναι η ατμοσφαιρική πίεση (σε hPa)

Ο υπολογισμός του UTCI περιλαμβάνει επίσης άλλους παράγοντες, όπως η ανεμοταχύτητα, η υγρασία, και άλλες σταθερές, αλλά ο παραπάνω τύπος αποτελεί τον βασικό υπολογισμό.

Η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας UTCI (εκφρασμένη σε °C) και της φυσιολογικής καταπόνησης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. (βλ.Πίνακας 1)

Πίνακας 1 Σχέση θερμοκρασίας UTCI – φυσιολογικής καταπόνησης UTCI (°C) range	Stress category
Above +46	Extreme heat stress
+38 to +46	Very strong heat stress
+32 to +38	Strong heat stress
+26 to +32	Moderate heat stress
+9 to +26	No thermal stress
0 to +9	Slight cold stress
-13 to 0	Moderate cold stress
-27 to -13	Strong cold stress
-40 to -27	Very strong cold stress
Below -40	Extreme cold stress

Ο υπολογισμός του UTCI είναι πολύπλοκος και συνήθως απαιτεί τη χρήση ειδικού λογισμικού ή εργαλείων που λαμβάνουν υπόψη τους όλους τους απαραίτητους παράγοντες. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιήθηκε λογισμικό κλειστού κώδικα το οποίο απαιτεί την εισαγωγή από τα εξής δεδομένα: Τους μέσους όρους από τις μέγιστες θερμοκρασίες ανά ημέρα που κατέγραψαν οι αισθητήρες και τους μέσους όρους των

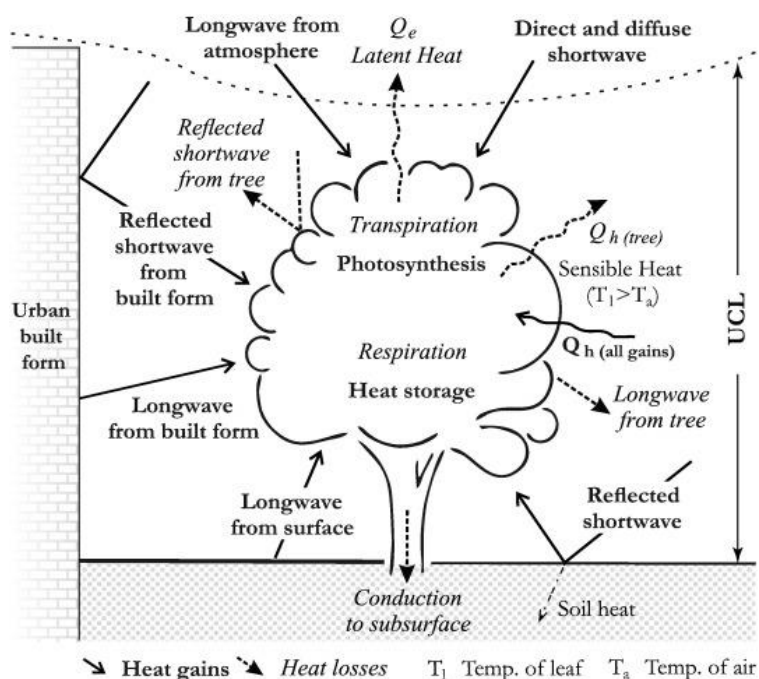
τιμών της σχετικής υγρασίας (%RH) των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών ανά ημέρα, κατά τη διάρκεια ολόκληρης της θερινής περιόδου.

### 2.3.4 Ψύξη αέρα περιβάλλοντος

Όσον αφορά τη ψύξη του αέρα η βλάστηση επηρεάζει το κλίμα μέσω διάφορων διαδικασιών, όπως η σκίαση και η τροποποίηση της ροής του ανέμου. Η σκίαση από τα δέντρα και τα χόρτα κρατά τον αέρα πιο δροσερό, περιορίζοντας την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και την εκ νέου ακτινοβολία θερμότητας στην ατμόσφαιρα. Τα δέντρα και άλλα φυτά βοηθούν επίσης στο φιλτράρισμα της ρύπανσης και τη μείωση της απορροής. [15] Η διαθεσιμότητα υγρασίας και οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της φυτικής ψύξης. Οι υψηλότερες ταχύτητες ανέμου ενισχύουν τη διάχυση της θερμότητας, ενώ η ατμοσφαιρική υγρασία και η εδαφική υγρασία επηρεάζουν την τροφοδοσία νερού και την ανάπτυξη των φυτών. Η φωτοσύνθεση της βλάστησης μπορεί επίσης να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα της φυτικής ψύξης.

Είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη αυτούς τους παράγοντες κατά τον σχεδιασμό και την αξιοποίηση των πρασίνων χώρων για την ψύξη των αστικών περιοχών. Οι χαμηλές ταχύτητες ανέμου και η δυναμική σταθερότητα ευνοούν τη δημιουργία κεντρομόλων συστημάτων ψύξης, ενώ υψηλότερες ταχύτητες ανέμου μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση. Ο κατάλληλος σχεδιασμός των πρασίνων χώρων μπορεί να προσφέρει ανακούφιση από τη θερμότητα και να είναι μια αποδοτική εναλλακτική λύση για τη μείωση της θερμοκρασίας στις αστικές περιοχές. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή της ψύξης, όπως οι ροές αέρα, οι κλιματικές συνθήκες και οι χαρακτηριστικές των πρασίνων χώρων, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση της ψύξης από τους πράσινους χώρους. [16] (

Εικόνα 7)



Εικόνα 7 Ανταλλαγές ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας μεταξύ ενός δέντρου και της αστικής δομημένης μορφής, με βάση τον Oke (1989)



Η μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα μπορεί να γίνει είτε με την χρήση αισθητήρων είτε με την χρήση μαθηματικών μοντέλων. Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα στους χώρους όπου εντοπίζονται οι NBS σε συνάρτηση με τους υπόλοιπους αστικούς χώρους. Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί ότι οι αποτελεσματικές αποστάσεις ψύξης από τους χώρους πρασίνου κυμαίνονται από 100 έως 400 μέτρα μακριά από αυτούς, ανάλογα με το μέγεθος του χώρου ενώ οι μπλε χώροι έχουν την δυνατότητα να ψύχουν τον αέρα μεταξύ 350 και 1500 μέτρων από αυτούς. Συγκεκριμένα το πάρκο των Αγίων Αποστόλων βρίσκεται δίπλα στην θάλασσα, συνεπώς είναι λογικό η ψύξη από την θάλασσα σε συνδυασμό με τους χώρους πρασίνου του, να το επηρεάζουν άμεσα. Για αυτό τον λόγο η σύγκριση της ψύξης του πάρκου γίνεται με αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί εντός του σε συνάρτηση με αισθητήρα που έχει τοποθετηθεί στο αστικό τμήμα σε απόσταση 600 μέτρων από το πάρκο καθώς και με τον μετεωρολογικό σταθμό στο κέντρο των Χανίων. Εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των θερμοκρασιών από τους αισθητήρες κατά τους θερινούς μήνες και η εξαγωγή του μέσου όρου των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε μήνα από τον αστικό χώρο και από τον χώρο πρασίνου, ενώ στο τέλος έγινε ο υπολογισμός των διαφορών αυτών των θερμοκρασιών μεταξύ των περιοχών, οι διαφορές αυτές αντιστοιχούν σε βαθμολογίες από ελάχιστη ψύξη έως την μέγιστη ψύξη, αυτές οι βαθμολογίες απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακας 2) [17]

Πίνακας 2 Σχέση εύρους ψύξης αέρα περιβάλλοντος με την αντίστοιχη βαθμολογία

Εύρος ψύξης αέρα περιβάλλοντος (°C)	Βαθμολογία	
<1	1	
1-1.7	2	
1.7-2.3	3	
2.3-3	4	
>3	5	

## 2.4 Δείκτες ποιότητας του αέρα

### 2.4.1 Δέσμευση/απομάκρυνση O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> και CO από τη βλάστηση

Η ρύπανση του αέρα στις αστικές περιοχές αποτελεί ένα αναπτυσσόμενο και σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα παγκοσμίως. Καθώς ο πληθυσμός των πόλεων συνεχίζει να αυξάνεται και η αστικοποίηση επεκτείνεται, οι εκπομπές ρύπων αυξάνονται, προκαλώντας ποικίλες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και το περιβάλλον. Οι πηγές ρύπανσης του αέρα στις αστικές περιοχές είναι ποικίλες, αλλά συχνά περιλαμβάνουν την κυκλοφορία οχημάτων, τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, την οικιακή θέρμανση και την καύση βιομάζας. Οι εκπομπές αερίων όπως το διοξείδιο του άζωτου (NO<sub>2</sub>), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τα σωματίδια (PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub>) αυξάνουν τη ρύπανση του αέρα. Οι επιπτώσεις της ρύπανσης του αέρα στις αστικές περιοχές είναι πολλαπλές και σοβαρές. Οι κάτοικοι των πόλεων εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα, καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνο αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα. Επιπλέον, η ρύπανση του αέρα επηρεάζει το περιβάλλον, προκαλώντας όξυνση του εδάφους, αποτροπή της ανάπτυξης των φυτών και ζημιές σε κτίρια και μνημεία. Η βλάστηση μπορεί να απομακρύνει τους ατμοσφαιρικούς ρύπους (σωματίδια και αέρια) με τη διαδικασία της ξηρής εναπόθεσης. Η ξηρή εναπόθεση είναι η μεταφορά των ρύπων από ένα σημείο του



αέρα σε μια φυτική επιφάνεια, η οποία σχετίζεται κυρίως με τη συγκέντρωση των ρύπων κοντά στην επιφάνεια, τις καιρικές συνθήκες και τις ιδιότητες της βλάστησης. Τα περισσότερα φυτά έχουν μεγάλη επιφάνεια ανά μονάδα όγκου, αυξάνοντας την πιθανότητα απόθεσης σε σύγκριση με τις ομαλές, κατασκευασμένες επιφάνειες που υπάρχουν στις αστικές περιοχές. Για παράδειγμα, έχει αναφερθεί 10-30 φορές ταχύτερη εναπόθεση για σωματίδια μικρομέτρων (<μm) σε συνθετικό γρασίδι σε σύγκριση με γυάλινες και τσιμεντένιες επιφάνειες. Για να εκτιμηθεί το μέγεθος των αυτής της συμβολής χρησιμοποιούνται συνήθως μοντέλα.[18]

Η απομάκρυνση της ρύπανσης ή η καθοδική ροή ρύπων (F) σε g/m<sup>2</sup>/s υπολογίζεται από τον τύπο:

Εξίσωση 1 Υπολογισμός απομάκρυνσης της ρύπανσης

$$F = Vd \ C$$

Όπου:

Vd = ταχύτητα απόθεσης (m/s), και

C = συγκέντρωση ρύπων (g/m<sup>3</sup>)

Η ταχύτητα απόθεσης υπολογίζεται ως εξής:

Εξίσωση 2 Υπολογισμός ταχύτητας απόθεσης ρύπων

$$Vd = 1/(Ra + Rb + Rc)$$

Όπου:

- Ra =είναι η αεροδυναμική αντίσταση του οριακού στρώματος,
- Rb =είναι η αντίσταση του ιξώδους υποστρώματος, και
- Rc =είναι η αντίσταση μεταφοράς που εξαρτάται από φυσικοχημικές αλληλεπιδράσεις.

Οι ωριαίες τιμές για τις αντιστάσεις Ra και Rb υπολογίζονται μέσω τυποποιημένων τύπων και μετεωρολογικών δεδομένων. Συνήθως, οι τιμές τους είναι μικρές σε σύγκριση με το Rc, το οποίο επηρεάζει περισσότερο την απόθεση ρύπων. Οι τιμές του Rc για το O<sub>3</sub>, το SO<sub>2</sub> και το NO<sub>2</sub> υπολογίζονται με τη χρήση υβριδικών μοντέλων εναπόθεσης με μεγάλες φυλλικές επιφάνειες. Το Rc έχει τρεις συνιστώσες: την αντίσταση των στομάτων (rs), την αντίσταση του μεσοφύλλου (rm) και την αντίσταση της επιδερμίδας (rt).[19]

Συνολικά, το Rc δίνεται από:

Εξίσωση 3 Υπολογισμός της αντίστασης της επιφάνειας των φύλλων

$$1/Rc = 1/(rs+rm)+1/rt$$

Η αντίσταση του μεσοφύλλου είναι 0 s/m για το SO<sub>2</sub> και 10 s/m για το O<sub>3</sub>, ενώ για το NO<sub>2</sub> είναι 100 s/m, λόγω των διαφορών στη μεταφορά του νερού και του NO<sub>2</sub> στο εσωτερικό των φύλλων, ώστε να επιτευχθεί η σωστή ταχύτητα απόθεσης. Η αντίσταση της επιδερμίδας ορίζεται σε 8.000 s/m για το SO<sub>2</sub>, 10.000 s/m για το O<sub>3</sub>

και 20.000 s/m για το NO<sub>2</sub>, για να ληφθούν υπόψη οι διαφοροποιήσεις στην αντίσταση μεταξύ των ρύπων.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της αντίστασης του θόλου περιλαμβάνουν την φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία (PAR), τη θερμοκρασία αέρα, την ταχύτητα ανέμου, την ταχύτητα τριβής, τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> (σταθερή στα 390 ppm) και την απόλυτη υγρασία. Η θερμοκρασία, η ταχύτητα του ανέμου και η απόλυτη υγρασία μετρώνται ή υπολογίζονται με ωριαία δεδομένα. Η PAR είναι το 46% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας.

Η αντίσταση R<sub>c</sub> για το CO καθορίζεται σταθερή σε 50.000 s/m για περιόδους με φύλλα και 1.000.000 s/m χωρίς φύλλα, καθώς η απομάκρυνση του CO δεν σχετίζεται άμεσα με τη διαπνοή. Για τα PM<sub>10</sub>, η μέση ταχύτητα απόθεσης είναι 0,0128 m/s κατά την περίοδο με φύλλα. Η βασική ταχύτητα απόθεσης για τα PM<sub>2.5</sub> εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, και για περιόδους βροχής ορίζεται μηδενική.

Το μοντέλο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της απομάκρυνσης ρύπων σε μεγάλη κλίμακα. Η ωριαία ροή ρύπων ανά τετραγωνικό μέτρο θόλου δέντρων πολλαπλασιάζεται με τη συνολική φυλλική επιφάνεια για να εκτιμηθεί η συνολική απομάκρυνση ρύπων σε μια περιοχή. Η φυλλική επιφάνεια υπολογίζεται με βάση το ποσοστό αειθαλών δέντρων, τις ημερομηνίες ανάπτυξης των φύλλων και το μέγιστο LAI (Leaf Area Index), όπως καθορίζεται από δεδομένα πεδίου.

Η απομάκρυνση των ρύπων από κάθε δέντρο υπολογίζεται με τον τύπο:

*Εξίσωση 4 Υπολογισμός για κάθε κατηγορία διαμέτρου κορμού της ικανότητας των*

$$I_x = R_t x (L A_x)$$

όπου:

- I<sub>x</sub> είναι η απομάκρυνση ρύπων από το συγκεκριμένο δέντρο (kg),
- R<sub>t</sub> είναι η συνολική απομάκρυνση ρύπων από όλα τα δέντρα (kg),
- L A<sub>x</sub> είναι η φυλλική επιφάνεια του δέντρου (m<sup>2</sup>) και
- L A<sub>t</sub> είναι η συνολική φυλλική επιφάνεια όλων των δέντρων (m<sup>2</sup>).

Η μεταβολή της συγκέντρωσης των ρύπων υπολογίζεται με τον τύπο:

*Εξίσωση 5 Υπολογισμός της ωριαίας μεταβολής της συγκέντρωσης της ρύπανσης*

$$\Delta C = \Delta P / (BL \times CA)$$

όπου:

- ΔC είναι η μεταβολή της συγκέντρωσης (μg/m<sup>3</sup>),
- ΔP<sub>t</sub> είναι η μεταβολή της μάζας του ρύπου (μg),
- BL είναι το ύψος του οριακού στρώματος (m), και
- CA είναι η περιοχή μελέτης (m<sup>2</sup>).

Η ποσοστιαία βελτίωση της ποιότητας του αέρα υπολογίζεται με τον τύπο:

*Εξίσωση 6 Υπολογισμός ποσοστιαίας βελτίωσης της ποιότητας του αέρα*

$$\Delta C = \Delta P_t / (\Delta P_t + P_a)$$

όπου  $P_a$  είναι η μάζα του ρύπου στην ατμόσφαιρα, η οποία υπολογίζεται ως η συγκέντρωση ρύπων ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) επί το ύψος του οριακού στρώματος και την επιφάνεια της περιοχής.

## 2.5 Εργαλεία

### 2.5.1 Λογισμικό I-Tree Eco model και συλλογή δεδομένων

Το i-Tree Eco είναι ένα λογισμικό που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των αστικών δασών. Αναπτύχθηκε από το Αμερικανικό Δάσος, το Πανεπιστήμιο της Σουρακούσης και άλλους συνεργάτες. [20] Το i-Tree Eco παρέχει διάφορα εργαλεία και μοντέλα για τη μέτρηση και την αξιολόγηση των οικολογικών και οικονομικών οφελών που παρέχουν τα αστικά δάση. Μερικές από τις βασικές λειτουργίες του i-Tree Eco περιλαμβάνουν: [21]

- Υπολογισμός του όγκου του δάσους: Το i-Tree Eco μπορεί να υπολογίσει τον όγκο των δέντρων και των δασικών πόρων σε αστικές περιοχές.
- Αξιολόγηση της υγείας του δάσους: Αναλύει την κατάσταση των δέντρων, την κατάσταση του εδάφους και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία του δάσους.
- Υπολογισμός των οφελών του δάσους: Υπολογίζει τα οικολογικά και οικονομικά οφέλη που προσφέρουν τα αστικά δάση, όπως η δροσιά, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η απορρόφηση του άνθρακα, και άλλα.
- Σχεδιασμός προγραμμάτων διαχείρισης: Βοηθά στον σχεδιασμό προγραμμάτων διαχείρισης των αστικών δασών με στόχο τη βελτίωση της υγείας τους και τη μεγιστοποίηση των οφελών τους.

Το i-Tree Eco χρησιμοποιείται κυρίως από φορείς της πόλης, αρχές προστασίας του περιβάλλοντος, ερευνητές και άλλους ενδιαφερόμενους για την διαχείριση και τη διατήρηση των αστικών δασών. Επιτρέπει τη λήψη πληροφοριών που μπορούν να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των αστικών πρασίνων χώρων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις αστικές περιοχές. Το i-Tree Eco χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να αξιολογήσει τα αστικά δάση και τα οφέλη που παρέχουν. Οι βασικοί υπολογισμοί που βασίζονται σε μαθηματικά μοντέλα περιλαμβάνουν: [19]

Υπολογισμός του Δείκτη Δέντρων (Tree Index): Αυτός ο δείκτης μετρά τον όγκο των δέντρων σε μια αστική περιοχή και χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να εκτιμήσει τον όγκο αυτόν σε κυβικά πόδια ή κυβικά μέτρα.

Υπολογισμός της Απορρόφησης Άνθρακα (Carbon Sequestration): Το i-Tree Eco χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να εκτιμήσει πόσο άνθρακα απορροφούν τα δέντρα από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης.

Υπολογισμός της Μείωσης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (Air Pollution Reduction): Το λογισμικό χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για να εκτιμήσει πόση ατμοσφαιρική ρύπανση (όπως διοξείδιο του άνθρακα και οξείδια του αζώτου) αφαιρείται από τα δέντρα. Αυτά τα μαθηματικά μοντέλα βασίζονται σε εκτενή ερευνητικά δεδομένα και στατιστικές μεθόδους που αναλύουν τη σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών των

δέντρων, του περιβάλλοντος και των οικολογικών οφελών. Με τη βοήθεια αυτών των μοντέλων, το i-Tree Eco παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη διαχείριση και τη διατήρηση των αστικών δασών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις αστικές περιοχές. Ο Δείκτης Δέντρων (Tree Index) του i-Tree Eco υπολογίζεται χρησιμοποιώντας ένα μαθηματικό μοντέλο που λαμβάνει υπόψη διάφορες παραμέτρους που σχετίζονται με τα δέντρα σε αστικές περιοχές. Οι βασικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του Δείκτη Δέντρων περιλαμβάνουν:

1. Ποσότητα Δέντρων (Number of Trees): Αυτή είναι η συνολική ποσότητα των δέντρων σε μια συγκεκριμένη αστική περιοχή. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των δέντρων σε αυτήν την περιοχή.

2. Δεντρική Κάλυψη (Tree Canopy): Αυτός ο παράγοντας αναφέρεται στην ποσότητα της επιφάνειας που καλύπτεται από τη σκιά των δέντρων. Οι δάσκαλοι συνήθως μετρούν τη δεντρική κάλυψη ως ποσοστό της συνολικής επιφάνειας της περιοχής.

3. Διαφορετικά Είδη Δέντρων (Tree Species): Οι διάφοροι τύποι δέντρων έχουν διαφορετική δυνατότητα να παρέχουν ωφέλειες, όπως σκιά, απορρόφηση του άνθρακα, και μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη τα διάφορα είδη δέντρων που υπάρχουν σε μια περιοχή και την ποσότητα τους.

4. Μέγεθος των Δέντρων (Tree Size): Το μέγεθος των δέντρων, που μπορεί να μετρηθεί σε ύψος, περιφέρεια κορμού και άλλα χαρακτηριστικά, επηρεάζει τη δυνατότητά τους να παρέχουν όφελος. Τα μεγαλύτερα δέντρα έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν περισσότερο άνθρακα και να παρέχουν περισσότερη σκιά. Το μαθηματικό μοντέλο υπολογίζει τον Δείκτη Δέντρων συνδυάζοντας αυτούς τους παράγοντες και υπολογίζοντας έναν αριθμητικό δείκτη που αντιπροσωπεύει τη σημασία των δέντρων σε μια αστική περιοχή. Αυτός ο δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της υγείας του αστικού δάσους και την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διατήρηση και τη διαχείρισή του. Το i-Tree Eco χρησιμοποιεί ένα μαθηματικό μοντέλο γνωστό ως "Μοντέλο Απορρόφησης Άνθρακα" (Carbon Sequestration Model) για να υπολογίζει την ποσότητα άνθρακα που απορροφάται από τα δέντρα. Αυτό το μοντέλο βασίζεται σε βασικές αρχές της φωτοσύνθεσης και του κύκλου του άνθρακα στον φυσικό κόσμο. Οι κύριες παράμετροι και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως σε αυτό το μοντέλο περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Διάθεση της Φωτεινής Ενέργειας: Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη την ενέργεια του ηλίου που φτάνει στον φυτικό πληθυσμό (δέντρα) και πώς αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης.

2. Διάθεση του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>): Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη την διάθεση του CO<sub>2</sub> στον ατμοσφαιρικό αέρα, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, και πώς το διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται από τα φυτά κατά την φωτοσύνθεση.

3. Ανάλυση της Βιομάζας των Δέντρων: Το μοντέλο αξιολογεί τη βιομάζα των δέντρων, που αντιστοιχεί στον όγκο των δέντρων και στην ποσότητα του απορροφημένου άνθρακα.

4. Συντελεστές Απορρόφησης CO<sub>2</sub>: Το μοντέλο χρησιμοποιεί ειδικούς συντελεστές που αντιπροσωπεύουν την ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απορροφάται ανά μονάδα βιομάζας των δέντρων.

Βασικά, το μοντέλο υπολογίζει την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από τα δέντρα με βάση την ενέργεια που λαμβάνουν από τον ήλιο κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης και τη διαθεσιμότητα του CO<sub>2</sub> στον ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτά τα μοντέλα βοηθούν να εκτιμηθεί το οικολογικό όφελος των αστικών δασών στην μείωση του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη διαχείριση τους.

Για τον υπολογισμό της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, το i-Tree Eco χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα που βασίζονται στις αρχές της χημείας και της φυσικής. Αυτά τα μοντέλα εκτιμούν τη μείωση των ρυπογόνων αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα που οφείλεται στην παρουσία και τη δραστηριότητα των δέντρων σε αστικές περιοχές. Αυτά τα μοντέλα λαμβάνουν υπόψη τους τους παρακάτω παράγοντες:

1. Ποσότητα Δέντρων και Είδος Δέντρων: Το i-Tree Eco πρέπει να γνωρίζει πόσα δέντρα υπάρχουν σε μια αστική περιοχή, το είδος τους και το μέγεθός τους. Αυτά τα στοιχεία είναι σημαντικά για να υπολογιστεί η δυνατότητα των δέντρων να απορροφήσουν ρυπογόνα αέρια.

2. Ποσοστό Κάλυψης του Δέντρου (Crown Cover Fraction): Αυτό το μέτρο αναφέρεται στο ποσοστό της επιφάνειας που καλύπτεται από τη σκιά των δέντρων. Χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η επιφάνεια που επηρεάζεται από τα δέντρα και τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

3. Συντελεστές Μείωσης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης: Αυτοί οι συντελεστές βασίζονται σε επιστημονικές μελέτες και πειράματα και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τα δέντρα, ανάλογα με το είδος του δέντρου και άλλες παραμέτρους.

4. Εκπομπές Ρυπαντικών Αερίων: Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρυπαντικών αερίων από διάφορες πηγές, όπως αυτοκίνητα, βιομηχανίες, κ.λπ.

Τα παραπάνω μαθηματικά μοντέλα συνδυάζονται για να υπολογίσουν τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που οφείλεται στην παρουσία των δέντρων σε μια αστική περιοχή. Αυτή η μείωση μπορεί να αφορά τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>), του όζοντος (O<sub>3</sub>), και άλλων ρυπαντικών αερίων.

Το I-Tree Eco παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής διάφορων μεταβλητών για την αξιολόγηση αστικών δασών. Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή δεδομένων που ανταποκρίνονται στους παραπάνω επιλεγμένους δείκτες, όπως προτείνονται στη βιβλιογραφία. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του πάρκου των Αγίων Αποστόλων.

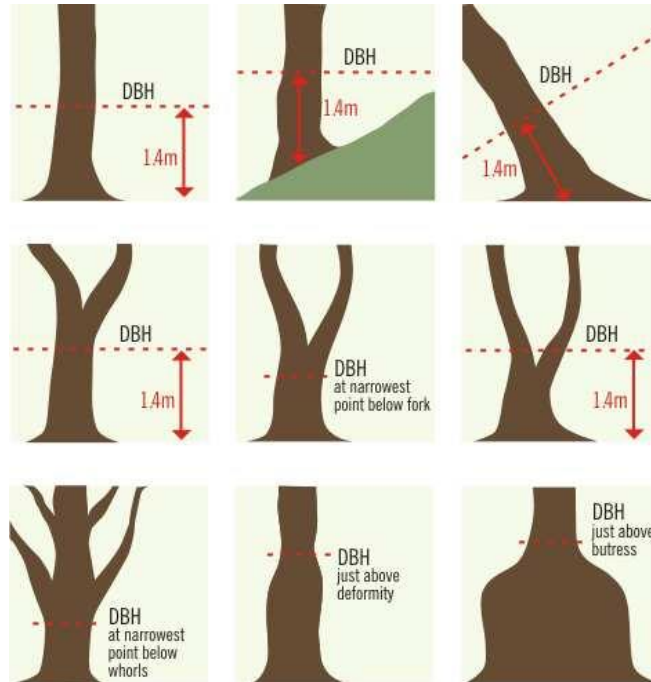
Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν περιλαμβάνουν:

➤ **Γενικές πληροφορίες για την τοποθεσία**

- Χρήση γης (Land use): Τύπος χρήσης γης της περιοχής μελέτης.
- Στρώμα (Strata/area): Υποκατηγορία στην οποία χωρίζεται η περιοχή μελέτης.
- Συντεταγμένες χάρτη (Map coordinates): Γεωγραφικό μήκος και πλάτος της περιοχής μελέτης.

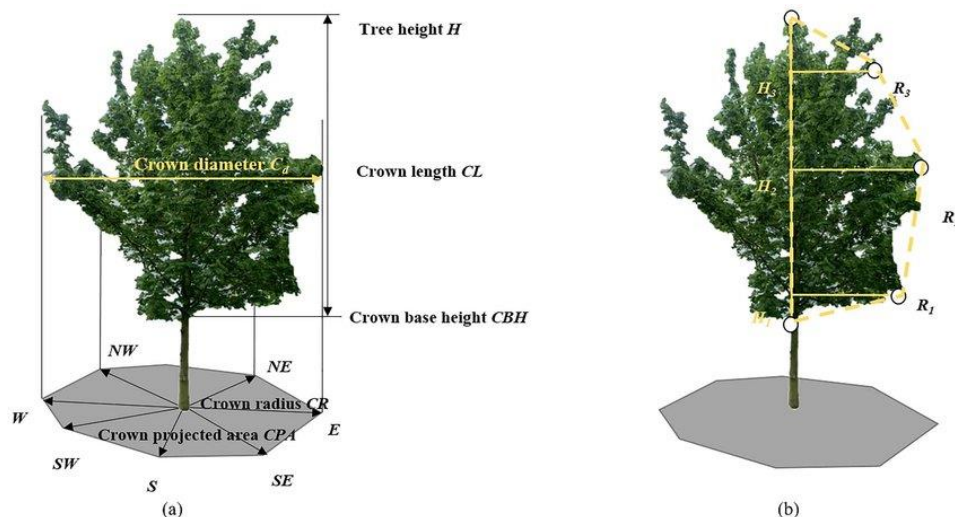
➤ **Δεδομένα που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των δέντρων**

- Είδη (Species): Αυτή η παράμετρος απαιτεί τον καθορισμό και την καταγραφή των ονομάτων των ειδών κάθε δέντρου.
- Διάμετρος κορμού (DBH): Αναφέρεται στη διάμετρο του κορμού ενός δέντρου σε συγκεκριμένο ύψος από τη βάση του. Το DBH είναι η συντομογραφία του "Diameter at Breast Height," που εκφράζει τη διάμετρο σε ύψος συνήθως, που ορίζεται στα 1.4 μέτρα από τη βάση του δέντρου. (βλ. Εικόνα 8)



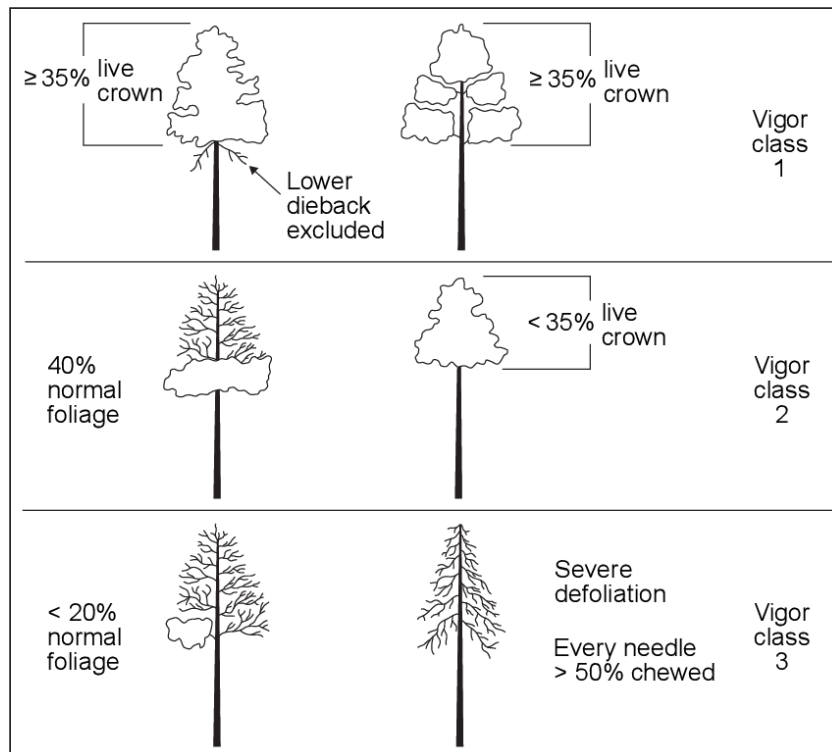
Εικόνα 8 Επιλογή σημείου μέτρησης της διαμέτρου του δέντρου ανάλογα με τον τύπο του κορμού του

- Συνολικό ύψος δέντρου (Total tree height): Το ύψος από το έδαφος μέχρι την κορυφή του δέντρου, είτε αυτή είναι ζωντανή είτε νεκρή.
- Μέγεθος κόμης (Crown size): Πρόκειται για το μέγεθος της κόμης του δέντρου, που καθορίζεται από τα φύλλα, τους βραχίονες, τους υποβραχίονες και τα κλαδιά του. Η μέτρηση του μεγέθους γίνεται με βάση τα παρακάτω στοιχεία.
- Ύψος μέχρι τη βάση της κόμης (Height to crown base): Το ύψος από το έδαφος μέχρι τη βάση της ζωντανής κόμης. Σε αυτήν τη μελέτη, υποθέσαμε ότι αντιστοιχεί στα  $\frac{3}{4}$  του συνολικού ύψους του δέντρου. (βλ.Εικόνα 9)



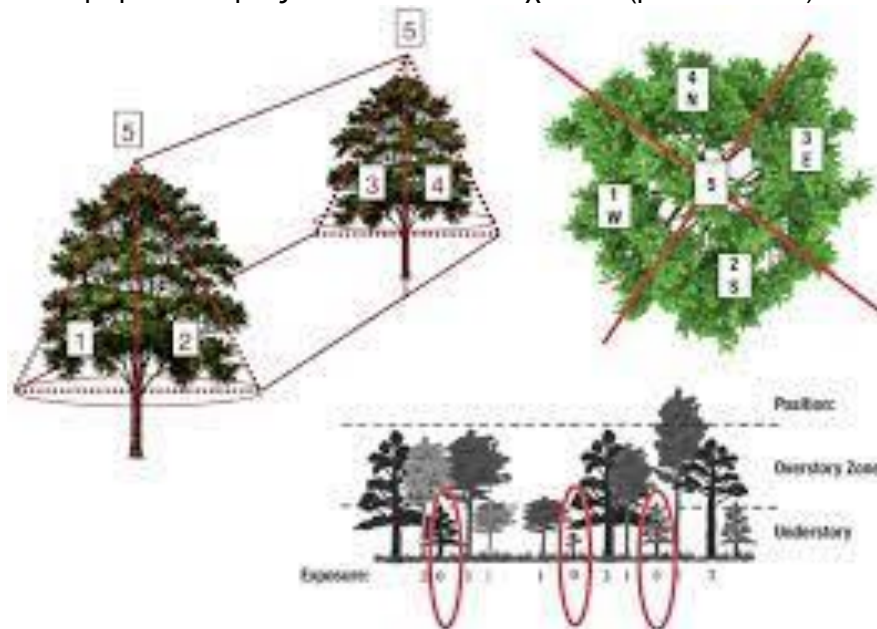
Εικόνα 9 Τα διαφορετικά ύψη των δέντρων που απαιτούνται να εισαχθούν στα δεδομένα

- Ύψος ζωντανού δέντρου (Live tree height): Το ύψος από το έδαφος μέχρι τη ζωντανή κορυφή του δέντρου. Λόγω της καλής κατάστασης των δέντρων, θεωρήθηκε ίσο με το συνολικό ύψος του δέντρου.(βλ.Εικόνα 9)
- Πλάτος κόμης (Crown width): Το πλάτος της κόμης σε δύο κατευθύνσεις: βόρεια-νότια και ανατολή-δύση. Η μέτρηση γίνεται θεωρώντας την κόμη ως κύκλο, με το πλάτος ίσο με τη διάμετρο της κόμης (άνοιγμα κόμης).
- Κατάσταση (κόμης) (Condition): Η εκτίμηση της κατάστασης της κόμης καταγράφεται ως το ποσοστό της κόμης που αποτελείται από ξερά κλαδιά, όπου το 100% αντιστοιχεί σε πλήρη αποψίλωση. Για τον προσδιορισμό της υγείας της κόμης των δέντρων στην εν λόγω διπλωματική εργασία, επιλέχθηκε η πρώτη μεταβλητή της αποψίλωσης (Dieback).Επιπλέον, λόγω της εξαιρετικής κατάστασης της υγείας της κόμης των δέντρων στην περιοχή μελέτης, επιλέχθηκε το ποσοστό 0% αποψίλωσης (Dieback), που υποδηλώνει την απουσία ξηρών κλαδιών και αντιστοιχεί σε άριστη κατάσταση υγείας, σύμφωνα με το λογισμικό I-Tree Eco.(βλ.Εικόνα 10)



Εικόνα 10 Προσδιορισμός ποσοστού κενών κόμης

- Έκθεση της κόμης στον ήλιο (Crown light exposure): Μετρώντας τον αριθμό των πλευρών που εκτίθενται σε ηλιακή ακτινοβολία, όπου το μέγιστο πλήθος είναι 5 ενώ το ελάχιστο 0. (βλ.Εικόνα 11)



Εικόνα 11 προσδιορισμός της έκθεσης της κόμης στον ήλιο

Για να αποκτηθούν τα απαιτούμενα δεδομένα από το λογισμικό I-Tree για το πάρκο των Αγίων Αποστόλων, απαιτήθηκε η παρατήρηση και καταγραφή τους στο πεδίο. Χρησιμοποιώντας δορυφορικά δεδομένα στο QGIS για τις θέσεις των δέντρων από το Εργαστήριο Δομημένου Περιβάλλοντος και Διαχείρισης Ενέργειας του Πολυτεχνείου Κρήτης, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της πληροφορίας για τις θέσεις των δέντρων.



Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο πεδίο για το ύψος, την περίμετρο του κορμού και τη διάμετρο της κόμης ανά είδος δέντρου. Τα είδη των δέντρων αναγνωρίστηκαν μέσω φωτογραφιών καθώς και από σχετική αναζήτηση στο διαδίκτυο. Για τον υπολογισμό του DBH του δέντρου χρησιμοποιήθηκε μεζούρα με την οποία μετρήθηκε η περίμετρος του κορμού του δέντρου σε ύψος περίπου 1,4 m από το έδαφος. Ενώ για τον υπολογισμό του ύψους του δέντρου έγινε χρήση μετρητή με λείζερ σχηματίζοντας ένα εικονικό τρίγωνο, από την βάση του δέντρου ως την κορυφή.

### 2.5.2 Αισθητήρες Senstick και συλλογή δεδομένων

Για την καταγραφή των τιμών των θερμοκρασιών και της υγρασίας στην περιοχή μελέτης τοποθετήθηκαν πέντε αισθητήρες Senstick για τους τρεις μήνες του καλοκαιριού. Ακολουθεί εικόνα με τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων Senstick (

Εικόνα 12)

Enclosure	
Weight	120g w/ batteries / 170 g with batteries
Dimensions	18mm x 210mm
Materials	UV stable plastic, ALU casing, stainless steel mesh
IP rating	IP65
Operating conditions	
Temperature	-40°C to +85°C
Humidity	0 to 100% RH
Power supply	
Battery type	2 x 1.5V AAA Alkaline
Expected operation	<7 years (depending on sampling, signal, environment)
Configuration	
Sending interval	Configuration via NFC and downlink
Data upload interval	Configuration via NFC and downlink
NFC configuration	<a href="#">Native Android App</a>

Εικόνα 12 Πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Senstick

Ο (sensor 1) αναφέρεται στον αισθητήρα που είναι τοποθετημένος στην θέση της παιδικής χαράς, ο (sensor 2) είναι τοποθετημένος στο πάρκινγκ της παραλίας των Αγίων Αποστόλων, (sensor 3) είναι ανάμεσα σε πυκνό δασύλλιο και ο (sensor 5) βρίσκεται εντός ποδοσφαιρικού γηπέδου. Ο (sensor 4) είναι ο αισθητήρας που είναι τοποθετημένος σε μάντρα αυτοκινήτων η οποία βρίσκεται εκτός πράσινου χώρου. Αρχικά, δίνεται ο μηνιαίος μέσος όρος της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας. Καθένας από τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, από τους αισθητήρες 1, 2, 3 και 5 τοποθετημένους στους χώρους πρασίνου του. (βλ.Εικόνα 13



Εικόνα 13 Χάρτης με τις θέσεις των αισθητήρων στο πάρκο των Αγίων αποστόλων

### 2.5.3 Φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός για τη μέτρηση μετεωρολογικών παραμέτρων και συλλογή δεδομένων.

Για μια πιο ολοκληρωμένη μελέτη της περιοχής του πάρκου των Αγίων Αποστόλων επιλέχτηκαν δύο ημερομηνίες (13 και 14 Ιουλίου) όπου επικρατούσαν συνθήκες καύσωνα με σκοπό την αποτύπωση μιας πιο ευκρινής εικόνας ως προς την καταγραφή και σύγκρισή των μέγιστων θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στο διάστημα αυτό πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε δέκα διαφορετικά σημεία του πάρκου ,τρεις κύκλοι μετρήσεων την κάθε μέρα .Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε από τις 7:30 - 10:00, η δεύτερη από τις 14:00 - 15:30 και η τρίτη από τις 19:00 - 21:00. Ο φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός είναι ένα πολυόργανο χειρός με τις εξής συνθήκες λειτουργίας και τεχνικά χαρακτηριστικά.(βλ Εικόνα 12)

Συνθήκες λειτουργίας:

- Θερμοκρασία λειτουργίας:  $-10...+60^{\circ}\text{C}$ .
- Θερμοκρασία αποθήκευσης:  $-25...+65^{\circ}\text{C}$ .
- Σχετική υγρασία:  $0...90\%\text{R.H.}$ , χωρίς συμπύκνωση.
- Οθόνη LCD:  $128 \times 64$  pixel ( $56 \times 38$  mm)

Διαθέτει οθόνη γραφικών και ανεξάρτητες εισόδους όπου συνδέονται οι παρακάτω ανιχνευτές:

➤ TP3207.2 Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου

Ο αισθητήρας διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ακρίβεια: κατηγορία 1/3 DIN
- εύρος μέτρησης:  $-40^{\circ}\text{C}$  έως  $100^{\circ}\text{C}$
- ανάλυση:  $0.1^{\circ}\text{C}$
- μετατόπιση θερμοκρασίας στους  $20^{\circ}\text{C}$ :  $0.003\% / ^{\circ}\text{C}$

- μετατόπιση μετά από 1 έτος: 0.1°C /έτος
- διαστάσεις: Ø=14 mm και L= 150 mm
- χρόνος απόκρισης T95: 15 λεπτά

➤ HP3201.2 Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας υγρού θερμομέτρου

Ο αισθητήρας διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ακρίβεια: κατηγορία A
- εύρος μέτρησης: 4°C έως 80°C
- ανάλυση: 0.1°C
- μετατόπιση θερμοκρασίας στους 20°C: 0.003% /°C
- μετατόπιση μετά από 1 έτος: 0.1°C /έτος
- διαστάσεις στελέχους: Ø=14 mm και L= 170 mm
- μήκος πλεξούδας: 10 cm τουλάχιστον
- χωρητικότητα δεξαμενής: 15 cm<sup>3</sup>
- αυτονομία δεξαμενής: 96 ώρες με RH=50% και t = 23°C
- χρόνος απόκρισης T95: 15 λεπτά

➤ TP3276.2 Αισθητήρας μέτρησης της θερμικής ακτινοβολίας (Αισθητήρας θερμομέτρου σφαιρών Ø=50 mm)

Ο αισθητήρας διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ακρίβεια: Κατηγορία 1/3 DIN
- εύρος μέτρησης: -10 έως 100 °C
- ανάλυση: 0.1°C
- μετατόπιση θερμοκρασίας στους 20°C: 0.003% /°C
- μετατόπιση μετά από 1 έτος: 0.1°C/έτος
- διαστάσεις στελέχους: Ø=8 mm και L= 170 mm
- χρόνος απόκρισης T95: 15 λεπτά



*Εικόνα 13 . Φωτογραφίες της διάταξης του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού από το εργαστήριο*



*Εικόνα 14 διεξαγωγή μέτρησης από τον φορητό μετεωρολογικό σταθμό στο πεδίο*

Τα δέκα σημεία που παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη επιλέχθηκαν με γνώμονα την ανθρώπινη δραστηριότητα που λαμβάνει μέρος στο εκάστοτε χώρο του πάρκου καθώς επίσης και στη φυτική κάλυψη και το εδαφικό ανάγλυφο της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα τα σημεία Α και F είναι εντός παραλίας όπου ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρείται έντονος συνωστισμός και πραγματοποιούνται αρκετές δραστηριότητες, για αυτό τον λόγο κρίθηκε σκόπιμο να ληφθούν μετρήσεις σε σημείο με και χωρίς σκιά. Επίσης μετρήσεις πάρθηκαν στα σημεία C ,D και H όπου υπάρχουν περιπατητικά μονοπάτια ενώ το είδος του εδάφους όπως και η πυκνότητα των δένδρων ποικίλει από σημείο σε σημείο. Τέλος μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα σημεία Β, Ε, J, G όπου συντελούνται κοινωνικές δραστηριότητες και παρατηρείται



συνωστισμός καθώς και μορφοποίηση τόσο του εδάφους όσο και της πυκνότητας των δέντρων.(βλ. **Error! Reference source not found.**)



*Εικόνα 15 Χάρτης του πάρκου των Αγίων Αποστόλων όπου φαίνονται οι δέκα θέσεις των μετρήσεων από των τριποδικό αισθητήρα*

#### **2.5.4 Δείκτης Ποιότητας Πρασίνου**

Αυτός ο δείκτης μετρήθηκε με την δημιουργία ενός σύντομου ερωτηματολογίου το οποίο απαντήθηκε από 83 πολίτες και αποτελείται από έξι ερωτήσεις που σχετίζονται με την αξιολόγηση του πάρκου των Αγίων Αποστόλων από τους πολίτες. Οι ερωτήσεις αυτές αποσκοπούν στην συλλογή της άποψης των πολιτών σχετικά με θέματα αισθητικής, χρωμάτων ,οσμών , ήχου του πάρκου καθώς επίσης και σε θέματα που αφορούν την προσβασιμότητα του και το επίπεδο ασφάλειας που αισθάνονται οι πολίτες σε αυτό. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των διαγραμμάτων είναι το excel .

### 3. Αποτελέσματα:

#### 3.1 Αποτελέσματα δεικτών κλιματικής ανθεκτικότητας

##### 3.1.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της μέσης μηνιαίας τιμής της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας

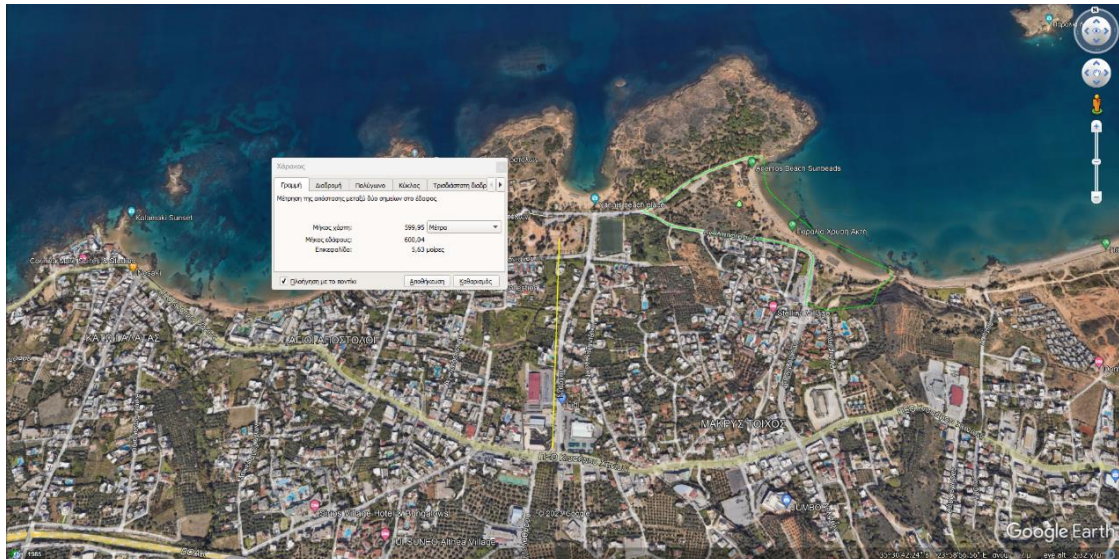
Σε αυτήν την ενότητα, παρατίθενται οι μέσες μηνιαίες μέγιστες τιμές των θερμοκρασιών που καταγράφηκαν τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2023, από τους αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων .

Πίνακας 3 Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον πράσινο χώρο του πάρκου των Αγίων Αποστόλων

	Monthly mean value of daily max Temp-Green Space				
	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 5	GS-average
June	28.39	26.24	26.78	27.70	27.28
July	34.14	31.77	32.14	33.41	32.87
August	33.28	30.52	31.75	31.12	31.67
AVERAGE	31.94	29.51	30.23	30.55	30.56

Όπως διαπιστώθηκε, η μέση υψηλότερη θερμοκρασία για όλους τους αισθητήρες καταγράφηκε τον μήνα Ιούλιο (34.14 °C) , (31.77 °C), (32.14 °C) και (33.41 °C) ενώ οι χαμηλότερες θερμοκρασίες για όλους τους αισθητήρες καταγράφηκαν τον Ιούνιο (28,39°C),(26.24 °C),(26.78 °C) και (27.70 °C) αντίστοιχα .Οι διακυμάνσεις στις καταγραφές της θερμοκρασίας μπορούν να αποδοθούν στα φυσικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων θέσεων των αισθητήρων, όπως ο τύπος του εδάφους και η ποσότητα της βλάστησης . Για παράδειγμα, ο αισθητήρας 2 έχει τοποθετηθεί σε πυκνό δασύλλιο εντός του πάρκου καταγράφοντας έτσι τις ελάχιστες θερμοκρασίες από όλους τους αισθητήρες και στους τρεις μήνες. Αντίθετα ο αισθητήρας 1 έχει τοποθετηθεί σε σημείο στην παιδική χαρά σε μη σκιασμένο σημείο, συνεπώς καταγραφεί μέγιστες θερμοκρασίες. Αυτά τα ευρήματα συνάδουν με τα συνολικά αποτελέσματα για τον χώρο πρασίνου, όπου η υψηλότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούλιο (32,87 °C) και η χαμηλότερη τον Ιούνιο (27,28 °C)(βλ .Πίνακας 3)

Κατόπιν, παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών κάθε ενός από τους τρεις μήνες της θερινής περιόδου από τον αισθητήρα 4 που τοποθετήθηκε στα 600 μέτρα έξω από τον πράσινο-μπλε χώρο (βλ.**Error! Reference source not found.**) και τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται τοποθετημένος στο κέντρο των Χανίων. Ένας μέσος όρος για το σύνολο του αστικού χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα του πίνακα.(βλ. Πίνακας 4)



Εικόνα 16 Μέτρηση της απόστασής του σημείου εκτός πράσινου χώρου με το πάρκο

Πίνακας 4 Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον αστικό χώρο έξω από το πάρκο των Αγίων Αποστολών

Monthly mean value of daily max Temp-Urban Space			
	Sensor 4	Meteorol. Station	US-average
June	27.98	27.53	27.75
July	33.41	33.34	33.38
August	32.89	31.95	32.42
AVERAGE	31.42	30.94	31.18

Κατά την ανάλυση των δεδομένων από τον πίνακα, προκύπτει ότι ο αισθητήρας 4 και ο μετεωρολογικός σταθμός κατέγραψαν διαφορετικές μέσες τιμές του μέσου όρου των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

Συγκεκριμένα, ο αισθητήρας 4 κατέγραψε τη υψηλότερη μέση τιμή κατά τον μήνα Ιούλιο, εμφανίζοντας τη μέγιστη μέση ημερήσια θερμοκρασία των 33.41°C, ενώ τη χαμηλότερη μέση τιμή κατέγραψε τον μήνα Ιούνιο με θερμοκρασία 27.98 °C. Αντίστοιχα, ο μετεωρολογικός σταθμός παρουσίασε τη μεγαλύτερη μέση τιμή κατά τον Ιούλιο με 33.34 °C και τη χαμηλότερη κατά τον Ιούνιο με 27.53 °C.

Οι διαφορές αυτές μεταξύ των δύο μετρητικών σημείων μπορούν να ερμηνευτούν με διάφορους τρόπους. Καταρχάς, η τοποθεσία του αισθητήρα 4 εκτός του κέντρου των Χανίων, σε αντίθεση με τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται εντός του κέντρου, μπορεί να έχει επίδραση στις μετρήσεις λόγω διαφορετικών κλιματικών συνθηκών. Επιπλέον, ο τύπος του αισθητήρα επίσης διαφέρει, επηρεάζοντας την ακρίβεια των μετρήσεων.

Συνεπώς, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η μέγιστη μέση μηνιαία τιμή των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή τον Ιούλιο (33.38°C), με τη χαμηλότερη να σημειώνεται τον Ιούνιο (27.75 °C), όπως αποδίδεται στις παραπάνω παρατηρήσεις

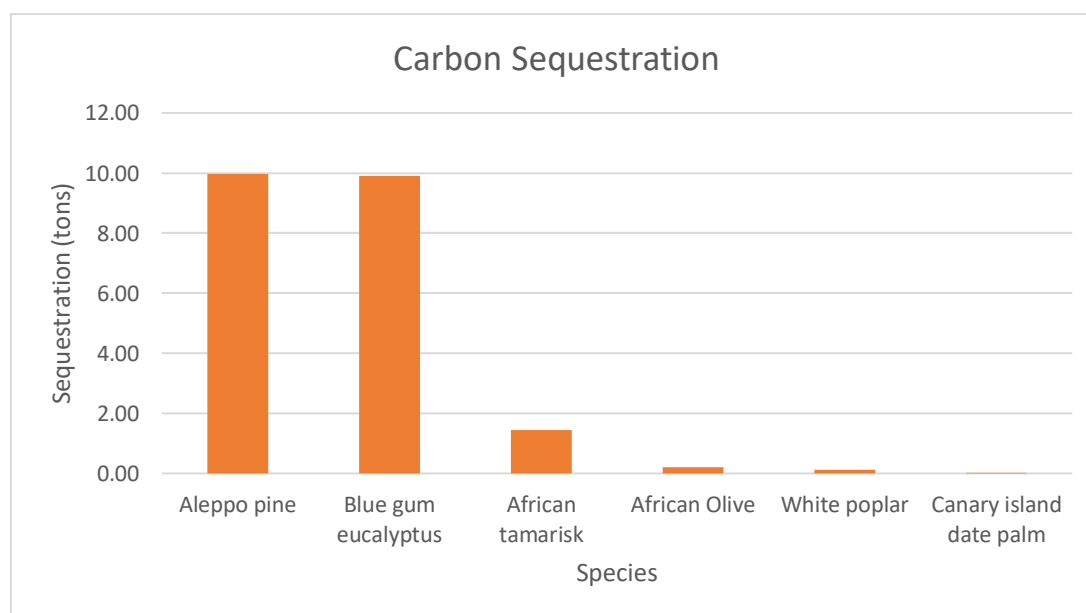
### 3.1.2 Αποτελέσματα για τον δείκτη της αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα στη βλάστηση

Βάση των αποτελεσμάτων του λογισμικού I-Tree Eco, η ετήσια δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων εκτιμάται ότι φθάνει περίπου τους 23 τόνους. Το διάγραμμα που παράγεται από το λογισμικό παρουσιάζει την ετήσια ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα για τα είδη αστικών δέντρων που έχουν τη μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης.

Στον παρακάτω πίνακα, παρατίθεται η μετάφραση των ειδών των δέντρων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα. Οι ονομασίες που θα χρησιμοποιηθούν για τον σχολιασμό είναι στα ελληνικά. Να σημειωθεί ότι στο διάγραμμα παρουσιάζονται τα δέντρα με την κοινή τους ονομασία και όχι με την επιστημονική ονοματολογία που χρησιμοποιήθηκε στο μοντέλο. (βλ.Πίνακας 5)

Πίνακας 5 . Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων του πάρκου των Αγίων Αποστόλων

Κοινή ονομασία δέντρου στην αγγλική	Κοινή ονομασία δέντρου στα Ελληνικά
Aleppo pine	Πεύκο
Blue gum eucalyptus	Ευκάλυπτος
African tamarisk	Αλμυρίκι
African olive	Ελιά
White poplar	Λεύκα
Canary island date palm	Φοίνικας



Εικόνα 17 Εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα δέσμευσης ακαθάριστου άνθρακα σε ράβδους για τα είδη αστικών δέντρων του πάρκου των Αγίων Αποστόλων με την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης άνθρακα.

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα ,προκύπτει ότι ο ευκάλυπτος και η χαλέπιος πεύκη δεσμεύουν τη μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα ετησίως περίπου 10 τόνους το κάθε είδος. Το αλμυρίκι δεσμεύει λιγότερο από 2 τόνους άνθρακα τον χρόνο ενώ τα

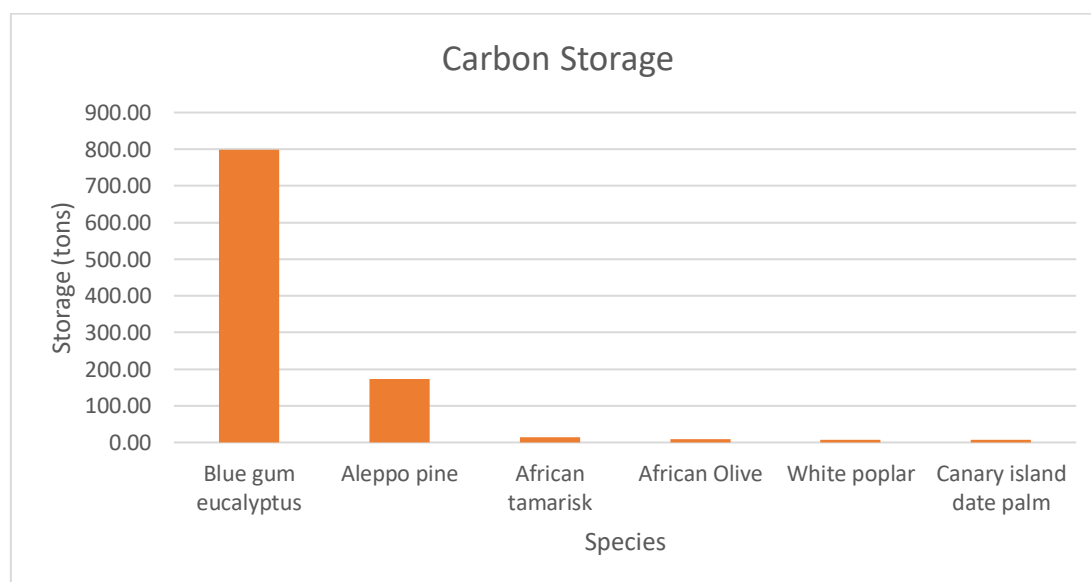


υπόλοιπα είδη (ελιές ,λευκές ,φοίνικες) δεσμεύουν σχεδόν αμελητέες ποσότητες άνθρακα .(βλ.*Εικόνα 17*)

Επιπλέον, το λογισμικό I-Tree Eco εκτιμά ότι τα δέντρα στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων αποθηκεύουν συνολικά 1100 τόνους άνθρακα. Το σχετικό διάγραμμα παρουσιάζει την εκτιμώμενη ποσότητα αποθήκευσης άνθρακα ανά είδος δέντρου. Για ευκολία στην κατανόηση, παρατίθεται επίσης η μετάφραση των ειδών δέντρων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα

Πίνακας 6 Μετάφραση των ειδών των δέντρων στα ελληνικά

Κοινή ονομασία δέντρου στην αγγλική	Κοινή ονομασία δέντρου στα Ελληνικά
Aleppo pine	Πεύκο
Blue gum eucalyptus	Ευκάλυπτος
African tamarisk	Αλμυρίκι
African olive	Ελιά
White poplar	Λεύκα
Canary island date palm	Φοίνικας



*Εικόνα 18 Εκτιμώμενη αποθήκευση άνθρακα για τα είδη αστικών δέντρων με τη μεγαλύτερη αποθήκευση για το πάρκο των αγίων αποστόλων*

Η μεγαλύτερη με διαφορά ποσότητα άνθρακα που αποθηκεύεται προκύπτει από τον ευκάλυπτο, εκτιμώμενη σε περίπου 800 τόνους .Στην συνέχεια ακολουθεί, η χαλέπιος πεύκη δεσμεύοντας σχεδόν 200 τόνους άνθρακα .Τέλος ακολουθούν τα υπόλοιπα είδη δέντρων δεσμεύοντας περίπου 9 τόνους Αναλύοντας τα αποτελέσματα μας σε ποσοστιαία κλίμακα εξάγουμε ότι ο Ευκάλυπτος αποθηκεύει το μεγαλύτερο ποσοστό άνθρακα, αντιστοιχώντας σε περίπου 81%, η χαλεπιος πεύκη 18% και τα υπόλοιπα είδη αντιστοιχεί το ποσοστό του 1%. (βλ.**Error! Reference source not found.**)

### 3.1.3 Αποτελέσματα για τον Παγκόσμιο θερμικό κλιματικό δείκτη (Universal Climate Thermal Index- UTCI)

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού για τον προσδιορισμό του Παγκόσμιου Θερμικού Κλιματικού Δείκτη (UTCI). Όπως περιεγράφηκε προηγουμένως στο κεφάλαιο 2.3.3, οι τιμές της θερμοκρασίας UTCI αντιστοιχούν σε μια κλίμακα που υποδηλώνει την ανθρώπινη καταπόνηση από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για να διευκολυνθεί η κατανόηση των αποτελεσμάτων, προστέθηκαν αντιπροσωπευτικά χρώματα στον πίνακα, επιτρέποντας την ευκολότερη κατηγοριοποίηση των θερμοκρασιών σε σχέση με τα επίπεδα καταπόνησης. (Πίνακας 7)

Πίνακας 7 Αντιστοίχιση των θερμοκρασιών UTCI με το βαθμό της ανθρώπινης καταπόνησης από τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος, παρουσιάζονται τα σχετικά αντιπροσωπευτικά χρώματα:

Εύρος UTCI (°C)	Κατηγορία καταπόνησης	
Πάνω από +46	Ακραία θερμική καταπόνηση	
+38 έως +46	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	
+32 έως +38	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	
+26 έως +32	Μέτρια θερμική καταπόνηση	
+9 έως +26	Καμία θερμική καταπόνηση	
0 έως +9	Ελαφρά ψυχρή καταπόνηση	
-13 έως 0	Μέτρια ψυχρή καταπόνηση	
-27 έως -13	Ισχυρή ψυχρή καταπόνηση	
-40 έως -27	Πολύ ισχυρή ψυχρή καταπόνηση	
Κάτω από -40	Ακραία ψυχρή καταπόνηση	

Αρχικά, παρουσιάζεται ο πίνακας που περιλαμβάνει τις τιμές των θερμοκρασιών UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τους αισθητήρες 1, 2, 3 και 5 που τοποθετήθηκαν στον πράσινο χώρο του πάρκου των Αγίων Αποστόλων (βλέπε πίνακα). Τα αποτελέσματα προέκυψαν με τη χρήση λογισμικού, με βάση τις μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες του αέρα και τις τιμές της σχετικής υγρασίας (RH%) κατά τη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία. Επιπλέον, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ημερήσιων θερμοκρασιών UTCI για το σύνολο του πράσινου χώρου και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα αυτού του πίνακα. Παρόμοιες τακτικές αναφορές αποτελεσμάτων παρουσιάζονται και για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, όπως περιγράφεται στους πίνακες.

Πίνακας 8 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούνιο

GS															
June	SENSOR 1			SENSOR 2			SENSOR 3			SENSOR 5			mean max temp	mean rh	mean UTCI
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI			
1	25.47	62.27	26.20	24.68	68.03	25.7	24.6	65.14	25.5	25.8	57.15	26.2	25.14	63.15	25.9
2	21.2	78.73	22.60	19.23	86.91	20.9	19.71	84.26	21.3	21.03	76.25	22.2	20.29	81.54	21.8
3	26.06	58.89	26.50	24.76	64.56	25.5	24.95	65.72	25.9	26.59	53.64	26.8	25.59	60.70	26.2
4	25	60.78	25.50	23.34	67.04	24.2	24.45	66.92	25.4	27.05	33.76	25.9	24.96	57.13	25.3
5	21.61	66.83	22.30	20.44	72.56	21.4	23.88	65.52	24.6	24.72	55.83	24.9	22.66	65.19	23.3
6	27.26	64.05	28.50	24.34	72.91	25.7	24.19	71.64	25.5	24.88	66.84	25.9	25.17	68.86	26.4
7	25.3	70.65	26.60	23.7	77.95	25.3	24.01	59.11	24.4	24.73	70.46	25.9	24.44	69.54	25.6
8	26.54	65.11	27.60	23.97	74.03	25.3	24.93	71.03	26.2	25.45	66.29	26.4	25.22	69.12	26.4
9	28.52	49.86	28.70	25.7	57.46	26.1	26.38	53.92	26.6	27.92	40.61	27.3	27.13	50.46	27.2
10	29.87	50.4	30.20	27.22	60.29	28	28.28	64.95	29.6	28.88	47.93	28.9	28.56	55.89	29.2
11	28.23	62.86	29.40	26.69	65.94	27.9	27.47	69.86	29.1	28.27	53.8	28.7	27.67	63.12	28.8
12	28.38	64.71	29.80	25.67	70.8	27.1	25.61	74.09	27.3	27.32	65.09	28.6	26.75	68.67	28.2
13	27.95	60.79	28.80	25.63	69.21	26.9	26.46	65.8	27.5	26.46	65.92	27.5	26.63	65.43	27.7
14	28.36	55.67	28.90	26.02	68.45	27.3	25.69	69.78	27	26.23	63.45	27.1	26.58	64.34	27.6
15	30.02	47.38	30.20	29.18	50.47	29.4	29.06	50.03	29.3	29.93	43.48	29.7	29.55	47.84	29.7
16	28.62	50.79	28.80	26.65	58.92	27.2	27.02	66.43	28.3	28.13	54.07	28.6	27.61	57.55	28.2
17	27.38	51.6	27.50	26	56.93	26.4	26.65	59.28	27.3	27.47	52	27.6	26.88	54.95	27.2
18	27.77	60.75	28.60	24.96	71.76	26.4	26.3	67.81	27.6	26.5	62.42	27.4	26.38	65.69	27.5
19	28.44	60.77	29.50	25.88	71.73	27.3	26.18	70.05	27.7	27.16	60.9	27.9	26.92	65.86	28.1
20	29.48	63.49	31.00	26.86	69.77	28.4	27.71	66.79	29.1	28.23	45.5	28	28.07	61.39	29.1
21	30.4	49.73	30.90	27.8	58.18	28.5	29.1	45.11	29	29.37	40.31	28.3	29.17	48.33	29.2
22	31.06	47.53	31.30	29.67	50.42	29.9	28.21	54.84	28.7	29.72	52.33	30.2	29.67	51.28	30.0
23	31.74	52.41	32.60	27.73	65.06	29	28.74	61.96	29.9	29.74	49.41	30.1	29.49	57.21	30.4
24	31.05	47.7	31.30	28.44	53.84	28.8	30.27	39.97	29.8	30.73	41.86	30.5	30.12	45.84	30.1
25	31.22	50.91	31.90	28.51	59.45	29.4	29.02	60.83	30.1	30.63	38.46	30.1	29.85	52.41	30.4
26	31.72	54.34	32.80	28.4	66.9	30.1	28.38	65.98	29.8	29.78	53.98	30.5	29.57	60.30	30.8
27	30.09	58.63	31.20	28.61	64.6	30	28.2	66.2	29.7	28.9	59.2	29.9	28.95	62.16	30.2
28	31.71	60.17	33.50	28.56	69.31	30.4	29.63	47.7	29.8	30.16	44.31	30	30.02	55.37	30.9
29	31.15	51.79	32.40	29.39	54.82	29.9	31.03	58.9	32.5	30.86	44.38	30.8	30.61	52.47	31.4
30	30.17	57.71	31.10	29.06	61.01	30.2	27.28	67.66	28.6	28.37	57.24	29	28.72	60.91	29.7
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	28.39	57.91	29.21	26.24	65.31	27.29	26.78	63.24	27.77	27.70	53.90	28.03	27.28	60.09	28.07

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 1 για τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε 25 θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, 3 θερμοκρασίες που υποδηλώνουν ανυπαρξία θερμικής καταπόνησης και 2 μετρήσεις που αντιστοιχούν σε ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI παρατηρήθηκε την 29η ημέρα του μήνα (32.4 °C), ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε την 2η ημέρα (22.3 °C).

Ο αισθητήρας 2 για τον μήνα Ιούνιο, ο οποίος είναι τοποθετημένος εντός πυκνού δασυλλίου στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων, κατέγραψε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες UTCI λόγω της πυκνής βλάστησης στην περιοχή. Συγκεκριμένα, 8 μετρήσεις θερμοκρασίας αντιστοιχούν σε συνθήκες μηδενικής θερμικής καταπόνησης, και οι υπόλοιπες 22 σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI καταγράφηκε την 28η ημέρα του μήνα (30.4°C), ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε την 2η ημέρα (20.4°C).

Ο αισθητήρας 3 για τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε 22 θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, 7 μετρήσεις που δεν προκαλούν καμία θερμική καταπόνηση ενώ μόνο μια που προκαλεί υψηλή. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI

καταγράφηκε την 29η ημέρα του μήνα (32.5 °C), ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε την 2η ημέρα (21.3 °C).

Ο αισθητήρας 5 κατέγραψε 25 θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση ενώ οι υπόλοιπες 5 δεν προκαλούν καμία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI καταγράφηκε την 29η ημέρα του μήνα (30.8 °C), ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε την 2η ημέρα (22.2 °C).

Τέλος, ο υπολογισμός του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI για τον πράσινο χώρο ολόκληρου του μήνα Ιουνίου δείχνει ότι το 83.4% των μετρήσεων αντιστοιχούν σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης ενώ το 16.6% δεν προκάλεσε καμία θερμική καταπόνηση,. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούνιο, στον πράσινο χώρο, καταγράφηκε στην 29η ημέρα και ήταν 31,4°C, ενώ η χαμηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε στην 2η ημέρα του μήνα και ήταν 21.8°C. (Βλ

Πίνακας 8)

Πίνακας 9 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούλιο

July	SENSOR 1			SENSOR 2			SENSOR 3			SENSOR 5			mean max temp	mean rh	mean UTCI
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI			
1	31.72	55.54	32.90	28.6	72.93	30.8	29.42	67.47	31.3	30.95	51.85	31.8	30.17	61.95	31.7
2	35.83	32.81	35.70	33.2	38.09	33.1	32.23	39.34	31.6	34.99	31.23	34.6	34.06	35.37	33.8
3	31.35	54.02	32.30	29.72	61.06	31.2	31.8	59.56	32.8	30.58	54.09	31.5	30.86	57.18	32.0
4	31.52	59.21	33.10	28.47	70.22	30.5	29.38	68.7	33	30.34	55.9	31.3	29.93	63.51	32.0
5	33.04	44.64	33.40	29.57	62.84	31	30.58	58.8	32	31.85	45.03	32.1	31.26	52.83	32.1
6	34.41	41.31	34.80	30.6	53.43	31.4	31.69	54.01	32.8	32.15	41.52	32.1	32.21	47.57	32.8
7	35.06	39.93	35.40	31.78	48.26	32.4	33.22	46.73	34	34.31	32.67	33.6	33.59	41.90	33.9
8	33.3	49.01	34.30	31.88	57.39	33.5	32.55	57.24	34.3	32.86	40.93	32.9	32.65	51.14	33.8
9	32.02	40.09	31.90	30.67	50.65	31.1	29.95	54.73	30.8	30.69	44.97	30.8	30.83	47.61	31.2
10	31.35	49.98	32.00	30.03	50.42	30.4	28.22	62.51	29.4	30.32	50.39	30.8	29.98	53.33	30.7
11	32.82	50.62	33.80	30.98	45.15	31.1	30.61	41.73	30.4	31.29	40.03	30.9	31.43	44.38	31.6
12	32.78	54.73	34.20	30.29	62.29	31.9	30.29	59.94	32.5	31.32	55.91	32.3	31.17	58.22	32.7
13	33.68	56.17	35.50	31.54	54.3	32.6	32.83	57.02	34.5	33.43	33.32	32.9	32.87	50.20	33.9
14	36.09	30.51	35.70	34.85	34.22	33.7	36.05	34.31	36.1	36.42	28.74	36.1	35.85	31.95	35.4
15	36.19	47.71	37.70	33.83	41.52	34.2	35.89	45.21	37.2	36.98	27.59	36.7	35.72	40.51	36.5
16	30.35	60.72	31.80	28.15	66.35	29.6	28.06	68.13	29.7	33.65	36.63	33.5	30.05	57.96	31.2
17	36.22	28.41	35.80	31.72	32.76	30.2	32.33	31.03	31.5	31.18	43.54	31.2	32.86	33.94	32.2
18	34.86	37.98	35.10	32.31	41.31	32.3	32.31	40.46	32.2	33.7	36.22	33.5	33.30	38.99	33.3
19	34.51	40.63	34.80	32.21	49.85	33	32.21	49.48	33	33.27	38.46	33.2	33.05	44.61	33.5
20	34.69	41.37	35.30	31.65	50	32.4	33.05	43.03	33.3	33.75	43.02	34.2	33.29	44.36	33.8
21	36.28	29.79	36.10	34.16	36.46	33.9	35.62	39.79	36.2	36.92	27.12	36.5	35.75	33.29	35.7
22	35.87	46.1	37.20	32.59	52.8	33.8	33.29	56.84	35.2	35.99	41.49	36.7	34.44	49.31	35.7
23	38.97	29.94	39.30	36.04	36.94	36.4	36.49	30.29	36.2	39.3	22.23	38.9	37.70	29.85	37.7
24	35.42	56.18	37.90	32.67	57.42	34.3	34.25	60.15	36.5	34.13	46.65	35	34.12	55.10	35.9
25	35.86	38.58	36.20	32.05	54.93	33.3	32.53	58.78	34.4	34.93	24.91	34	33.84	44.30	34.5
26	42.01	21.34	42.00	38.98	21.39	38.5	38.21	21.89	37.6	41.8	17.61	41.2	40.25	20.56	39.8
27	35.26	22.06	34.10	35.06	23.27	34	34.64	23.17	33.5	35.37	20.08	34	35.08	22.15	33.9

28	32.63	42.46	32.80	31.73	42.62	32	32	42.89	32.1	31.65	36.77	31.1	32.00	41.19	32.0
29	28.75	61.19	29.90	28.12	64.23	29.4	27.95	65.89	28.3	31.22	53.62	32.1	29.01	61.23	29.9
30	30.35	57.08	31.40	29.28	62.16	30.7	28.92	64.94	30.4	30.28	52.36	30.9	29.71	59.14	30.9
31	35.19	42.18	35.90	32.08	43.6	32.2	29.89	63.99	31.6	30.04	52.63	30.6	31.80	50.60	32.6
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	34.22	43.56	34.85	31.87	48.86	32.47	32.23	50.02	33.10	33.49	39.19	33.51	32.96	45.41	33.48

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 1 κατέγραψε για τον μήνα Ιούλιο 5 θερμοκρασίες UTCI στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, 24 μετρήσεις σε ισχυρή θερμική καταπόνηση, και 2 μετρήσεις σε πολύ ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 1 ήταν 42°C την 26η ημέρα, ενώ η ελάχιστη ήταν 29.90°C την 29η ημέρα.

Ο αισθητήρας 2 για τον μήνα Ιούλιο, ο οποίος είναι τοποθετημένος εντός πυκνού δασυλλίου στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων, κατέγραψε τις χαμηλότερες θερμοκρασίες UTCI λόγω της πυκνής βλάστησης στην περιοχή. Συγκεκριμένα κατέγραψε 13 μετρήσεις θερμοκρασίας UTCI στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, 17 μετρήσεις ισχυρής θερμικής καταπόνησης ενώ μόλις 1 αντιστοιχούσε σε πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 2 ήταν 38.5°C την 26η ημέρα, ενώ η ελάχιστη ήταν 29.6°C την 29η ημέρα.

Ο αισθητήρας 3 κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε 10 θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση και οι υπόλοιπες 21 θερμοκρασίες αντιστοιχούν σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 3 ήταν 36.80°C την 26η ημέρα, ενώ η ελάχιστη ήταν 28.3°C την 9η και τη 29η ημέρα.

Ο αισθητήρας 5 κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε 10 θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση 29 θερμοκρασίες ισχυρής θερμικής καταπόνησης και μόλις 2 που προκαλούν πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 5 ήταν 41.2°C την 26η ημέρα, ενώ η ελάχιστη ήταν 30.6°C την 31η ημέρα.

Αναλογικά με τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI για τον μήνα Ιούλιο, παρατηρείται ότι το 19% αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, το 77.78% σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης, και μόλις το 3.22% σε πολύ έντονη καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούλιο σε ολόκληρο τον πράσινο χώρο καταγράφηκε την 26η ημέρα (39.8 °C) και η ελάχιστη την 10η ημέρα (30.7°C). (βλ Πίνακας 9)

Πίνακας 10 Θερμοκρασίες UTCI του πράσινου χώρου για τον μήνα Αύγουστο

August	SENSOR 1			SENSOR 2			SENSOR 3			SENSOR 5			mean max temp	mean rh	mean UTCI
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI			
1	34.08	50.49	35.20	30.31	61.68	31.9	30.53	59.72	31.9	29.8	52.89	30.4	31.18	56.20	32.4
2	34	51.47	35.40	31.77	55.51	32.9	31.54	62.71	33.4	29.56	53.16	30.2	31.72	55.71	33.0
3	34.4	46.37	35.30	31.9	52.82	33	32.73	57.54	34.4	29.32	53.42	29.9	32.09	52.54	33.2
4	35.11	48.26	36.40	32.44	52.54	33.5	32.8	58.84	34.8	29.08	53.69	29.5	32.36	53.33	33.6
5	34.57	50.57	35.90	32.23	49	32.9	33.05	49.91	34	28.84	53.95	29.3	32.17	50.86	33.0
6	32.72	46.58	33.20	30.97	51.13	31.6	31.56	61.32	33.3	28.6	54.22	29.1	30.96	53.31	31.8

7	33.09	49.69	33.90	29.9	53.49	30.8	30.52	54.57	31.4	31.16	46.06	31.3	31.17	50.95	31.9
8	33.19	56.08	34.90	29.6	65.12	31.4	31.25	56.34	32.4	30.49	62.07	32.2	31.13	59.90	32.7
9	32.23	43.48	32.40	30.55	47.64	30.8	29.74	54.67	30.4	30.29	47.07	30.5	30.70	48.22	31.0
10	33.2	39.92	33.30	29.29	53.29	29.9	29.82	55.75	30.6	30.18	44.8	30.2	30.62	48.44	31.0
11	30.39	56.06	31.40	30.09	52.09	30.6	29.41	49.39	29.7	29.77	51.31	30.2	29.92	52.21	30.5
12	31.65	43.82	31.70	28.77	51.76	29	29.26	54.82	30.1	30.33	42.55	30.2	30.00	48.24	30.3
13	31.17	54.02	32.20	27.94	64.12	29.3	29.86	56.28	30.7	29.45	58.68	30.6	29.61	58.28	30.7
14	31.22	56.87	32.20	29.03	64.47	30.5	30.1	63.31	31.6	30.17	54.2	31	30.13	59.71	31.3
15	32.23	55.57	33.50	29.24	68.23	31.2	30.71	55.62	30.9	30.56	59.72	32.1	30.69	59.79	31.9
16	32.26	58.7	34.00	29.81	66.92	31.8	31.3	65.43	33.3	32.09	56.09	33.4	31.37	61.79	33.1
17	33.22	52.95	34.60	30	65.06	31.9	31.64	63.71	33.4	32.56	53.53	33.8	31.86	58.81	33.4
18	34.14	47.29	35.00	28.27	66.81	29.8	32.51	47.8	33.1	27.57	68.5	29.2	30.62	57.60	31.8
19	34.13	41.42	34.40	30.82	45.97	31	32.67	50.25	33.6	33.26	41.86	33.7	32.72	44.88	33.2
20	32.95	53.73	34.30	30.01	48.27	30.2	30.54	54.68	31.4	32.63	40.94	32.7	31.53	49.41	32.2
21	33.49	50.03	34.60	30.31	62.11	31.8	31.66	60.05	33.3	31.76	52.93	32.7	31.81	56.28	33.1
22	33.27	54.74	34.90	30.18	65.94	32.1	31.86	60.25	33.6	31.42	55.16	32.6	31.68	59.02	33.3
23	32.43	60.06	34.40	30.08	69.01	32.3	31.6	57.47	33	31.82	58.89	33.5	31.48	61.36	33.3
24	34.16	39.17	34.30	31.52	46.45	31.8	34.46	46.73	35.3	33.5	37.8	33.5	33.41	42.54	33.7
25	35.34	34.6	34.90	31.93	41.51	31.8	35.18	36.69	35.2	33.96	35.02	33.8	34.10	36.96	33.9
26	34.41	43.96	35.00	31.67	50.54	32.4	34.84	41.08	35.3	34.07	34.51	33.7	33.75	42.52	34.1
27	33.54	39.09	33.60	31.15	48.28	31.6	33.37	51.05	34.5	33.15	39.9	33.2	32.80	44.58	33.2
28	33.31	49.45	34.40	31.02	54.87	32.1	31.42	57.02	32.8	32.08	45.97	32.3	31.96	51.83	32.9
29	36.51	41.38	37.40	34.04	39.18	34.1	35.46	38.27	35.7	35.65	34.21	35.7	35.42	38.26	35.7
30	32.74	42.82	33.00	31.05	48.6	31.4	31.25	53.61	32.1	29.47	59.07	30.7	31.13	51.03	31.8
31	32.45	42.47	32.70	30.12	55.2	31	31.74	53.04	32.7	32.03	39.99	31.9	31.59	47.68	32.1
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	33.25	48.35	34.11	30.52	55.20	31.48	31.80	54.27	32.87	31.16	49.64	31.76	31.68	51.87	32.55

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, ο αισθητήρας 1 κατέγραψε 2 μετρήσεις των θερμοκρασιών UTCI τον Αύγουστο ανήκουν στη μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ οι υπόλοιπες 29 αντιστοιχούν σε ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε στην 29η ημέρα (37,4 °C), ενώ η χαμηλότερη σημειώθηκε στην 11η ημέρα (31,4 °C).

Ο αισθητήρας 2, κατέγραψε 22 μετρήσεις από τις θερμοκρασίες UTCI οι οποίες κατατάσσονται στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, καθώς και 9 μετρήσεις θερμοκρασίας UTCI με υψηλή θερμική καταπόνηση. Η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε την 29η ημέρα (34,1 °C), ενώ η χαμηλότερη την 12η ημέρα (29 °C).

Ο αισθητήρας 3, κατέγραψε 10 μετρήσεις από τις θερμοκρασίες UTCI οι οποίες κατατάσσονται στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, καθώς και 21 μετρήσεις θερμοκρασίας UTCI με υψηλή θερμική καταπόνηση. Η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε την 29η ημέρα (35,7 °C), ενώ η χαμηλότερη την 12η ημέρα (29,7 °C).



Ο αισθητήρας 5, κατέγραψε 15 μετρήσεις από τις θερμοκρασίες UTCI οι οποίες κατατάσσονται στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, καθώς και 16 μετρήσεις θερμοκρασίας UTCI με υψηλή θερμική καταπόνηση . Η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε την 29η ημέρα (34,1 °C), ενώ η χαμηλότερη την 12η ημέρα (29,7 °C).

Τέλος, ο μέσος όρος των θερμοκρασιών UTCI για τον πράσινο χώρο δείχνει ότι το 38,7% των μετρήσεων αντιστοιχούν σε μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 61.2% αντιστοιχεί σε υψηλή. Η υψηλότερη θερμοκρασία για τον πράσινο χώρο καταγράφηκε την 29η ημέρα (35,63 °C), και η χαμηλότερη την 12η ημέρα (30,3 °C).

Ακολουθεί ο πίνακας με τις τιμές της θερμοκρασίας UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον αισθητήρα 4, που εγκαταστάθηκε σε απόσταση 600 μέτρων έξω από τον πράσινο χώρο καθώς και από τον μετεωρολογικό σταθμό των Χανίων ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο της πόλης . Αυτός ο πίνακας είναι σημαντικός για την αξιολόγηση της θερμικής αίσθησης στον αστικό χώρο, καθώς εξετάζονται οι τιμές του UTCI για διάφορες ημέρες εξάγοντας συμπεράσματα για τον αστικό χώρο και συγκρίνοντάς τον με τον χώρο πρασίνου .(βλ Πίνακας 10)

Πίνακας 11 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούνιο

us									
June	SENSOR 4			meteo station					
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	ΜΕΣΗ UTCI	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ RH
1	28.17	58.41	29	25.5	56.05	28.1	28.55	26.84	57.23
2	21.29	83.43	23	21.4	78.42	22.2	22.6	21.35	80.9271
3	25.84	60.41	26.4	27	59.33	26	26.2	26.42	59.87
4	25.49	65.55	25.4	27.2	63.02	25.2	25.3	26.35	64.285
5	22.87	72.66	21.8	24.4	70.80	21.5	21.65	23.64	71.73
6	25.39	70.41	26.7	24.4	69.20	21.3	24	24.90	69.805
7	24.95	58.92	25.4	25.5	57.01	25.2	25.3	25.23	57.965
8	25.46	69.12	26.7	25.6	67.84	25.9	26.3	25.53	68.48
9	27.82	53.51	28.1	26.4	57.21	26.9	27.5	27.11	55.36
10	29.37	51.36	28.7	29.4	59.99	30.5	29.6	29.39	55.675
11	27.68	62.51	28.8	27.3	62.65	28.3	28.55	27.49	62.58
12	27.08	70.97	28.7	26.4	63.74	27.3	28	26.74	67.355
13	26.83	69.51	28.3	27.4	58.9	28.1	28.2	27.12	64.205
14	26.96	66.71	28.2	26.3	55.22	26.6	27.4	26.63	60.965
15	31.26	47.27	31.5	28.6	50.22	28.8	30.15	29.93	48.745
16	28.12	54.02	28.6	29.1	65.16	30.7	29.65	28.61	59.59
17	26.86	55.36	27.2	28.2	54.41	28.7	27.95	27.53	54.885
18	26.48	68.56	28	26.3	58.44	26.8	27.4	26.39	63.5
19	27.28	68.17	28.8	26.8	49.86	26.7	27.75	27.04	59.015
20	28.93	64.88	29.3	27.8	47.71	27.7	28.5	28.37	56.295
21	30.67	46.25	30.8	29.1	46.85	29	29.9	29.89	46.55
22	31.1	50.62	31.7	29.7	46.07	29.7	30.7	30.40	48.345
23	29.9	58.31	31	29	50.77	29.3	30.15	29.45	54.54
24	30.74	51.62	30.2	29.6	39.81	29.1	29.65	30.17	45.715
25	31.59	46.35	31.9	29.9	39.6	29.4	30.65	30.75	42.975
26	29.73	60.32	31.1	29.1	56.08	29.9	30.5	29.42	58.2
27	30.07	58.77	31.1	28.8	60.18	29.9	30.5	29.44	59.475
28	30.11	67.56	32.1	29.1	48.17	29.2	30.65	29.61	57.865
29	30.94	50.86	31	31.6	50.24	32.3	31.65	31.27	50.55
30	30.27	59.05	31.6	28.9	50.84	29.1	30.35	29.59	54.945



ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	27.98	60.72	28.70	27.53	56.46	27.65	28.18	27.75	58.59
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 κατέγραψε για τον μήνα Ιούνιο 25 θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, 1 στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης και 4 θερμοκρασίες που υποδηλώνουν ανυπαρξία θερμικής καταπόνησης. Ο αισθητήρας 4 κατέγραψε τη μέγιστη θερμοκρασία UTCI στη 28η ημέρα του μήνα (32.1 °C) και την ελάχιστη στη 5η ημέρα (21.8°C). Στον ίδιο χρονικό διάστημα, ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατέγραψε 23 θερμοκρασίες UTCI που ανήκουν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης 1 θερμοκρασία UTCI που ανήκει στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης καθώς και 6 θερμοκρασίες που υποδηλώνουν ανυπαρξία θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI παρατηρήθηκε την 29η ημέρα του μήνα (32.30 °C), ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε την 6η ημέρα (21.3°C). Τέλος, ο υπολογισμός του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI για τον μήνα Ιούνιο δείχνει ότι το 83.4% των μετρήσεων αντιστοιχούν σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 16.6% αντιστοιχεί σε συνθήκες μηδενικής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούνιο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 29η ημέρα (31.65°C), ενώ η ελάχιστη την 5<sup>η</sup> ημέρα (21.65 °C). (βλ Πίνακας 11)

Πίνακας 12 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούλιο

July	SENSOR 4			meteo station					
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	ΜΕΣΗ UTCI	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΡΗ
1	31.21	65.62	33.4	30.1	59.19	31.4	32.40	30.66	62.41
2	35.35	35.83	35.5	34.2	39.56	34.4	34.95	34.78	37.70
3	30.93	56.63	31.8	30.9	50.23	31.5	31.65	30.92	53.43
4	29.97	68.63	32.2	29.9	57.44	30.9	31.55	29.94	63.04
5	31.69	48.79	32.2	31.3	49.7	31.9	32.05	31.50	49.25
6	32.37	48.48	33	32.3	44.35	32.6	32.80	32.34	46.42
7	33.68	45.62	34.2	32.9	39.49	32.8	33.50	33.29	42.56
8	34	54.58	35.7	32.4	51.98	33.4	34.55	33.20	53.28
9	32.99	47.13	33.7	31	48.22	31.4	32.55	32.00	47.68
10	32.53	51.89	33.5	30.1	48.01	30.4	31.95	31.32	49.95
11	31.59	58.04	33.1	32.2	44.64	32.5	32.80	31.90	51.34
12	32.43	61.22	34.5	31.2	45.6	31.4	32.95	31.82	53.41
13	33.67	52.55	33.9	32.7	40.19	32.7	33.30	33.19	46.37
14	35.87	35.49	35.9	35.7	35.65	35.8	35.85	35.79	35.57
15	36.27	37.99	36.3	36.4	36.47	36.8	36.55	36.34	37.23
16	30.1	74.14	28	32.8	62.68	35.2	31.60	31.45	68.41
17	33.24	52.04	28.3	33.4	51.33	34.6	31.45	33.32	51.69
18	35.15	39.6	35.6	33.2	40.63	33.3	34.45	34.18	40.12
19	34.16	41.85	34.5	33.2	39.2	33.2	33.85	33.68	40.53
20	33.65	54.44	35.2	32.9	36.63	32.6	33.90	33.28	45.54
21	36.21	36.55	36.5	36.9	52.72	39.3	37.90	36.56	44.64
22	36.1	49.48	37.9	34.2	52.16	35.7	36.80	35.15	50.82
23	39.14	38.7	40.1	38.2	34.42	38.7	39.40	38.67	36.56
24	35.83	50.04	37.6	35.1	47.42	36.3	36.95	35.47	48.73
25	34.47	45.79	34.7	34.3	50	35.6	35.15	34.39	47.90
26	41.41	22.54	41.4	41.7	32.98	42.8	42.10	41.56	27.76
27	35.51	24.06	34.6	35.6	40.31	36.2	35.40	35.56	32.19

28	33.25	47.13	33.9	32.4	35.95	31.9	32.90	32.83	41.54
29	29.18	60.11	30.4	31.1	47.71	31.4	30.90	30.14	53.91
30	31.77	51.45	32.5	31.8	34.69	31.2	31.85	31.79	43.07
31	33.25	52.03	34.5	33.4	46.69	34.1	34.30	33.33	49.36
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	33.77	48.55	34.34	33.34	44.99	33.93	34.13	33.55	46.77

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 για τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε 25 θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης και 2 θερμοκρασίες που αντιστοιχούν σε πολύ έντονη θερμική καταπόνηση καθώς και 4 θερμοκρασίες που υποδηλώνουν μέτρια θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 4 σημειώθηκε κατά την 26η ημέρα του μήνα (41.4 °C) και η ελάχιστη κατά την 16η ημέρα (28°C). Ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε 7 θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, 22 θερμοκρασίες που προκαλούν ισχυρή θερμική καταπόνηση και 2 θερμοκρασίες που προκαλούν πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο Μετεωρολογικός Σταθμός σημειώθηκε κατά την 26η ημέρα του μήνα (42.1 °C) και η ελάχιστη κατά την 29η ημέρα (30.9°C). Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούλιο παρατηρείται πως το 71.05% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης, το 22.5% αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης., ενώ το υπόλοιπο 6.45% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούλιο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 26η ημέρα (42.1°C) και η ελάχιστη την 17η ημέρα (31.45°C).(βλ Πίνακας 12)

Πίνακας 13 Θερμοκρασίες UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Αύγουστο

August	SENSOR 4			meteo station				ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΣΗ RH
	Max Temp	RH	UTCI	Max Temp	RH	UTCI	ΜΕΣΗ UTCI		
1	32.66	58.1	34.4	30.7	51.82	31.3	32.85	31.68	54.96
2	34.9	53.65	36.8	32.4	42.22	32.5	34.65	33.65	47.94
3	33.13	55.29	34.7	34.3	45.34	35.1	34.90	33.72	50.32
4	34.13	52.8	35.7	33.8	43.52	34.3	35.00	33.97	48.16
5	33.19	51.5	34.4	33.6	40.42	33.8	34.10	33.40	45.96
6	32.11	50.77	32.9	32.9	54.58	34.3	33.60	32.51	52.68
7	31.96	55.9	33.4	31.3	47.5	31.7	32.55	31.63	51.70
8	32.1	65.23	34.5	30.8	50.25	31.4	32.95	31.45	57.74
9	33.49	45.55	33.5	30.1	52.35	30.7	32.10	31.80	48.95
10	31.18	50.24	31.8	29.9	46.9	30	30.90	30.54	48.57
11	32.59	49.99	33.5	30.3	52.24	30.9	32.20	31.45	51.12
12	31.22	47.77	31.6	30.1	49.32	30.4	31.00	30.66	48.55
13	30.63	57.75	31.8	29.5	58.15	30.5	31.15	30.07	57.95
14	30.76	61.12	32.4	30.8	61.39	32.4	32.40	30.78	61.26
15	32.37	59.8	33.4	30.3	54.98	31.1	32.25	31.34	57.39
16	32.47	57	34.1	31.6	50.23	32.3	33.20	32.04	53.62
17	32.51	58.6	34.3	31.6	62.23	33.6	33.95	32.06	60.42
18	32.06	51.26	32.9	32.6	49.4	33.4	33.15	32.33	50.33
19	33.9	41.04	34.3	32.8	47.47	33.5	33.90	33.35	44.26
20	33.16	45.74	33.5	31.3	51.98	32	32.75	32.23	48.86
21	33	56.34	34.7	31.6	57.47	33	33.85	32.30	56.91

22	32.92	60.56	35.2	31.2	55.64	32.3	33.75	32.06	58.10
23	32.71	62.68	35	31.5	53	32.5	33.75	32.11	57.84
24	33.93	42.63	34.4	32.9	49.7	33.8	34.10	33.42	46.17
25	35.14	36.96	35.1	33.9	42.18	34.3	34.70	34.52	39.57
26	34.45	50.1	35.2	33.2	53.99	34.6	34.90	33.83	52.05
27	33.69	44.08	34.2	32.6	45.05	33	33.60	33.15	44.57
28	32.97	55.3	34.6	32	53.78	33.1	33.85	32.49	54.54
29	35.89	39.27	36.5	36.8	39.48	37.5	37.00	36.35	39.38
30	32.8	48.43	33.6	32.2	48.71	32.8	33.20	32.50	48.57
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	32.93	52.18	34.08	31.95	50.38	32.74	33.41	32.44	51.28

Όπως παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 κατέγραψε κατά τον μήνα Αύγουστο 3 θερμοκρασίες UTCI που ανήκουν στην κατηγορία μέτριας θερμικής καταπόνησης και τις υπόλοιπες 26 να ανήκουν στην κατηγορία ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 4 ήταν (35.7 °C) στην 4η ημέρα, ενώ η ελάχιστη ήταν (31.6 °C) στην 12η ημέρα. Κατά τον ίδιο μήνα, ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατέγραψε θερμοκρασίες με μετρήσεις να ανήκουν στην κατηγορία μέτριας καταπόνησης και οι υπόλοιπες 21 στην κατηγορία ισχυρής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο Μετεωρολογικός Σταθμός ήταν (37.50 °C) στην 29η ημέρα, και η ελάχιστη ήταν 30.00 °C στην 10η ημέρα. Ο μέσος όρος των θερμοκρασιών UTCI για τον αστικό χώρο κατά τον Αύγουστο δείχνει ότι το 10% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 90% σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Αύγουστο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 29η ημέρα (37.00 °C), ενώ η ελάχιστη ήταν 30.90 °C στην 10η ημέρα. (βλ Πίνακας 13)

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο από τους αισθητήρες 1, 2, 3 και 5 που τοποθετήθηκαν στον πράσινο χώρο του πάρκου των Αγίων Αποστόλων. (βλ. Πίνακας 14)

Πίνακας 14 Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του πράσινου χώρου

	UTCI °C				
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 5	GS-average
<b>June</b>	29.10	27.30	27.80	28.10	28.08
<b>July</b>	34.70	32.50	33.00	33.40	33.40
<b>August</b>	34.10	31.50	32.90	31.60	32.53
<b>AVERAGE</b>	32.63	30.43	31.23	31.03	31.33

Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω πίνακα ο αισθητήρας 1 κατέγραψε τις υψηλότερες μετρήσεις για την μέση θερμοκρασία UTCI από όλους τους άλλους, με τον γενικό μέσο όρο θερμοκρασιών UTCI (32.63 °C) να τον κατατάσσει στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 1 συνέβαλλαν στην αύξηση των μέσων όρων των θερμοκρασιών και για ολόκληρο τον πράσινο χώρο καθώς ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος σε μέρος με απουσία δέντρων πλησίον παιδικής χαράς. Στον αντίποδα ο αισθητήρας 2 ο οποίος είναι τοποθετημένος εντός πυκνού δασυλλίου κατέγραψε τον ελάχιστο μέσο όρο θερμοκρασίας UTCI (30.43 °C) από όλους τους αισθητήρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι

υψηλότερες θερμοκρασίες UTCI καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 1 και 3 οι οποίοι είχαν τοποθετηθεί σε μέρος με έλλειψη πυκνής βλάστησης. Παρατηρείται ότι αισθητήρες του χώρου πρασίνου, κατέγραψαν κατά 66.70% για τους καλοκαιρινούς μήνες, Ιούλιο και Αύγουστο, μέσες θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής καταπόνησης ενώ τον Ιούνιο κατέγραψαν κατά 33.30% μέσες θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας καταπόνησης. Ο γενικός μέσος όρος της θερμοκρασίας UTCI που εξάχθηκε από την πράσινη περιοχή κατά τους θερινούς μήνες αντιστοιχίζεται σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης με γενικό μ.ό. θερμοκρασίας UTCI τους 31.33 °C.

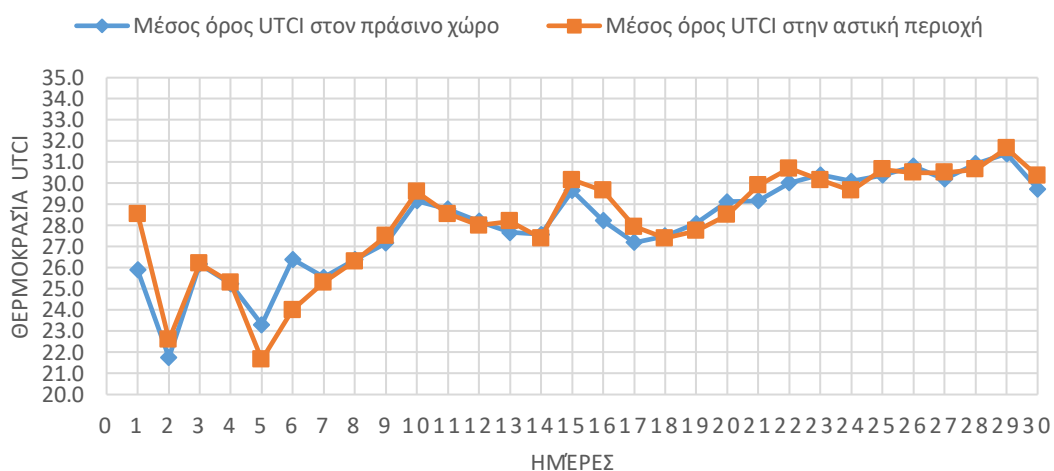
Ακολουθεί ο πίνακας με τους μέσους όρους των θερμοκρασιών UTCI των μηνών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου που εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων του αισθητήρα 4 και των δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται στο κέντρο των Χανίων και αντιστοιχούν στον αστικό χώρο έξω από την περιοχή μελέτης. (βλ Πίνακας 15)

Πίνακας 15 Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του αστικού χώρου

UTCI			
	Sensor 4	Meteorol. Station	US-average
June	28.7	28.18	28.44
July	34.3	34.13	34.22
August	34	33.41	33.70
AVERAGE	32.33	31.91	32.12

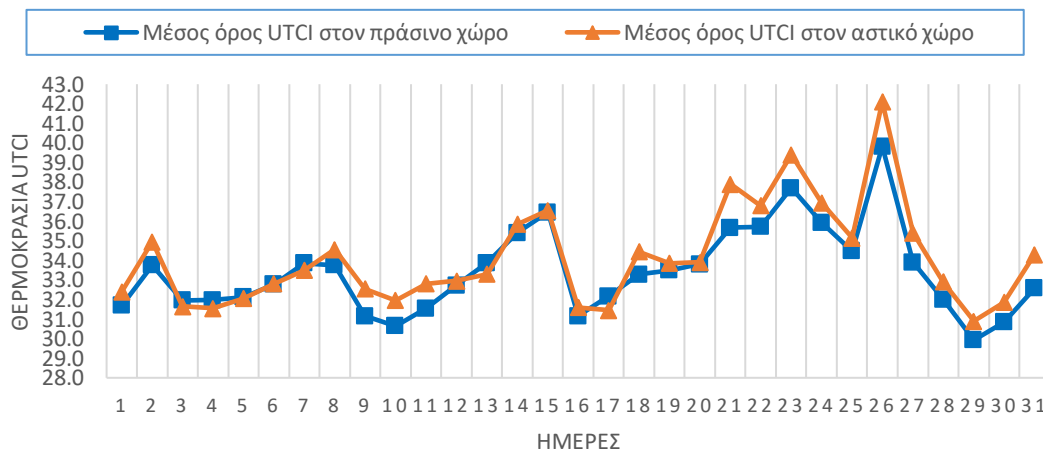
Παρατηρείται πως ο αισθητήρας 4 του αστικού χώρου ο οποίος τοποθετήθηκε σε απόσταση 600 μέτρων από τον πράσινο-μπλε χώρο, και Μετεωρολογικός Σταθμός στο κέντρο των Χανίων, κατέγραψαν κατά 66.70% για τους καλοκαιρινούς μήνες, Ιούλιο και Αύγουστο, μέσες θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής καταπόνησης. Τον Ιούνιο κατέγραψαν κατά 33.30% μέσες θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας καταπόνησης. Οι διαφορές του αισθητήρα 4 με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του Μετεωρολογικού Σταθμού είναι λογικές να υφίστανται καθώς το μοντέλο των αισθητήρων είναι διαφορετικό και η απόσταση μεταξύ τους είναι αρκετά μακρινή με διαφορετικό αστικό σκηνικό στον κάθε. Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες των μέσων όρων θερμοκρασιών UTCI για τους αισθητήρες του πρασίνου ο γενικός μέσος όρος της θερμοκρασίας UTCI που εξάχθηκε κατά τους θερινούς μήνες αντιστοιχίζεται σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης ενώ ο γενικός μέσος όρος της θερμοκρασίας UTCI που εξάχθηκε από την αστική περιοχή κατά τους θερινούς μήνες αντιστοιχίζεται σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Ειδικότερα τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο εντοπίζεται αισθητή διαφορά της τάξεως του 1 °C σε θερμοκρασία UTCI μεταξύ του χώρου πρασίνου και της αστικής περιοχής.

## ΜΕΣΟΣ ΌΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ UTCI ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΙΟΥΝΙΟ



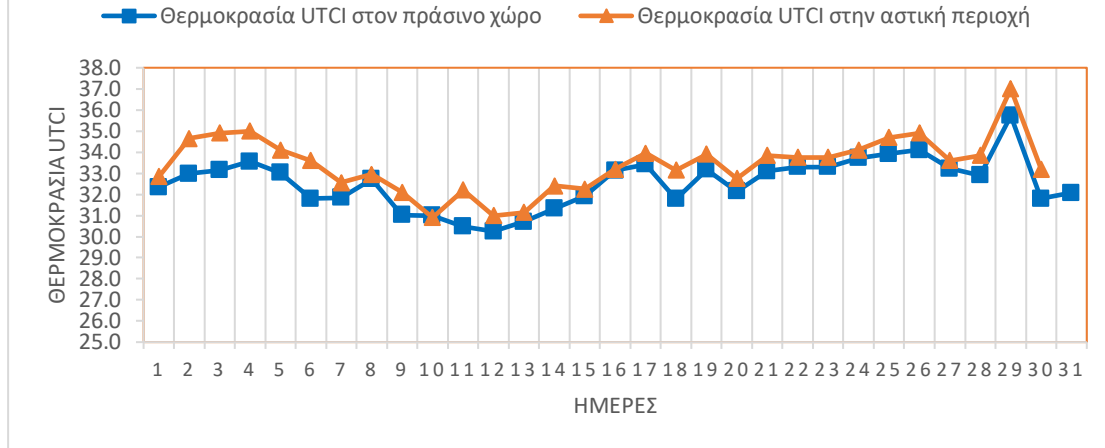
Εικόνα 19 Απεικόνιση του μέσου όρου της θερμοκρασίας UTCI στον πράσινο και στον αστικό χώρο για τον μήνα Ιούνιο

## ΜΕΣΟΣ ΌΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ UTCI ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟ



Εικόνα 20 Απεικόνιση του μέσου όρου της θερμοκρασίας UTCI στον πράσινο και στον αστικό χώρο για τον μήνα Ιούλιο

## ΜΕΣΟΣ ΌΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ UTCI ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟ



Εικόνα 21 Απεικόνιση του μέσου όρου της θερμοκρασίας UTCI στον πράσινο και στον αστικό χώρο για τον μήνα Αύγουστο

### 3.1.3(ii) Αποτελέσματα από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι πίνακες μετρήσεων UTCI οι οποίοι αναδεικνύουν τις διαφορές στις θερμοκρασίες UTCI κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των θερμοκρασιών του πάρκου των Αγίων Αποστόλων σε διαφορετικά σημεία. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, με τη χρήση του φορητού μετεωρολογικού σταθμού, επέτρεψε την αξιολόγηση της θερμοκρασίας UTCI σε σημεία ενδιαφέροντος που παρατηρείται έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτή η προσέγγιση αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι θερμοκρασίες επηρεάζουν την ανθρώπινη καταπόνηση στον πράσινο χώρο κατά τη διάρκεια του καύσωνα. Τέλος, παρουσιάζονται έξι χάρτες, καθένας εκ των οποίων αντιστοιχεί σε έναν από τους τρεις κύκλους μετρήσεων που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια των δύο ημερών με ακραίες θερμοκρασίες (καύσωνας) στον πράσινο χώρο στις 13 και 14 Ιουλίου. Οι χάρτες αναδεικνύουν τη διακύμανση των θερμοκρασιών UTCI με βάση τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε επιλεγμένα σημεία, χρησιμοποιώντας τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό και τη μέθοδο που περιεγράφηκε στην ενότητα 2.6.3.

Στους παρακάτω χάρτες παρουσιάζονται οι τιμές των θερμοκρασιών του αέρα, της σχετικής υγρασίας (%RH) και των θερμοκρασιών UTCI για κάθε σημείο μέτρησης. Τα μετρήσιμα στοιχεία σημειώνονται με κόκκινο χρώμα για τη θερμοκρασία αέρα, με άσπρο χρώμα για τη σχετική υγρασία, και με κίτρινο χρώμα για τις τιμές του UTCI. Μετά την παρουσίαση των χαρτών για κάθε ημέρα, ακολουθεί ο σχολιασμός και η σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 16 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1(σκιά) στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 1      13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	7:53	14:01	19:08
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ

<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	26.1	33.4	29.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων και ώρα 2μμ, φτάνοντας τους 33.4°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται τις ώρες 7:53πμ με θερμοκρασία 26.1°C, καθώς και στις 7:08μμ με θερμοκρασία 29.1°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 16)

Πίνακας 17 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 1 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:00	14:09	19:17
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	27.5	39	33.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων φτάνοντας τους 39°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στον πρωινό κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 27.5°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 33.1°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 17)

Πίνακας 18 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1 (σκιά) στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 1 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:05	14:30	19:17
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	26.4	34.8	32.4
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-



4μμ, φτάνοντας τους 34.8°. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 26.4°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 32.4°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο (βλ Πίνακας 18)

Πίνακας 19 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 1 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 1 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:13	14:39	19:10
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	28	40.8	37.7
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 40.8°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 28°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 37.7°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 19)

Πίνακας 20 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 2 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 2 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:10	14:20	19:28
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCI</b>	30.7	36	32.8
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 2, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 36°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 30.7°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 32.8°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 20)

Πίνακας 21 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 2 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 2 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:23	14:39	19:26
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCΙ</b>	31.6	37.6	37.2
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 2, οι μέγιστες τιμές UTCΙ εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 37.6°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 37.2°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 31.6°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο(βλ Πίνακας 21)

Πίνακας 22 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 3 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 3 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:17	14:30	19:38
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCΙ</b>	27.8	33.6	31.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 3, οι μέγιστες τιμές UTCΙ εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 33.6°C καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 31.1°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 27.8°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 22)

Πίνακας 23 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 3 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 3 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:37	15:03	19:35
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCΙ</b>	28.6	35.4	33.7
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 3, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 35.4°C καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 33.7°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 28.6°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 23)

Πίνακας 24 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 4 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 4 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:27	14:40	19:47
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΤΣΙΜΕΝΤΟ	ΤΣΙΜΕΝΤΟ	ΤΣΙΜΕΝΤΟ
<b>UTCI</b>	29.5	37.5	30.8
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 4, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 37.5°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 29.5°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 30.8°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 24)

Πίνακας 25 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 4 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 4 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:51	15:12	19:45
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΤΣΙΜΕΝΤΟ	ΤΣΙΜΕΝΤΟ	ΤΣΙΜΕΝΤΟ
<b>UTCI</b>	30.7	39.1	33.5
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 4, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 39.1°, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 33.5°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 30.7°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (Πίνακας 25)

Πίνακας 26 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 5 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 5 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:35	14:49	19:56
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCΙ</b>	33.4	36.9	31.3
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 5, οι μέγιστες τιμές UTCΙ εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 36.9°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 33.4°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 31.3°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (Πίνακας 26)

Πίνακας 27 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 5 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 5 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:59	15:20	19:53
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCΙ</b>	34.4	37.9	34.9
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 5, οι μέγιστες τιμές UTCΙ εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 37.9°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 34.4°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 34.9°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (Πίνακας 27)

Πίνακας 28 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 6 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:47	15:07	20:31
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCΙ</b>	35.8	40.4	32.2

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση
----------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	------------------------------

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 6 οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 40.4°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 35.8°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 32.2°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (Πίνακας 28)

Πίνακας 29 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 6 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:30	15:50	20:24
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	37	41.3	36.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 6, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 41.3°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 37°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 36.1°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 29)

Πίνακας 30 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6(σκιά) στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 6 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:54	15:17	20:23
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	30.7	35.1	30.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 34.8°. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 26.4°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία

32.4°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 30)

Πίνακας 31 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 6 (σκιά) στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 6 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:22	15:40	20:16
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	31.8	36.1	33.5
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 6, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 36.1°. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 31.8°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 33.5°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 31)

Πίνακας 32 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 7 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 7 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:15	15:38	20:41
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ
<b>UTCI</b>	33	42.2	28.3
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 7, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 42.2°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 33°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 28.3°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 32)

Πίνακας 33 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 7 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 7 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:50	16:10	20:48
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΣΚΙΑ

<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ	ΑΣΦΑΛΤΟΣ
<b>UTCI</b>	31.8	46.3	33.2
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Μέτρια θερμική καταπόνηση	Ακραία θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 7, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 46.3°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 31.8°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 33.2°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 33)

Πίνακας 34 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 8 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 8 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:05	15:22	20:41
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCI</b>	34	37.6	28.4
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 8, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 37.6°. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 34°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 28.4°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 34)

Πίνακας 35 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 8 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 8 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:41	16:02	20:35
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ	ΧΩΜΑ
<b>UTCI</b>	32.6	37.8	31.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 8, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 37.8°. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 32.6°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία



31.1°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 35)

Πίνακας 36 Καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 9 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 9 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:25	15:48	21:00
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	35	40.8	29.3
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Μέτρια θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 9, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 40.8°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 35°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 29.3°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 36)

Πίνακας 37 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 9 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 9 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	10:00	16:14	21:00
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΣΚΙΑ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ	ΑΜΜΟΣ
<b>UTCI</b>	36.9	39.9	32.1
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 9, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 39.9°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 36.9°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 32.1°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο. (βλ Πίνακας 37)

Πίνακας 38 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 10 στις 13/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 10 13/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	8:42	14:58	20:13

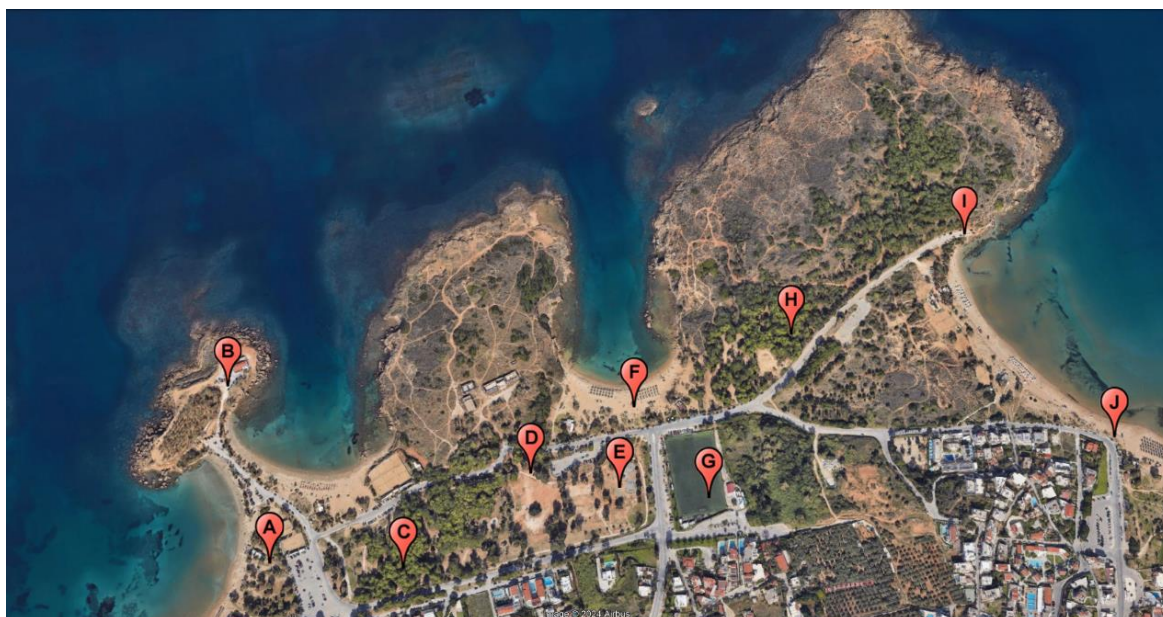
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ
<b>UTCI</b>	36	38.8	32.6
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 10, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 38.8°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 36°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 32.6°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο (βλ Πίνακας 38)

Πίνακας 39 καταγραφές των μετρήσεων για το σημείο 10 στις 14/07/2023

<b>ΣΗΜΕΙΟ 10 14/7/23</b>			
<b>ΩΡΑ</b>	9:09	15:19	20:04
<b>ΗΛΙΟΣ/ΣΚΙΑ</b>	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ	ΗΛΙΟΣ
<b>ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ
<b>UTCI</b>	34.4	38.2	34.7
<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ</b>	Ισχυρή θερμική καταπόνηση	Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση	Ισχυρή θερμική καταπόνηση

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε ότι στο σημείο μέτρησης 10, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στον δεύτερο κύκλο μετρήσεων κατά τις ώρες 2μμ-4μμ, φτάνοντας τους 38.2°C. Αντίστοιχα, οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται κατά τις ώρες 8μμ-10μμ με θερμοκρασία 34.4°C, καθώς και στις ώρες 7μμ-9μμ με θερμοκρασία 34.7°C. Η παρατήρηση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός ότι κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, και υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη, και δεν υπάρχει έντονη έκθεση του σημείου στον ήλιο (βλ Πίνακας 39)



Εικόνα 22 Απεικόνιση των δέκα σημείων μέτρησης

13/07/23 7:53-9:15



Εικόνα 23 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία ,θερμοκρασία UTCI το διάστημα 7:50-9:15 στις 13/07/23



13/07/23 14:01-15:48



Εικόνα 24 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία UTCI το διάστημα 14:00-15:50 στις 13/07/23

13/07/23 19:08-21:00



Εικόνα 25 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία UTCI το διάστημα 19:10-21:00 στις 13/07/23



14/07/23 08:05-10:00



Εικόνα 26 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία UTCI το διάστημα 7:30-9:30 στις 14/07/23

14/07/23 14:30-16:10



Εικόνα 27 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία UTCI το διάστημα 14:30-16:10 στις 14/07/23

14/07/2023 19:35-21:05



Εικόνα 28 Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, θερμοκρασία UTCI το διάστημα 19:35-21:05 στις 14/07/23

Στους παραπάνω χάρτες παρουσιάζονται οι τιμές των θερμοκρασιών του αέρα, της σχετικής υγρασίας (%RH) και των θερμοκρασιών UTCI για κάθε σημείο μέτρησης. Τα μετρήσιμα στοιχεία σημειώνονται με κόκκινο χρώμα για τη θερμοκρασία αέρα, με άσπρο χρώμα για τη σχετική υγρασία, και με κίτρινο χρώμα για τις τιμές του UTCI. Αξίζει να αναφερθεί ότι σημεία που υπάρχει έντονη βλάστηση (C και H) παρουσιάζονται από μέτριες έως υψηλές συνθήκες καταπόνησης, ενώ στα υπόλοιπα σημεία που είναι εκτεθειμένα στον ήλιο οι συνθήκες που κυριαρχούν ιδίως τις μεσημεριανές ώρες αντιστοιχούν σε πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Οι διαφορές των μετρήσεων επιβεβαιώνονται και από τους κατά τόπους αισθητήρες.

### 3.1.4 Αποτελέσματα για τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων για τον δείκτη ψύξης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος. Όπως περιεγράφηκε στο κεφάλαιο 2.3.4, οι θερμοκρασίες που σχετίζονται με την ψύξη του αστικού χώρου από το πάρκο των Αγίων Αποστόλων αξιολογήθηκαν με βαθμολογία από 1 έως 5. Για να διευκολυνθεί η κατανόηση των αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκε ένας πίνακας που παρουσιάζει το εύρος των τιμών που αντιστοιχούν σε κάθε βαθμολογία. Στον πίνακα αυτόν προστέθηκαν χρωματικές αναπαραστάσεις για ευκολότερη κατηγοριοποίηση των θερμοκρασιών ψύξης. (βλ. Πίνακας 40)

Πίνακας 40 Βαθμολογία θερμοκρασιών της ψύξης του περιβάλλοντος

Εύρος ψύξης αέρα περιβάλλοντος (°C)	Βαθμολογία	
<1	1	
1-1.7	2	
1.7-2.3	3	
2.3-3	4	
>3	5	



Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ψύξης του αστικού χώρου από τον πράσινο, τα οποία προκύπτουν από την αφαίρεση των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες του αστικού χώρου με αυτές του πράσινου χώρου για κάθε μήνα της θερινής περιόδου. (βλ. Πίνακας 41)

Πίνακας 41 Αποτελέσματα για την ψύξη του αέρα του αστικού χώρου από το πάρκο των αγίων αποστόλων

Ψύξη αέρα περιβάλλοντος (°C)			
	June	July	August
1	3.03	1.04	1.48
2	1.00	1.29	3.18
3	0.25	0.07	1.04
4	0.53	0.04	1.77
5	0.21	0.43	1.02
6	0.22	0.16	1.15
7	0.51	0.09	0.79
8	0.24	1.35	0.97
9	0.69	2.16	2.79
10	0.81	2.55	0.56
11	0.02	0.17	2.68
12	0.34	1.26	1.22
13	0.20	0.80	1.03
14	0.39	0.02	0.63
15	1.71	0.55	1.69
16	0.52	0.05	1.11
17	0.01	0.38	0.65
18	0.10	1.86	1.44
19	0.37	1.11	1.18
20	0.86	0.37	1.63
21	1.50	0.46	1.20
22	1.44	1.67	1.24
23	0.41	1.44	1.23
24	0.62	1.71	0.52
25	1.75	0.63	1.04
26	0.16	1.16	0.70
27	1.12	0.43	0.89
28	0.10	1.25	1.01
29	0.33	0.17	0.48
30	1.55	2.06	1.67
31		1.45	
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	0.7	0.91	1.27



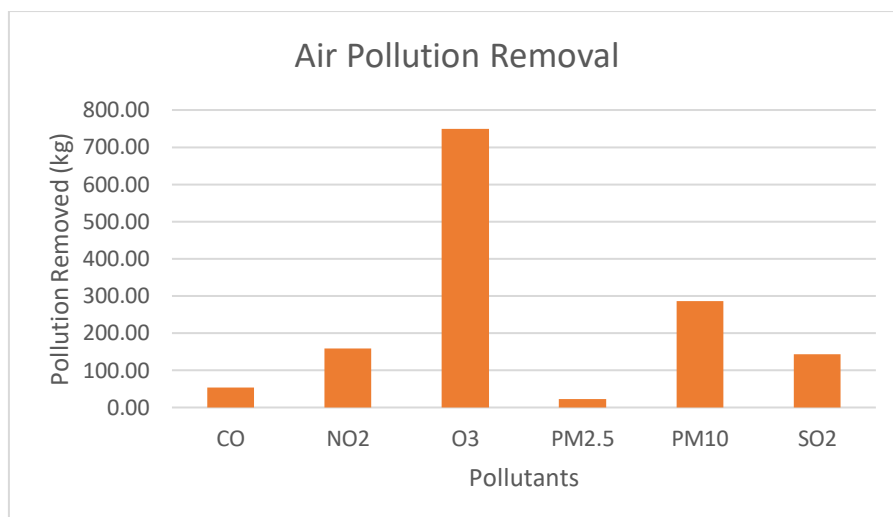
Ο παραπάνω πίνακας αναδεικνύει τη σημαντική επίδραση του πράσινου χώρου στη ψύξη του αστικού περιβάλλοντος κατά τους θερινούς μήνες. Συγκεκριμένα, για τον μήνα Ιούνιο, παρατηρείται ότι η ψύξη αντιστοιχεί σε ποσοστά βάσει πενταπλής κλίμακας, ειδικότερα το 72% αντιστοιχεί στην βαθμολογία 1, κατά 16.6% στην βαθμολογία 2, κατά 6.6% στη βαθμολογία 3, και τέλος κατά 4.8% στη βαθμολογία 4 της κλίμακας. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο παρατηρείται κατά την 1η ημέρα του μήνα Ιουνίου με θερμοκρασία 3,03°C, ενώ η ελάχιστη ψύξη σημειώνεται την 17η ημέρα του ίδιου μήνα με θερμοκρασία 0.01°C. Κατά τον μήνα Ιούλιο, η ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο χαρακτηρίζεται με ποσοστά κατάταξης ως εξής: 61.2% για βαθμολογία 1, 25.8% για βαθμολογία 2, 13% για βαθμολογία 3, 19.35% στην κλίμακα. Στην 24η ημέρα του μήνα Ιουλίου, η μέγιστη ψύξη ανέρχεται στους 3.31°C την 30<sup>η</sup> ημέρα, ενώ η ελάχιστη ψύξη σημειώνεται την 14η ημέρα του μήνα με θερμοκρασία 0.05°C. Όσον αφορά τον μήνα Αύγουστο, η ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο κατανέμεται ως εξής: 30% για βαθμολογία 1, 56.6% για βαθμολογία 2, 3.3% για βαθμολογία 3, και 6,6% για βαθμολογία 4 και 3.3% για βαθμολογία 5 στην κλίμακα. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο παρατηρείται στην 2η ημέρα του μήνα Αυγούστου με θερμοκρασία 3.18°C, ενώ η ελάχιστη ψύξη σημειώνεται την 29η ημέρα του ίδιου μήνα με θερμοκρασία 0.48°C. Συνοψίζοντας η διαφορά του μέσου όρου των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών μεταξύ των αστικών χώρων και του χώρου πρασίνου για τον μήνα Ιούνιο ανέρχεται σε 0.7°C αντιστοιχίζοντας την στην κατηγορία 1 σύμφωνα με τον Πίνακα 40. Για τον Ιούλιο η διαφορά του μέσου όρου των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών μεταξύ των αστικών χώρων και του χώρου πρασίνου ανέρχεται σε 0.91°C αντιστοιχίζοντας την πάλι στην κατηγορία 1 σύμφωνα με τον Πίνακα 40, ενώ για τον μήνα Αύγουστο η διαφορά ανέρχεται στους 1.27°C κατατάσσοντας στον στην 2 κατηγορία του Πίνακα 40.

### **3.2 Αποτελέσματα δεικτών ποιότητας του αέρα**

#### **3.2.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της δέσμευσης/απομάκρυνσης O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> και CO από τη βλάστηση**

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το λογισμικό I-Tree Eco, τα οποία αφορούν τον υπολογισμό της απομάκρυνσης/δέσμευσης αέριων ρύπων, όπως το οζόν (O<sub>3</sub>), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>), και το οξείδιο του άνθρακα (CO) από τη βλάστηση. Το λογισμικό παράγει ένα διάγραμμα που αναπαριστά την ετήσια απομάκρυνση ρύπων από τα δέντρα στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων. Το διάγραμμα παρουσιάζει την ποσότητα αέριων ρύπων που απομακρύνονται (σε κιλά).

Ο άξονας x αναπαριστά τους αέριους ρύπους που απομακρύνονται από τα δέντρα του πράσινου χώρου, ενώ ο άξονας y αναφέρεται στην ποσότητα κάθε ρύπου που απομακρύνεται (σε κιλά). (βλ. **Error! Reference source not found.**)



Εικόνα 29 Ετήσια απομάκρυνση ρύπανσης (σημεία) από τα αστικά δέντρα του Πάρκου των Αγίων Αποστόλων

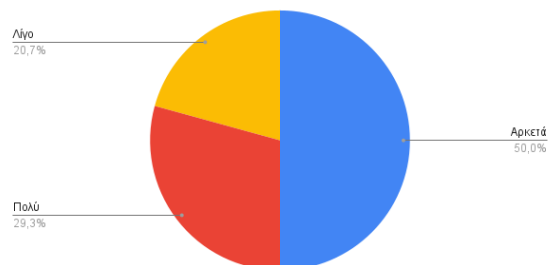
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα(βλ.**Error! Reference source not found.** κιλά/χρόνο, τα δέντρα του πάρκου των Αγίων Αποστόλων απομακρύνουν περίπου περίπου 750 kg O<sub>3</sub> από την ατμόσφαιρα. Η απομάκρυνση αυτή συνεισφέρει στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Στην συνέχεια ακολουθεί η απομάκρυνση σχεδόν 275kg μικροσωματιδίων PM<sub>10</sub> ετησίως, συμβάλλοντας στην προστασία της υγείας των κατοίκων. Έπειτα, ακολουθούν οι ετήσιες απομακρύνσεις των NO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> αντίστοιχα από τα δέντρα του πράσινου χώρου οι οποίες αγγίζουν περίπου τα 165 kg η κάθε μία. Τέλος ακολουθεί το CO και τα PM<sub>2.5</sub> κατά 45 kg και 15 kg ετησίως.

### 3.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

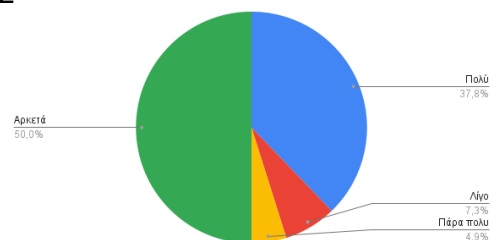
Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο, μετά τη συλλογή 82 απαντήσεων του.

Η πρώτη ερώτηση αφορά στην γνώμη των πολιτών για το κατά πόσο βρίσκουν το χώρο αυτό ελκυστικό από άποψη αισθητικής, χρωμάτων, οσμών και ήχου. Το 50% των ερωτηθέντων απάντησε ότι βρίσκει “αρκετά” ελκυστικό το πάρκο των Αγίων Αποστόλων, 29% των ερωτηθέντων το θεωρεί “πολύ” ελκυστικό, ενώ το υπόλοιπο 20,7% το θεωρεί “λίγο”.

1

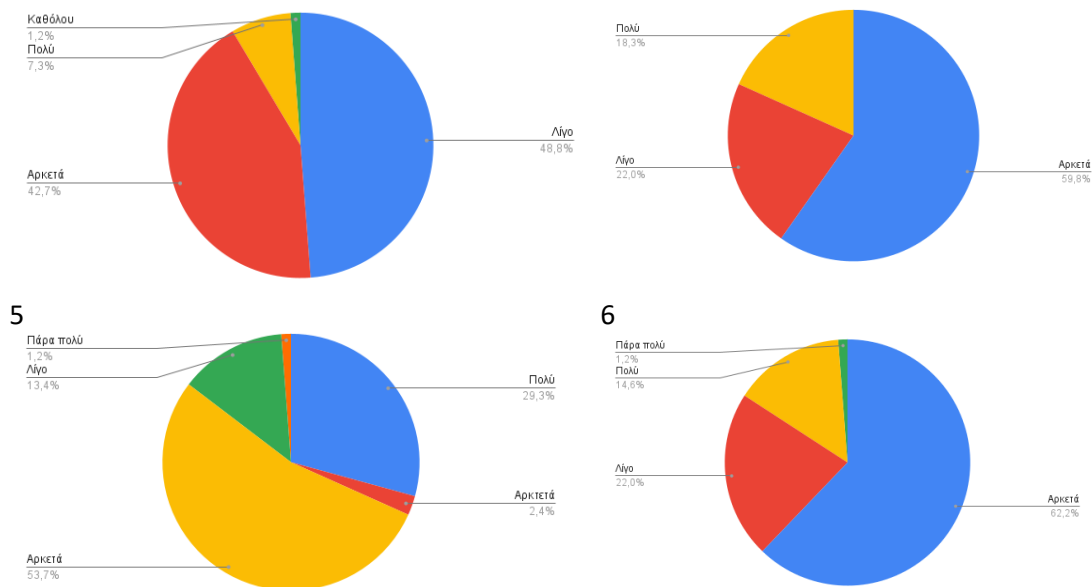


2



3

4



*Εικόνα 30 Ποσοστιαία κατανομή της κάθε ερώτησης (1: ελκυστικότητα ως προς την αισθητική, χρώμα, οσμές και ήχος, 2: κοινωνική αλληλεπίδραση/χαλάρωση /σωματική δραστηριότητα, 3: ικανοποίηση για την γενική συντήρηση του χώρου, 4: αίσθημα ασφαλείας, 5: προσβασιμότητα, 6: επίπεδα θορύβου)*

Η δεύτερη ερώτηση αφορά στην γνώμη των πολιτών για το κατά πόσο βρίσκουν το χώρο ελκυστικό για κοινωνική αλληλεπίδραση / χαλάρωση /σωματική δραστηριότητα. Το 50% των ερωτηθέντων απάντησε ότι βρίσκει “αρκετά” ελκυστικό το πάρκο των Αγίων Αποστόλων ,37,8% των ερωτηθέντων το θεωρεί “πολύ” ελκυστικό, το 4,9% το θεωρεί “πάρα πολύ ενώ το υπόλοιπο 7,3% το θεωρεί “λίγο”

Η τρίτη ερώτηση αναφέρεται στο κατά πόσο οι πολίτες ,είναι ικανοποιημένοι με τη γενική συντήρηση του χώρου (καθαριότητα ,συντήρηση του αστικού εξοπλισμού και της βλάστησης) Το 48,8% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι “λίγο” ικανοποιημένοι με την γενική συντήρηση του πάρκου των Αγίων Αποστόλων ,42,7% των ερωτηθέντων είναι “αρκετά” ικανοποιημένοι , το 4,9% είναι “ πολύ ενώ ενώ το υπόλοιπο 1,2% “λίγο” .

Η τέταρτη ερώτηση αφορά στην γνώμη των πολιτών για το κατά πόσο βρίσκουν το χώρο ασφαλή .Το 59.8% των ερωτηθέντων απάντησε ότι βρίσκει “αρκετά” ασφαλή το πάρκο των Αγίων Αποστόλων ,18,3% των ερωτηθέντων το θεωρεί “πολύ” ασφαλή, ενώ το 22% το θεωρείτο “λίγο” ασφαλή.

Η πέμπτη ερώτηση αναφέρεται στο κατά πόσο εύκολη είναι η προσβασιμότητα του πάρκου από τους πολίτες. Το 57,3% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι “αρκετά”προσβάσιμο το πάρκο,29,3% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι “πολύ” προσβάσιμο , το 4,9% είναι “ πολύ ενώ ενώ το υπόλοιπο 1,2% “λίγο”

Η τελευταία ερώτηση αφορά στην άποψη των πολιτών για το κατά πόσο βρίσκουν ικανοποιητικά τα επίπεδα θορύβου στο χώρο πάρκο .Το 62,2% των ερωτηθέντων απάντησε ότι βρίσκει “αρκετά” ικανοποιητικά τα επίπεδα θορύβου στο πάρκο των Αγίων Αποστόλων ,22% των ερωτηθέντων θεωρεί “λίγο” ικανοποιητικά , το 14,6% το θεωρεί “πολύ” ,και 1,2% “πάρα πο. (βλ Εικόνα 30)

#### 4 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία ανέδειξε το πάρκο των Αγίων Αποστόλων ως το μεγαλύτερο και πιο πολυσύχναστο πάρκο στα Χανιά, με έκταση 540 στρεμμάτων και συνολικό πράσινο χώρο που περιλαμβάνει 1991 δέντρα. Κυρίαρχο είδος δέντρου είναι η χαλέπιος πεύκη, ακολουθούμενη από τον ευκάλυπτο, το αλμυρίκι και τέλος την ελιά και τον φοίνικα. Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών, προκύπτει ότι η ετήσια ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα του πάρκου ανέρχεται σε περίπου 23 τόνους, με την αποθήκευση να φτάνει τους 1109 τόνους άνθρακα.

Αναφορικά με τις μετρήσεις θερμοκρασίας, ο μέγιστος μέσος όρος των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών καταγράφηκε κατά τον μήνα Ιούλιο, ενώ η ελάχιστη καταγράφηκε τον Ιούνιο. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας ψύξης του περιβάλλοντος αέρα δείχνουν ότι, κατά μέσο όρο, ο πράσινος χώρος παρέχει ψύξη στον αστικό χώρο κατά περίπου 1°C, με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται τον Αύγουστο. Επιπρόσθετα, ο παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (UTCI) κατέδειξε σημαντικές διαφορές στις συνθήκες θερμικής καταπόνησης μεταξύ του πράσινου χώρου και της αστικής περιοχής, καθώς και εντός του ίδιου του χώρου πρασίνου, ειδικά κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στις θερμικές καταπονήσεις εντός του πράσινου χώρου, από πολύ έντονες έως μέτριες, λόγω της διαφοροποίησης της πυκνότητας της βλάστησης στα σημεία μέτρησης. Οι θερμοκρασίες του πράσινου χώρου ποικίλουν ανάλογα με το επίπεδο της βλάστησης, με τις περιοχές με πυκνή βλάστηση να παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με τον αστικό χώρο και άλλες περιοχές με λιγότερη βλάστηση. Αυτή η διακύμανση στη θερμική καταπόνηση και τις θερμοκρασιακές διαφορές αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τη λήψη μελλοντικών σχεδιαστικών αποφάσεων από πολεοδόμους και μηχανικούς.

Από τους υπολογισμούς του λογισμικού I-Tree Eco προκύπτει ακόμη ότι τα δέντρα του πράσινου χώρου απομακρύνουν σημαντικές ποσότητες ρύπων από την ατμόσφαιρα, συνεισφέροντας έτσι στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και στην προστασία της υγείας των κατοίκων.

Τέλος, η συλλογή της άποψης των πολιτών για θέματα που αφορούν την αισθητική, την προσβασιμότητα και την ασφάλεια των πράσινων χώρων είναι ζωτικής σημασίας για τον σχεδιασμό χώρων που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της κοινότητας.

Η γνώση αυτών των παραμέτρων μπορεί να βοηθήσει στον σχεδιασμό και τη διαχείριση των πράσινων χώρων με τρόπο που να βελτιώνει την ποιότητα ζωής των κατοίκων και να προάγει την υγεία τους. Επιπλέον, η εγκατάσταση ενός πυκνού δικτύου αισθητήρων τόσο στον πράσινο όσο και στον αστικό χώρο θα προσφέρει συνεχείς μετρήσεις δεδομένων, επιτρέποντας έτσι την πιο ακριβή εκτίμηση των θερμικών συνθηκών και των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Αυτό θα επιτρέψει στους πολεοδόμους μηχανικούς να λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των πράσινων χώρων, λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις και τις ανάγκες του πληθυσμού. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλες πόλεις για την αξιολόγηση και τη σύγκριση των πράσινων χώρων και τη δημιουργία βέλτιστων πρακτικών σχεδιασμού.

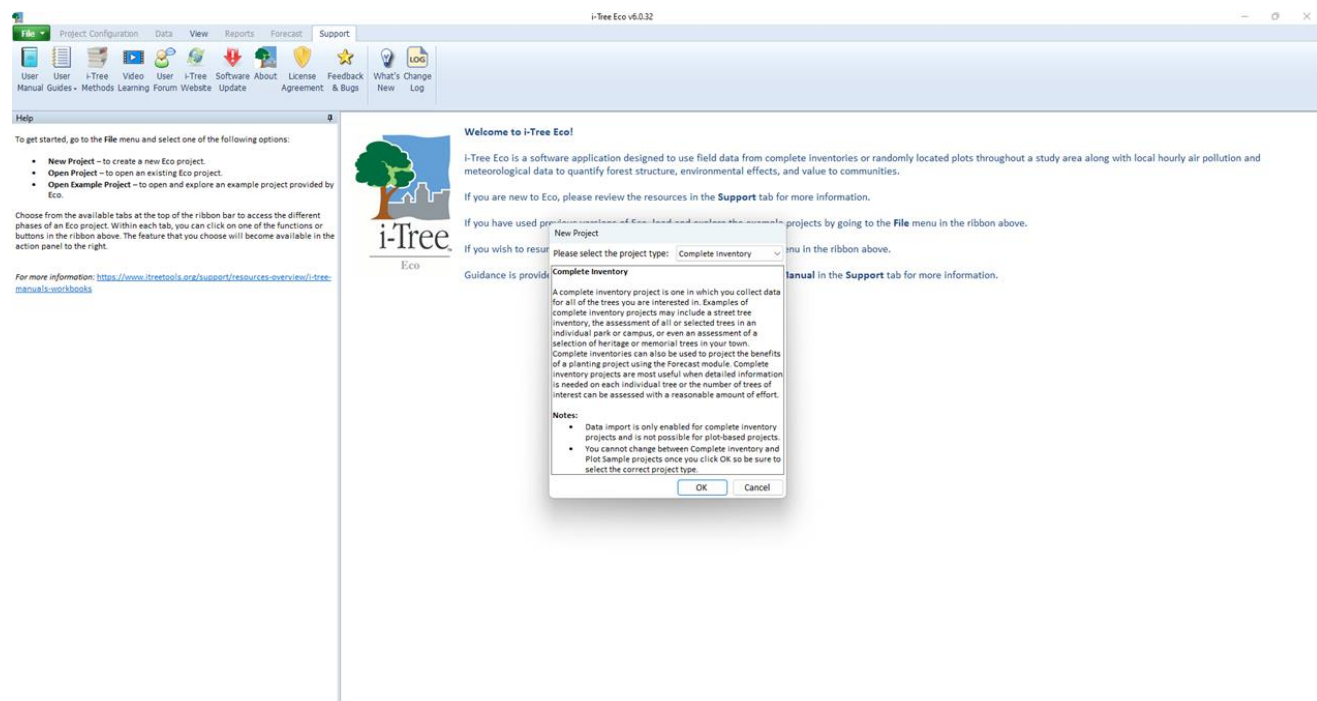
## REFERENCES

- [1] M. Santamouris και D. Kolokotsa, 'On the impact of urban overheating and extreme climatic conditions on housing, energy, comfort and environmental quality of vulnerable population in Europe', *Energy Build.*, τ. 98, σσ. 125–133, Ιουλίου 2015, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.08.050.
- [2] IUCN, International Union for Conservation of Nature, *IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS: first edition*, 1η έκδ. IUCN, International Union for Conservation of Nature, 2020. doi: 10.2305/IUCN.CH.2020.08.en.
- [3] D. Kolokotsa, Aikaterini A. Lilli, Maria A. Lilli, Nikolaos P. Nikolaidis, 'On the impact of nature-based solutions on citizens' health & well being', *Energy Build.*, τ. 229, σ. 110527, Δεκεμβρίου 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110527.
- [4] European Commission. Directorate General for Research and Innovation., *Evaluating the impact of nature-based solutions: appendix of methods*. LU: Publications Office, 2021. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Οκτώβριος 2023. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/11361>
- [5] P. J. Villeneuve κ.ά., 'A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada', *Environ. Res.*, τ. 115, σσ. 51–58, Δεκεμβρίου 2012, doi: 10.1016/j.envres.2012.03.003.
- [6] C. Ward Thompson, J. Roe, P. Aspinall, R. Mitchell, A. Clow, και D. Miller, 'More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence from salivary cortisol patterns', *Landsc. Urban Plan.*, τ. 105, τχ. 3, σσ. 221–229, Απριλίου 2012, doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.12.015.
- [7] E. Thiering κ.ά., 'Associations of Residential Long-Term Air Pollution Exposures and Satellite-Derived Greenness with Insulin Resistance in German Adolescents', *Environ. Health Perspect.*, τ. 124, τχ. 8, σσ. 1291–1298, Αυγούστου 2016, doi: 10.1289/ehp.1509967.
- [8] B. Balseviciene κ.ά., 'Impact of Residential Greenness on Preschool Children's Emotional and Behavioral Problems', *Int. J. Environ. Res. Public Health*, τ. 11, τχ. 7, σσ. 6757–6770, Ιουλίου 2014, doi: 10.3390/ijerph110706757.
- [9] R. Pilli, S. J. Kull, V. N. B. Blujdea, και G. Grassi, 'The Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM-CFS3): customization of the Archive Index Database for European Union countries', *Ann. For. Sci.*, τ. 75, τχ. 3, Art. τχ. 3, Σεπτεμβρίου 2018, doi: 10.1007/s13595-018-0743-5.
- [10] '<https://natural-resources.canada.ca/climate-change/climate-change-impacts-forests/carbon-accounting/carbon-budget-model/13107>'.
- [11] F. A. Chrenko, 'Paper 8: Thermal Comfort', *Proc. Inst. Mech. Eng. Conf. Proc.*, τ. 182, τχ. 5, σσ. 13–19, Σεπτεμβρίου 1967, doi: 10.1243/PIME\_CONF\_1967\_182\_147\_02.
- [12] D. Fiala, G. Havenith, P. Bröde, B. Kampmann, και G. Jendritzky, 'UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation', *Int. J. Biometeorol.*, τ. 56, τχ. 3, σσ. 429–441, Μαΐου 2012, doi: 10.1007/s00484-011-0424-7.
- [13] K. Błażejczyk κ.ά., 'Principles of the New Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its Application to Bioclimatic Research in European Scale', *Misc. Geogr.*, τ. 14, τχ. 1, σσ. 91–102, Δεκεμβρίου 2010, doi: 10.2478/mgrsd-2010-0009.
- [14] '<https://www.eclass.tuc.gr/modules/document/index.php?course=MHPER278&openDir=/65e6c722DirP/621a462bcay3/62404b2ewPWX>'.
- [15] L. F. M. Francis και M. B. Jensen, 'Benefits of green roofs: A systematic review of the evidence for three ecosystem services', *Urban For. Urban Green.*, τ. 28, σσ. 167–176, Δεκεμβρίου 2017, doi: 10.1016/j.ufug.2017.10.015.

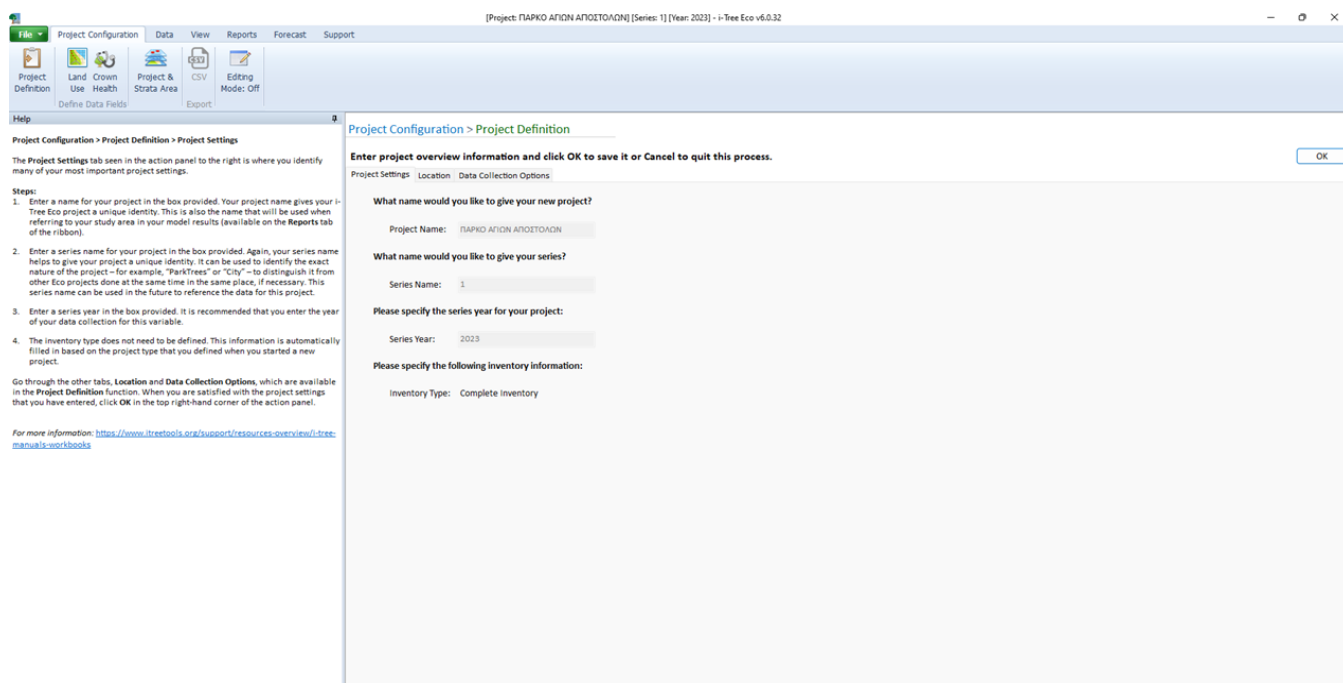
- [16] K. R. Gunawardena, M. J. Wells, και T. Kershaw, 'Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity', *Sci. Total Environ.*, τ. 584–585, σσ. 1040–1055, Απριλίου 2017, doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.158.
- [17] L. Shashua-Bar και M. E. Hoffman, 'Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees', *Energy Build.*, τ. 31, τχ. 3, σσ. 221–235, Απριλίου 2000, doi: 10.1016/S0378-7788(99)00018-3.
- [18] 'Report: Impacts of Vegetation on Urban Air Pollution - Defra, UK'. Ημερομηνία πρόσβασης: 8 Ιανουάριος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: [https://uk-air.defra.gov.uk/library/reports.php?report\\_id=966](https://uk-air.defra.gov.uk/library/reports.php?report_id=966)
- [19] D. J. Nowak, 'Understanding i-Tree: 2021 Summary of programs and methods', U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Madison, WI, NRS-GTR-200-2021, 2021. doi: 10.2737/NRS-GTR-200-2021.
- [20] 'What is i-Tree?' Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Ιανουάριος 2024. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.itreetools.org/about>
- [21] '[https://www.itreetools.org/documents/275/EcoV6\\_UsersManual.2021.09.22.pdf](https://www.itreetools.org/documents/275/EcoV6_UsersManual.2021.09.22.pdf)'.

## 6 Παράρτημα

### 6.1 Παράρτημα 1 (Βήματα δημιουργίας του λογισμικού I-TREE ECO)



Εικόνα 31 Δημιουργία νέου project



Εικόνα 32 Εισαγωγικά στοιχεία του project (όνομα αριθμός έκδοσης, έτος δημιουργίας)



[Project: ΠΑΡΚΟ ΑΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ] [Series: 1] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

Project Configuration > Project Definition

Enter project overview information and click OK to save it or Cancel to quit this process.

Project Settings: Location Data Collection Options

Please select a location to use for your project:

Hint: Use the Delete key to clear a selection.

Not all cities for international locations are available due to limitations of information provided by cooperators. Select a nearby representative location in these cases. For more information, please see: <https://database.i-tree.org/#/cabi/cabi-locations>

Nation: Greece Please check adjacent Counties/Regions/Divisions/etc. for specific locations that may straddle these areas. E.g. Columbus, Ohio, USA is listed under Delaware county, although expected in Franklin county.

State: Nisia Aigaiou, Krb

County: Xania

Place: Chania

Is the study area Urban? ☒

Population: 54559

Population per km<sup>2</sup>: 4.3

Please specify the following years for your project:

Weather & Pollution Year: 2015 (Weather and Pollution) Show Pollution Stations

Please select a weather station to use for your project:

Weather Station: 167400-99999 Show Map

Notes:

- For help classifying your study area as urban or rural, urban areas are typically defined as areas of high population density, at least 500 people per square mile (193 people per square kilometer). For additional urban land definitions, see the U.S. Census Bureau.

Εικόνα 33 Εισαγωγή στοιχείων που αφορούν την τοποθεσία τον πληθυσμό και μετεωρολογικά δεδομένα

[Project: ΠΑΡΚΟ ΑΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ] [Series: 1] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

Project Configuration > Project Definition

Enter project overview information and click OK to save it or Cancel to quit this process.

Project Settings: Location Data Collection Options

What units will you be using during your data collection?

☒ English ☐ Metric

These fields MUST be collected!

These fields are optional and HIGHLY RECOMMENDED to improve model estimations.

These fields are optional.

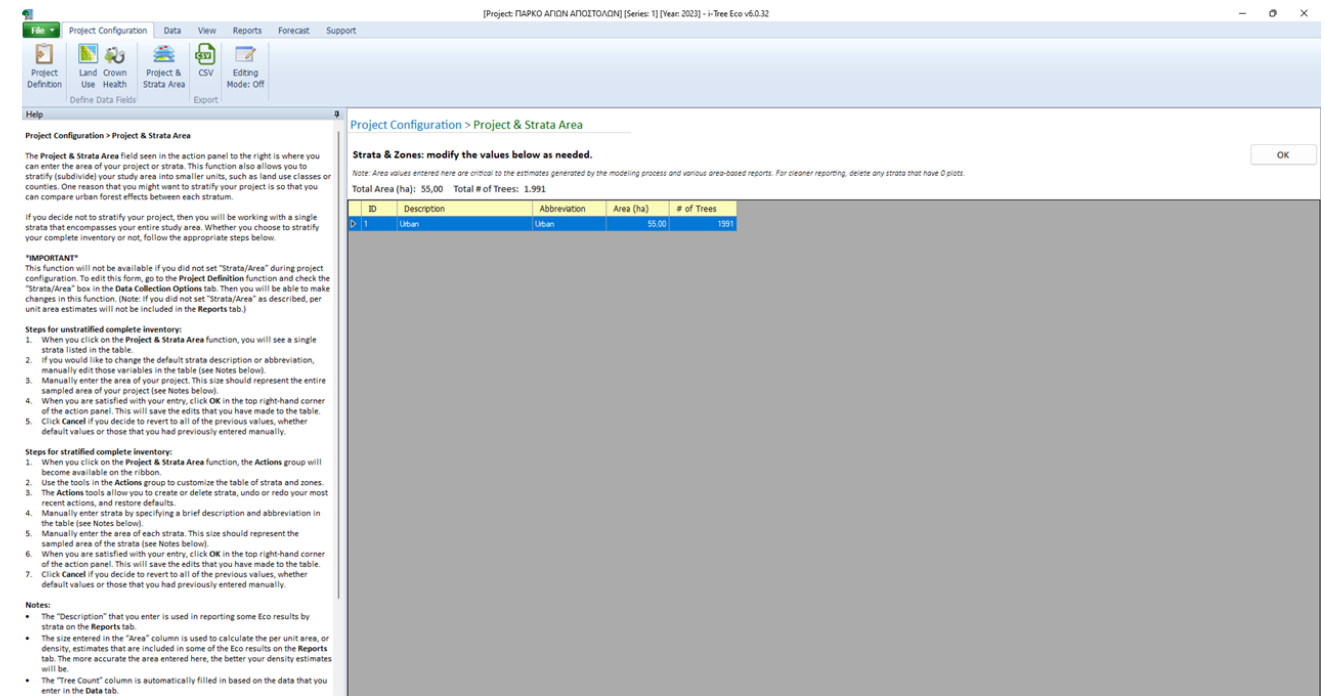
Tree Information

Use this table to help guide your field data collection decisions:

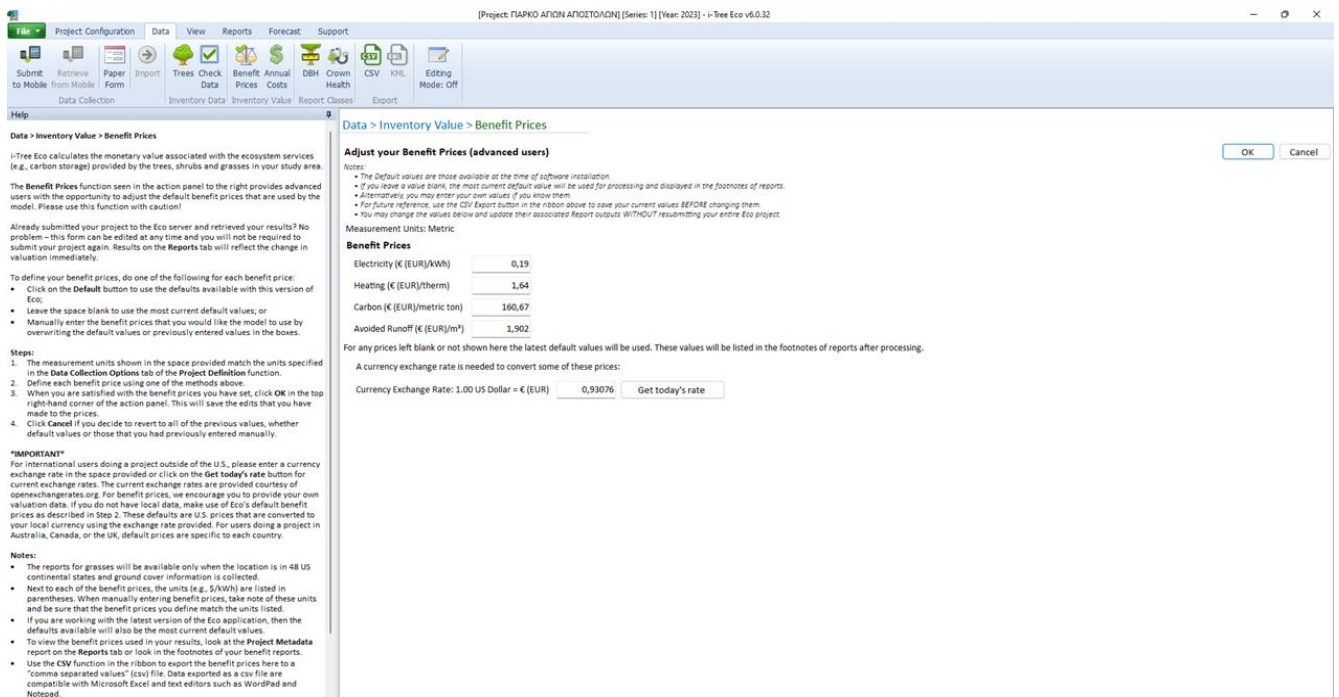
The Description column provides more information about each data variable. The extra model components shown in the right-hand columns require certain optional data to be collected. The optional data that must be collected for each extra model component are designated by an "X".

Data Variables	Description	Energy	Pests (IPED)
Minimum required fields			
Species	Identify and record the species and genus names of each tree	REQUIRED	
DBH	Exact measurement or categories of the tree stem diameter at breast	REQUIRED	

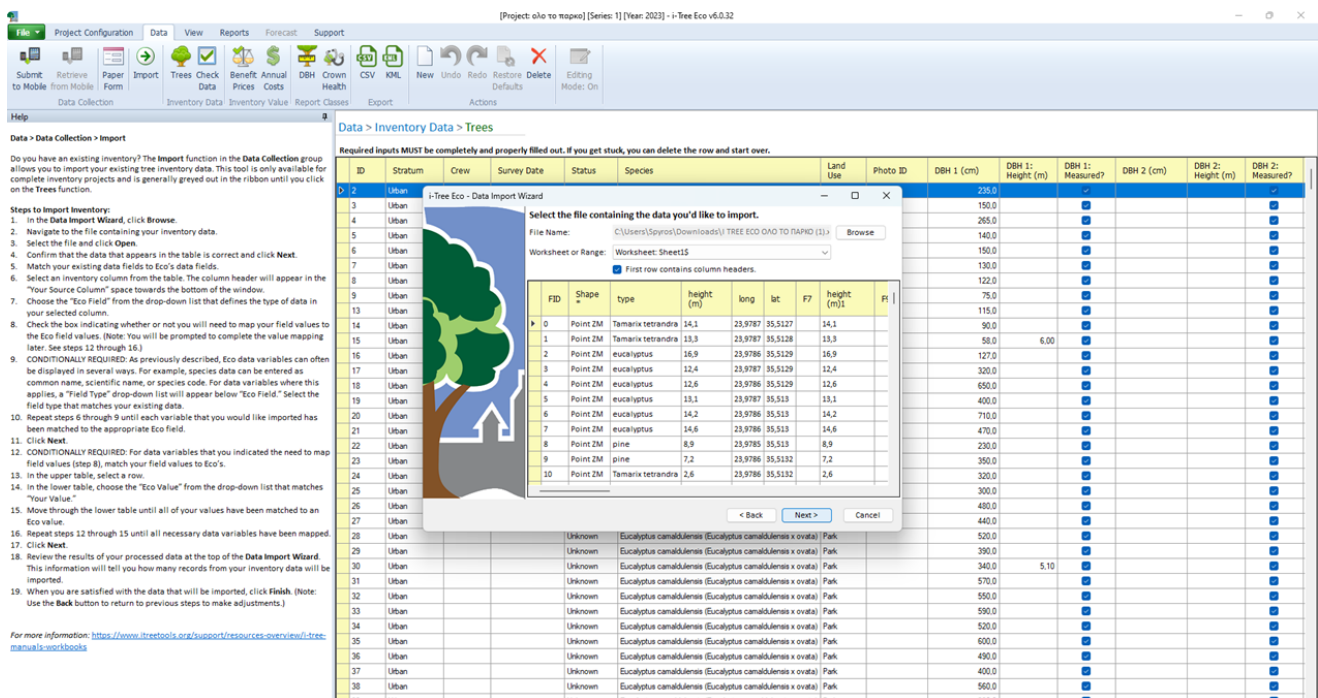
Εικόνα 34 Εισαγωγή των στοιχείων που θα επεξεργαστεί το μοντέλο



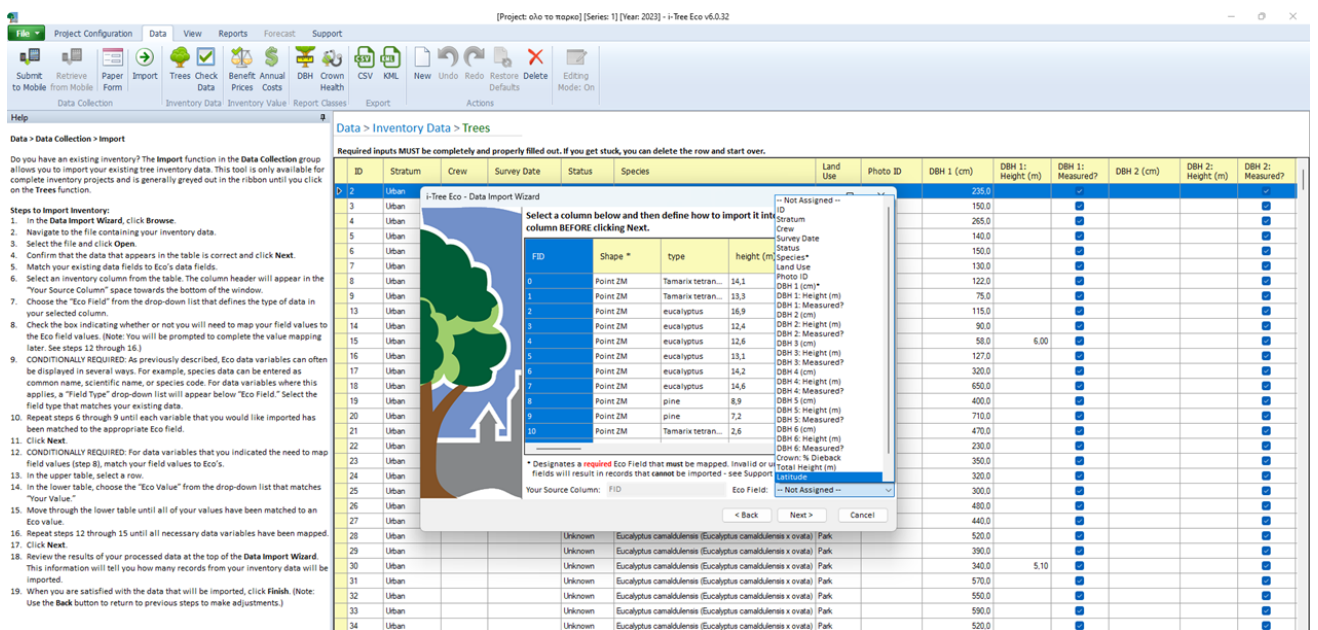
Εικόνα 35 Εισαγωγή στοιχείων της περιοχής μελέτης



Εικόνα 36 Επιλογή των benefit prices

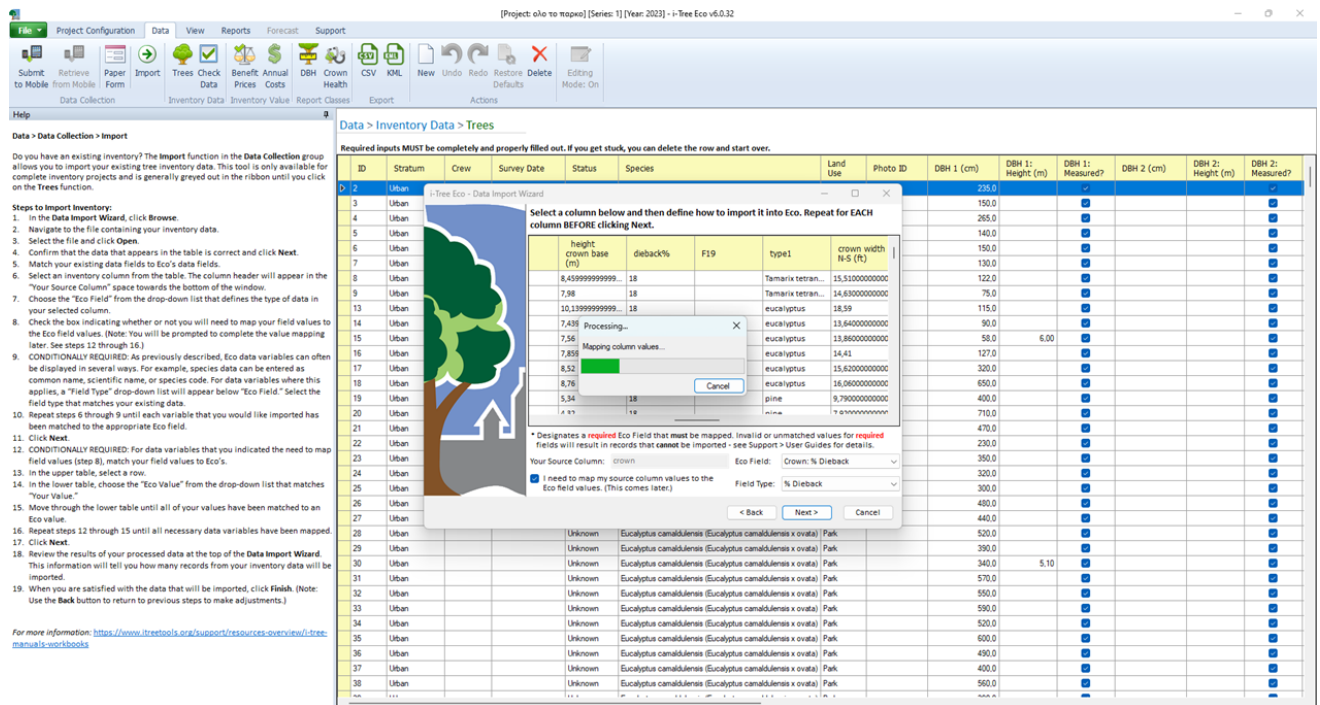


Εικόνα 37 Εισαγωγή του αρχείου Excel με τα δεδομένα

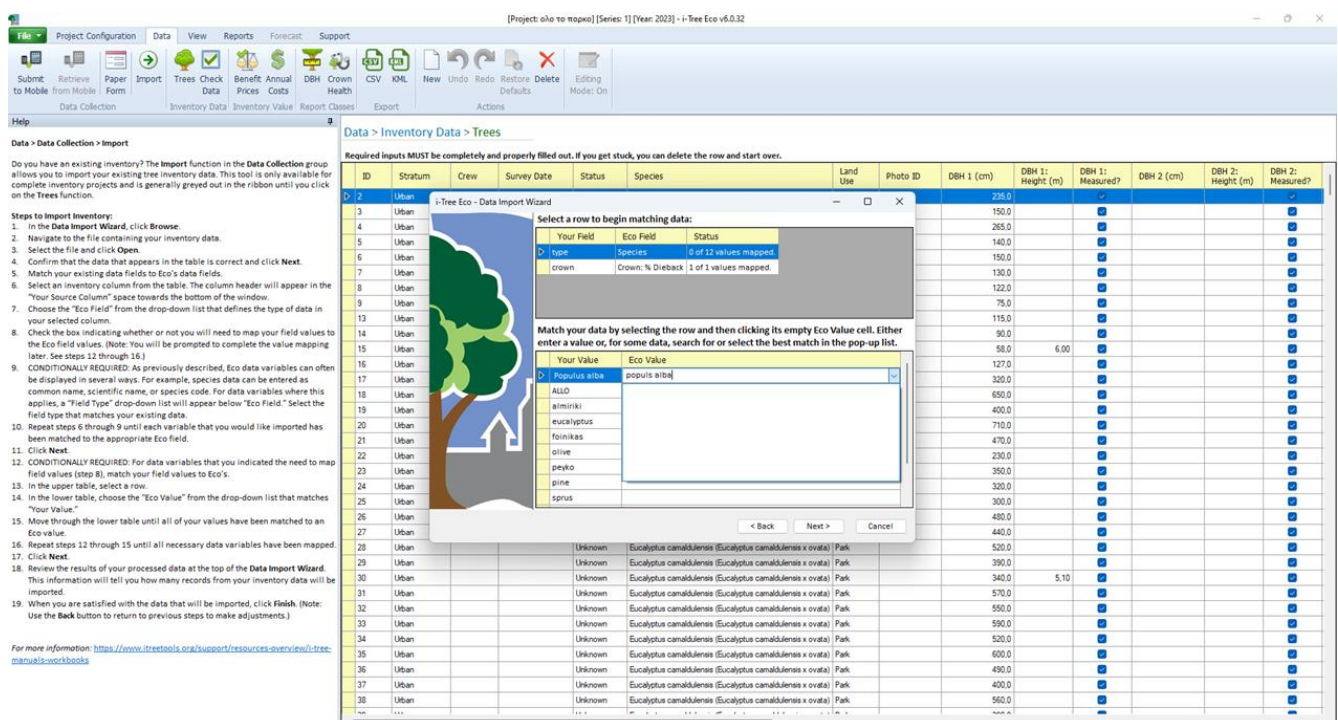


Εικόνα 38 Αντιστοίχιση όλων των δεδομένων του Excel με τις επιλογές του μοντέλου





Εικόνα 39 Φόρτωση όλων των δεδομένων στο πρόγραμμα



Εικόνα 40 Αντιστοίχιση των δέντρων με την επιστημονική τους ονομασία

[Project: ολο το παρκο] [Series: 1] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

**Data > Inventory Data > Trees**

Required inputs MUST be completely and properly filled out. If you get stuck, you can delete the row and start over.

**Steps to Import Inventory:**

1. In the Data Import Wizard, click Browse.
2. Navigate to the file containing your inventory data.
3. Select the file and click Open.
4. Confirm that the data that appears in the table is correct and click Next.
5. Match your existing data fields to Eco's data fields.
6. Select an inventory column from the table. The column header will appear in the "Your Source Column" space towards the bottom of the window.
7. Choose the "Eco Field" from the drop-down list that defines the type of data in your selected column.
8. Check the box indicating whether or not you will need to map your field values to the Eco field values. (Note: You will be prompted to complete the value mapping later. See steps 12 through 16.)
9. **CONDITIONALLY REQUIRED:** As previously described, Eco data variables can often be displayed in several ways. For example, species data can be entered as common name, scientific name, or species code. For data variables where this applies, a "Field Type" drop-down list will appear below "Eco Field." Select the field type that matches your existing data.
10. Repeat steps 6 through 10 until each variable that you would like imported has been matched to the appropriate Eco field.
11. Click **Next**.
12. **CONDITIONALLY REQUIRED:** For data variables that you indicated the need to map field values (step 8), match your field values to Eco's.
13. In the upper table, select a row.
14. In the lower table, choose the "Eco Value" from the drop-down list that matches "Your Value."
15. Move through the lower table until all of your values have been matched to an Eco value.
16. Repeat steps 12 through 15 until all necessary data variables have been mapped.
17. Click **Next**.
18. Review the results of your processed data at the top of the **Data Import Wizard**. This information will tell you how many records from your inventory data will be imported.
19. When you are satisfied with the data that will be imported, click **Finish**. (Note: Use the **Back** button to return to previous steps to make adjustments.)

For more information: <https://www.i-treetools.org/support/resources-overview/i-tree-manuals-workbooks>

**Records before processing:**

Existing records in table: 872

**Results of processed data:**

Total records analyzed for import: 1,991  
Records that cannot be imported: 962  
Records to be imported: 1,029

**Records:**

ID	Species	DBH 1 (cm)	Crown: % Overback
9	Aleppo pine (Pinus halepensis)	62.50101082652474	0
1	Aleppo pine (Pinus halepensis)	57.32484076433206	0
10	Aleppo pine (Pinus halepensis)	27.070063694267514	0
50	Aleppo pine (Pinus halepensis)	28.662420382165603	0

Click **Finish** to complete the import process or click **Back** to revise your settings and reprocess your data.

Please review your data after clicking **Finish**. Additional modifications may be required to meet your project specific requirements.

< Back Finish Cancel

ID	Stratum	Crew	Survey Date	Status	Species	Land Use	Photo ID	DBH 1 (cm)	DBH 1: Height (m)	DBH 1: Measured?	DBH 2 (cm)	DBH 2: Height (m)	DBH 2: Measured?
2	Urban							235.0					
3	Urban							150.0					
4	Urban							255.0					
5	Urban							140.0					
6	Urban							150.0					
7	Urban							130.0					
8	Urban							122.0					
9	Urban							78.0					
10	Urban							115.0					
11	Urban							90.0					
12	Urban							58.0	6.00				
13	Urban							127.0					
14	Urban							320.0					
15	Urban							650.0					
16	Urban							400.0					
17	Urban							710.0					
18	Urban							470.0					
19	Urban							230.0					
20	Urban							350.0					
21	Urban							300.0					
22	Urban							480.0					
23	Urban							440.0					
24	Urban							520.0					
25	Urban							390.0					
26	Urban							340.0	5.10				
27	Urban							570.0					
28	Urban							550.0					
29	Urban							590.0					
30	Urban							520.0					
31	Urban							600.0					
32	Urban							490.0					
33	Urban							400.0					
34	Urban							560.0					
35	Urban							Unknown					
36	Urban							Unknown					
37	Urban							Unknown					
38	Urban							Unknown					
39	Urban							Unknown					
40	Urban							Unknown					
41	Urban							Unknown					
42	Urban							Unknown					
43	Urban							Unknown					
44	Urban							Unknown					
45	Urban							Unknown					
46	Urban							Unknown					
47	Urban							Unknown					
48	Urban							Unknown					
49	Urban							Unknown					
50	Urban							Unknown					
51	Urban							Unknown					
52	Urban							Unknown					
53	Urban							Unknown					
54	Urban							Unknown					
55	Urban							Unknown					
56	Urban							Unknown					
57	Urban							Unknown					
58	Urban							Unknown					
59	Urban							Unknown					
60	Urban							Unknown					
61	Urban							Unknown					
62	Urban							Unknown					
63	Urban							Unknown					
64	Urban							Unknown					
65	Urban							Unknown					
66	Urban							Unknown					
67	Urban							Unknown					
68	Urban							Unknown					
69	Urban							Unknown					
70	Urban							Unknown					
71	Urban							Unknown					
72	Urban							Unknown					
73	Urban							Unknown					
74	Urban							Unknown					
75	Urban							Unknown					
76	Urban							Unknown					
77	Urban							Unknown					
78	Urban							Unknown					
79	Urban							Unknown					
80	Urban							Unknown					
81	Urban							Unknown					
82	Urban							Unknown					
83	Urban							Unknown					
84	Urban							Unknown					
85	Urban							Unknown					
86	Urban							Unknown					
87	Urban							Unknown					
88	Urban							Unknown					
89	Urban							Unknown					
90	Urban							Unknown					
91	Urban							Unknown					
92	Urban							Unknown					
93	Urban							Unknown					
94	Urban							Unknown					
95	Urban							Unknown					
96	Urban							Unknown					
97	Urban							Unknown					
98	Urban							Unknown					
99	Urban							Unknown					
100	Urban							Unknown					

Εικόνα 41 Φόρτωση των δεδομένων του μοντέλου

[Project: ολο το παρκο] [Series: 1] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

**Help** **Send data to the USFS for processing**

To get started, go to the File menu and select one of the following options:

- **New Project** – to create a new Eco project.
- **Open Project** – to open an existing Eco project.
- **Open Example Project** – to open and explore an example project provided by Eco.

Choose from the available tabs at the top of the ribbon bar to access the different phases of an Eco project. Within each tab, you can click on one of the functions or buttons in the ribbon above. The feature that you choose will become available in the action panel to the right.

For more information: <https://www.i-treetools.org/support/resources-overview/i-tree-manuals-workbooks>

On this tab, you can send data, retrieve results, and view your reports. i-Tree Eco presents reports in the **Reports** tab in various formats, including charts, tables, and a written report (see Notes below). On the ribbon above, there are ten groups of available functions, including:

**Project Metadata** – to view your project metadata.

**Submit Data for Processing** – to submit your project data to the server where the i-Tree Eco model will run.

**Track & Retrieve Results** – to track the status of a recent data submission or load your model results from the server.

**Formatted Reports** – to view your summary reports.

**Charts** – to view your pollution and weather charts and tables.

**Settings** – to change units (i.e., English or metric) and species names (i.e., common or scientific) that are displayed in your reports.

**Model Notes** – to view notes about your model run.

**Map Active Report** – to view weather and pollution station locations and, if collected, plot and tree locations.

**CSV** – to export specific reports.

**KML** – to export coordinate data.

Choose the report that you would like to view by clicking on one of the buttons or by selecting a report from one of the drop-down lists. The report will become available in the action panel to the right. There is a toolbar at the top of the action panel that allows you to zoom in and out and save or print your reports.

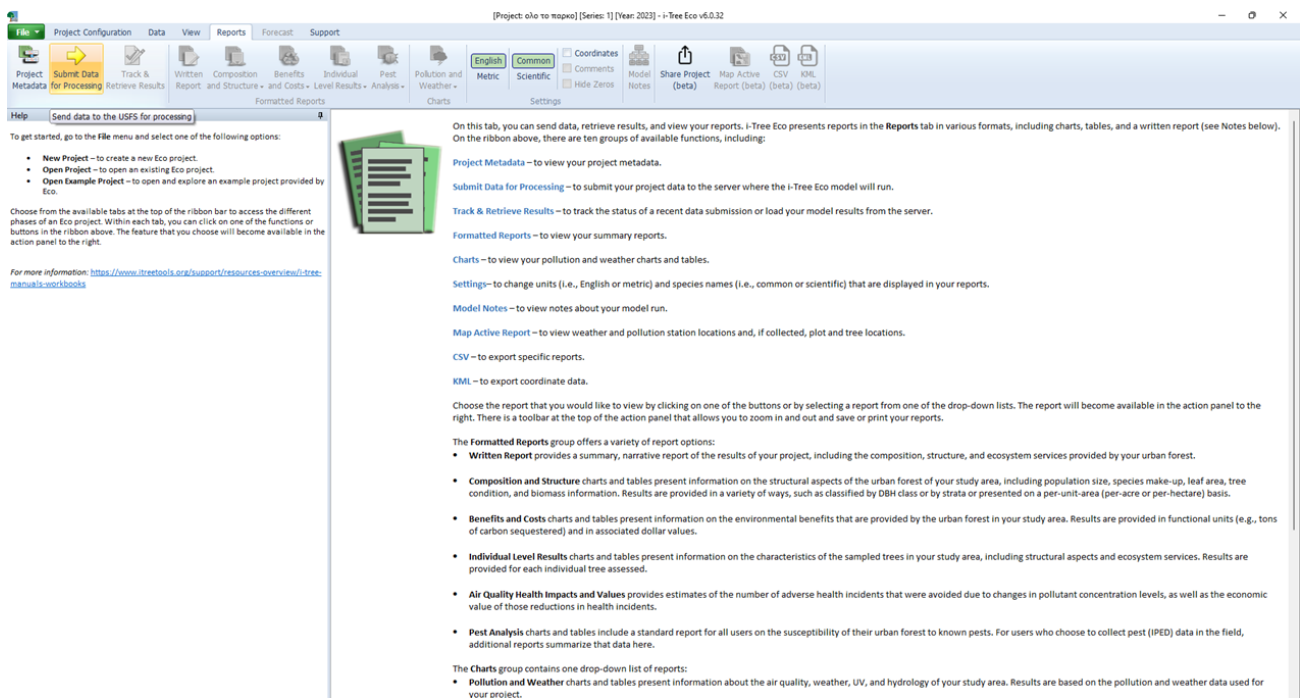
The **Formatted Reports** group offers a variety of report options:

- **Written Report** provides a summary, narrative report of the results of your project, including the composition, structure, and ecosystem services provided by your urban forest.
- **Composition and Structure** charts and tables present information on the structural aspects of the urban forest of your study area, including population size, species make-up, leaf area, tree condition, and biomass information. Results are provided in a variety of ways, such as classified by DBH class or by strata or presented on a per-unit-area (per-acre or per-hectare) basis.
- **Benefits and Costs** charts and tables present information on the environmental benefits that are provided by the urban forest in your study area. Results are provided in functional units (e.g., tons of carbon sequestered) and in associated dollar values.
- **Individual Level Results** charts and tables present information on the characteristics of the sampled trees in your study area, including structural aspects and ecosystem services. Results are provided for each individual tree assessed.
- **Air Quality Health Impacts and Values** provides estimates of the number of adverse health incidents that were avoided due to changes in pollutant concentration levels, as well as the economic value of those reductions in health incidents.
- **Pest Analysis** charts and tables include a standard report for all users on the susceptibility of their urban forest to known pests. For users who choose to collect pest (IPED) data in the field, additional reports summarize that data here.

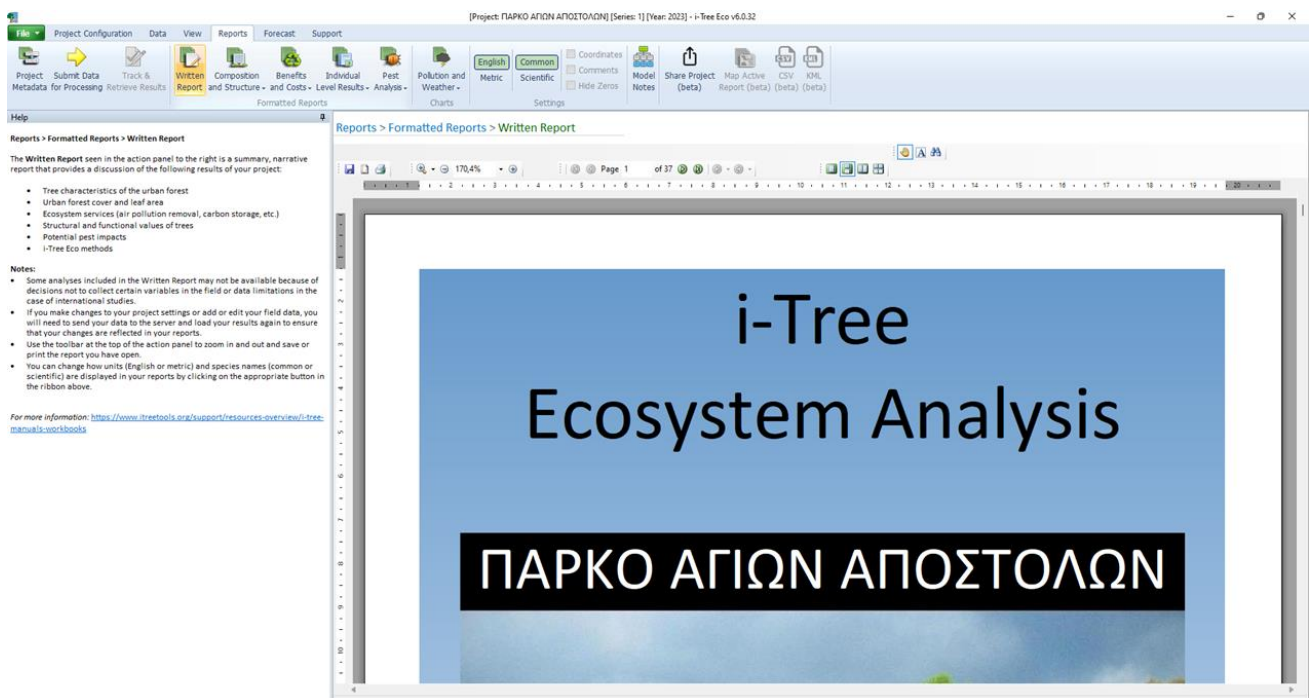
The **Charts** group contains one drop-down list of reports:

- **Pollution and Weather** charts and tables present information about the air quality, weather, UV, and hydrology of your study area. Results are based on the pollution and weather data used for your project.

Εικόνα 42 Επιλογή παρακολούθησης δεδομένων



Εικόνα 43 Συμπλήρωση του mail για την λήψη της έκθεσης



Εικόνα 44 Η έκθεση αποτελεσμάτων του λογισμικού i-tree eco model