



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών
και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΡΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΗΜΕΡΙΑ.

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΚΗΠΟΣ
ΚΑΙ ΠΑΡΚΟ ΕΙΡΗΝΗΣ ΚΑΙ ΦΙΛΙΑΣ ΤΩΝ ΛΑΩΝ, ΧΑΝΙΑ.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΗΣ
ΦΑΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**



ΧΑΝΙΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2023



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Σχολή Χημικών Μηχανικών
και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΩΡΩΝ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΗΜΕΡΙΑ.

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ: ΔΗΜΟΤΙΚΟΣ ΚΗΠΟΣ
ΚΑΙ ΠΑΡΚΟ ΕΙΡΗΝΗΣ ΚΑΙ ΦΙΛΙΑΣ ΤΩΝ ΛΑΩΝ, ΧΑΝΙΑ.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΗΣ
ΦΑΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Καθηγήτρια (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ): ΚΟΛΟΚΟΤΣΑ ΔΙΟΝΥΣΙΑ

Καθηγητής: ΤΣΟΥΤΣΟΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ

Καθηγητής: ΒΟΥΛΓΑΡΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας μου θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Διονυσία Κολοκοτσά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα και για την καθοδήγηση που μου προσέφερε. Επιπλέον θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην υποψήφια Διδάκτορα κ. Αικατερίνη Λιλλή για την συνεχή υποστήριξη και συνδρομή της καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη

Ο σύγχρονος άνθρωπος ζει σε ένα υποβαθμισμένο αστικό περιβάλλον, το οποίο χαρακτηρίζεται από βεβαρυμμένες κλιματικές συνθήκες, υποβαθμισμένη ποιότητα αέρα και ηχορύπανση που έχουν ως αποτέλεσμα την δυσμενή επίδραση στην σωματική και ψυχολογική του υγεία. Δεδομένου αυτού, η ανάγκη ύπαρξης αστικού πρασίνου γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική για την ζωή των κατοίκων των πόλεων. Έχουν εκπονηθεί πολλές μελέτες που αποδεικνύουν ότι η απώλεια και η υποβάθμιση του αστικού πρασίνου συντελούν στην επιβάρυνση της υγείας και της ευημερίας των κατοίκων των πόλεων, μιας και οι επιπτώσεις των δυσμενών συνθηκών που παράγονται από το αστικό περιβάλλον, όπως η υψηλή θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος, επιδεινώνονται. Η ύπαρξη αστικών χώρων πρασίνου ή λύσεων που βασίζονται στη φύση (NBS) προσφέρει ευκαιρίες για σωματική άσκηση, ψυχική αποκατάσταση και χαλάρωση, ενώ ταυτόχρονα συντελεί στην βελτίωση των επιπτώσεων από τους προαναφερθέντες δυσμενείς παράγοντες που προκαλούνται από το αστικό περιβάλλον.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αξιολογούνται δύο πολυσύχναστοι πράσινοι χώροι της πόλης των Χανίων, ο Δημοτικός Κήπος και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, χρησιμοποιώντας επιλεγμένους δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας και ποιότητας αέρα από την διεθνή βιβλιογραφία. Στόχος της εργασίας είναι η ανάδειξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών του πράσινου χώρου (μείωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, απομάκρυνση ρύπων, κ.α.) που συνεισφέρουν στην βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των κατοίκων της πόλης. Η αξιολόγηση αυτή θα συνεισφέρει στον εντοπισμό καλών πρακτικών και στην αναβάθμιση του σχεδιασμού των χώρων αυτών από τους μελλοντικούς πολεοδόμους.

Για την αξιολόγηση του πρασίνου χώρου που μελετάται έγινε επεξεργασία των δεδομένων της θερμοκρασίας του αέρα και της σχετικής υγρασίας που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες που τοποθετήθηκαν στον πράσινο και στον εξωτερικό αστικό χώρο. Επίσης, έγινε ανάλυση των δεδομένων της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας ακτινοβολίας που καταγράφηκαν από φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό. Για την εκτίμηση των θερμικών καταπονήσεων που υφίσταται ο άνθρωπος εντός και εκτός του πράσινου χώρου, υπολογίστηκε ο Παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (UTCΙ). Επιπροσθέτως, για τον υπολογισμό της δυνατότητας απομάκρυνσης αέριων ρύπων και για τον υπολογισμό της δέσμευσης/ αποθήκευσης άνθρακα από την βλάστηση έγινε χρήση του λογισμικού I-Tree Eco με δεδομένα που συλλέχθηκαν επιτόπια από τον πράσινο χώρο (πλήθος δέντρων, είδος, μέγεθος δέντρων και της κόμης αυτών, έκθεση πλευρών του δέντρου στον ήλιο κ.α.).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν αναδεικνύουν την αναγκαιότητα ύπαρξης πράσινων χώρων στις πόλεις ενώ αναδεικνύεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα με στόχο την πληρέστερη αξιολόγηση του χώρου αυτού ως προς την συνεισφορά του στην υγεία και την ευημερία των κατοίκων της πόλης των Χανίων.

Abstract

Modern man lives in a degraded urban environment, characterized by severe climatic conditions, poor air quality and noise pollution, which have an adverse effect on his physical and psychological health. Given this, the need for urban green spaces is becoming increasingly urgent for the lives of urban residents. Many studies have been carried out to show that the loss and degradation of urban greenery contributes to the deterioration of the health and well-being of city dwellers, as the effects of the adverse conditions produced by the urban environment, such as high temperatures, air pollution and noise, are exacerbated. The existence of urban green spaces or nature-based solutions (NBS) offers opportunities for physical exercise, mental rehabilitation and relaxation, while at the same time it's helping ameliorate the effects of the above-mentioned adverse factors caused by the urban environment.

In this thesis two busy green spaces of the city of Chania, the Municipal Garden and the Park of Peace and Friendship, are evaluated using selected indicators of climate resilience and air quality from the international literature. The aim of the study is to highlight the qualitative characteristics of green space (reduction of ambient temperature, removal of pollutants, etc.) that contribute to the improvement of health and well-being of the city's residents. This evaluation will contribute to the identification of good practices and the improvement of the design of these spaces by future urban planners.

To evaluate the green space under study, the data of air temperature and relative humidity recorded by sensors placed in the green and outdoor urban space were processed. Also, the data of air temperature, relative humidity and radiation temperature recorded by a portable tripod weather station was analyzed. To estimate the thermal stresses experienced by humans inside and outside the green space, the Universal Thermal Climate Index (UTCI) was calculated. In addition, in order to calculate the removal potential of air pollutants and to calculate the carbon sequestration/storage by vegetation, the I-Tree Eco software was used with data that was collected on-site from the green space (number of trees, species, size of trees and their crown, exposure of tree sides to the sun, etc.).

The results obtained from the processing of the collected data highlight the necessity of the existence of green spaces in cities and the need for further research to fully assess the contribution of this space to the health and well-being of the residents of the city of Chania.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	10
2. Μεθοδολογία	14
2.1 Ανάλυση της περιοχής μελέτης	14
2.1.1 Ιστορικά στοιχεία	14
2.1.2 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης	16
2.2 Επιλογή δεικτών	19
2.3 Δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας	19
2.3.1 Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας	19
2.3.2 Αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση	20
2.3.3 Παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (Universal Climate Thermal Index- UTCI)	22
2.3.4 Ψύξη αέρα περιβάλλοντος	25
2.4 Δείκτες ποιότητας του αέρα	26
2.4.1 Δέσμευση/απομάκρυνση O ₃ , SO ₂ , NO ₂ και CO από τη βλάστηση	26
2.6 Εργαλεία μέτρησης και συλλογή δεδομένων	30
2.6.1 Λογισμικό I-Tree Eco model και συλλογή δεδομένων	30
2.6.2 Αισθητήρες LOGiT LTH και συλλογή δεδομένων	39
2.6.3 Φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός για τη μέτρηση μετεωρολογικών παραμέτρων και συλλογή δεδομένων	43
3. Αποτελέσματα:	52
3.1 Αποτελέσματα δεικτών κλιματικής ανθεκτικότητας	52
3.1.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της μέσης μηνιαίας τιμής της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας	52
3.1.2 Αποτελέσματα για τον δείκτη της αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα στη βλάστηση	53
3.1.3 Αποτελέσματα για τον Παγκόσμιο θερμικό κλιματικό δείκτη (Universal Climate Thermal Index- UTCI)	57
3.1.4 Αποτελέσματα για τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος	86
3.2 Αποτελέσματα δεικτών ποιότητας του αέρα	89
3.2.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της δέσμευσης/απομάκρυνσης O ₃ , SO ₂ , NO ₂ και CO από τη βλάστηση	89
4. Συμπεράσματα:	92
5. Βιβλιογραφία:	95
6. Παραρτήματα	98
6.1 Παράρτημα 1 (Βήματα εκτέλεσης λογισμικού I-Tree Eco)	98
6.2 Παράρτημα 2 (Επιπρόσθετες προσεγγίσεις για τα αποτελέσματα του δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος)	111

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1. «Souvenir de Crete. Δημοτικός Κήπος εις τα Χανιά» αναφέρει η λεζάντα της καρτ-ποστάλ με φωτογραφία του Κήπου από τις αρχές του 20ού αιώνα.	15
Εικόνα 2. Δημοτικός Κήπος Χανίων.....	17
Εικόνα 3. Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά.....	18
Εικόνα 4. Περιοχή μελέτης: Δημοτικός Κήπος Χανίων- Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά	19
Εικόνα 5. Επιλογή σημείου μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με τον τύπο του κορμού του δέντρου	32
Εικόνα 6. Σημεία μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με το ύψος από το έδαφος από το οποίο το δέντρο γίνεται πολύκλωνο	32
Εικόνα 7. Μέτρηση πλάτους κόμης.....	33
Εικόνα 8. Προσδιορισμός ποσοστού κενών κόμης	34
Εικόνα 9. Τα διαφορετικά μεγέθη υψών που εισάγουμε ως δεδομένα	34
Εικόνα 10. Προβολή της κόμης (αλλιώς κορώνας) για ορθές μετρήσεις	35
Εικόνα 11. Προσδιορισμός του ποσοστού αποψίλωσης (Dieback) με παρατήρηση στο πεδίο	35
Εικόνα 12. Προσδιορισμός της έκθεσης της κόμης στον ήλιο (Crown light exposure)	36
Εικόνα 13. Απόσπασμα από το Τεύχος Υφιστάμενων Φυτών Δημοτικού Κήπου Χανίων ..	37
Εικόνα 14. Τοπογραφικός χάρτης Δημοτικού Κήπου Χανίων	37
Εικόνα 15. Τοπογραφικός χάρτης Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά.....	38
Εικόνα 16. Απόσπασμα από το αρχείο Excel για την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν για τον Δημοτικό Κήπο Χανίων και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά.....	39
Εικόνα 17. Χάρτης με τις θέσεις των αισθητήρων LOGiT LTH	40
Εικόνα 18. Αισθητήρας LOGiT LTH στην είσοδο του Δημοτικού Κήπου Χανίων (από την πλευρά του θερινού σινεμά).....	41
Εικόνα 19. Αισθητήρας LOGiT LTH στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων.....	41
Εικόνα 20. Αισθητήρας LOGiT LTH στο σκιερό μέρος του Δημοτικού Κήπου Χανίων με τους καθιστικούς χώρους	41
Εικόνα 21. Αισθητήρας LOGiT LTH τοποθετημένος έξω από Φαρμακείο της οδού Τζανακάκη, στα Χανιά, στα 150 μέτρα απόσταση από την περιοχή μελέτης.....	41
Εικόνα 22. Αισθητήρας LOGiT LTH στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών σε σκιερό μέρος με καθιστικό χώρο.....	42
Εικόνα 23. Πρόγραμμα LOGITpc Interface για την εξαγωγή των δεδομένων των μετρήσεων από τους αισθητήρες LOGiT LTH.....	42
Εικόνα 24. Αρχείο επεξεργασίας των δεδομένων των αισθητήρων LOGiT LTH	43
Εικόνα 25. Χάρτης των σημείων μέτρησης θερμοκρασιών.....	45
Εικόνα 26. Φωτογραφίες της διάταξης του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού από το εργαστήριο.....	46
Εικόνα 27. Σημείο μέτρησης 1	47
Εικόνα 28. Σημείο μέτρησης 2	47
Εικόνα 29. Σημείο μέτρησης 3	47
Εικόνα 30. Σημείο μέτρησης 4	47
Εικόνα 31. Σημείο μέτρησης 5	48

Εικόνα 32. Σημείο μέτρησης 6	48
Εικόνα 33. Σημείο μέτρησης 7	48
Εικόνα 34. Σημείο μέτρησης 8	48
Εικόνα 35. Σημείο μέτρησης 9	49
Εικόνα 36. Σημείο μέτρησης 10	49
Εικόνα 37. Σημείο μέτρησης 11	49
Εικόνα 38. Σημείο μέτρησης 12	49
Εικόνα 39. Αρχείο Excel με την επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφηκαν από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό και το πεδίο με παρατήρηση	50
Εικόνα 40. Λογισμικό για την εύρεση των θερμοδυναμικών στοιχείων του αέρα με χρήση του ψυχομετρικού χάρτη	50
Εικόνα 41. Λογισμικό για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας UTCI	51
Εικόνα 42. Εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα δέσμευσης ακαθάριστου άνθρακα (σε σημεία) και αξία (σε ράβδους) για τα είδη αστικών δέντρων του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά με την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης	54
Εικόνα 43. Εκτιμώμενη αποθήκευση άνθρακα (σε σημεία) και τιμές (σε ράβδους) για τα είδη αστικών δέντρων με τη μεγαλύτερη αποθήκευση στον Δημοτικό Κήπο και στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά	56
Εικόνα 44. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 8-10 π.μ. για τις 15 Ιουλίου	71
Εικόνα 45. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 1-3 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου	71
Εικόνα 46. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 5-7 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου	72
Εικόνα 47. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 7-9 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου	72
Εικόνα 48. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 8-10 π.μ. για τις 16 Ιουλίου	79
Εικόνα 49. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 1-3 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου	79
Εικόνα 50. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 5-7 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου	80
Εικόνα 51. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 7-9 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου	80
Εικόνα 52. Ετήσια απομάκρυνση ρύπανσης (σημεία) και αξία (ράβδοι) από τα αστικά δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά ...	89
Εικόνα 53. Δημιουργία νέου Project	98
Εικόνα 54. Επιλογή τύπου Project (Complete Inventory)	98
Εικόνα 55. Εισαγωγή ονόματος Project, αριθμού εκδοχής και έτους εκπόνησης	99
Εικόνα 56. Εισαγωγή στοιχείων τοποθεσίας, πληθυσμού και επιλογή για εισαγωγή από το λογισμικό των πιο πρόσφατων μετεωρολογικών δεδομένων και δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης	99
Εικόνα 57. Επιλογή του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού στα Χανιά	100
Εικόνα 58. Τοποθεσία του μετεωρολογικού σταθμού	100
Εικόνα 59. Εισαγωγή των δεδομένων που θα επεξεργαστεί το μοντέλο	101
Εικόνα 60. Παρουσίαση του είδους των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν με βάση τα δεδομένα που εισήχθησαν	101
Εικόνα 61. Επιλογή της κατηγορίας Πάρκο (Park) για την περιγραφή της χρήσης γης (Land Use) της περιοχής μελέτης	102

Εικόνα 62. Εισαγωγή χαρακτηριστικών στοιχείων για την περιοχή μελέτης (πχ. εμβαδόν)	102
Εικόνα 63. Εισαγωγή του αρχείου excel με τα συλλεχθέντα δεδομένα στο μοντέλο	103
Εικόνα 64. Εισαγωγή δεδομένων (των υψών των δέντρων, του γεωγραφικού πλάτους των δέντρων, του γεωγραφικού μήκους των δέντρων, της διαμέτρου στήθους (DBH) των δέντρων, της χρήσης της περιοχής (πάρκο), του ύψους ζωντανού δέντρου (Live tree height) για όλα τα δέντρα, των υψών μέχρι τη βάση της κόμης (Height to Crown Base) των δέντρων, του πλάτους της κόμης με κατεύθυνση B/N (Crown Width N/S) των δέντρων, του πλάτους της κόμης με κατεύθυνση A/Δ (Crown Width E/W) των δέντρων, την αποψίλωση της κόμης (Dieback%) των δέντρων, την έκθεση της κόμης των δέντρων στον ήλιο (Crown Light Exposure) και του ποσοστού των κενών της κόμης των δέντρων (Percent Crown Missing) και αντιστοίχισή τους	104
Εικόνα 65. Προβολή των μεταφορτωμένων δεδομένων	105
Εικόνα 66. Προσδιορισμός των τιμών των οφελών (Benefit Prices)	105
Εικόνα 67. Εντολή στο πρόγραμμα για επιβεβαίωση της εγκυρότητας των δεδομένων που εισήχθησαν	106
Εικόνα 68. Επιβεβαίωση της εγκυρότητας των δεδομένων από το πρόγραμμα και προτροπή για υποβολή των δεδομένων που εισήχθησαν προς επεξεργασία	106
Εικόνα 69. Υποβολή των δεδομένων προς επεξεργασία μέσω της επιλογής Submit Data for Processing	107
Εικόνα 70. Εισαγωγή ηλεκτρονικής διεύθυνσης (email) για επικοινωνία	107
Εικόνα 71. Επιλογή παρακολούθησης και ανάκτησης αποτελεσμάτων	108
Εικόνα 72. Αποδοχή λήψης αποτελεσμάτων	108
Εικόνα 73. Σημείωση του μοντέλου για πραγματοποίηση λήψης των δεδομένων και δυνατότητα προβολής τους	109
Εικόνα 74. Επιλογή προβολής της έκθεσης αποτελεσμάτων του μοντέλου	109
Εικόνα 75. Η έκθεση αποτελεσμάτων του λογισμικού I-Tree Eco	110
Εικόνα 76. Σύνθεση των ειδών των δέντρων στον πράσινο χώρο	114
Εικόνα 77. Αριθμός δέντρων ανά ac πράσινου χώρου	115
Εικόνα 78. Ποσοστό πληθυσμού των δέντρων ανά κατηγορία διαμέτρου (DBH- διάμετρος στήθους κορμού (1in = 0.0254 m)	115
Εικόνα 79. Ποσοστό του πληθυσμού των ζωντανών δέντρων στον πράσινο χώρο ανάλογα με την Ήπειρο προέλευσης	116
Εικόνα 80. Επιφάνεια φύλλων (ac)	116

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1. Σχέση θερμοκρασίας UTCI- φυσιολογικής καταπόνησης	25
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά LOGiT LTH	39
Πίνακας 3. Αντιστοίχιση σημείων μετρήσεων με ID	45
Πίνακας 4. Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά	52
Πίνακας 5. Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον αστικό χώρο έξω από τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των λαών στα Χανιά	53
Πίνακας 6. Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων που δεσμεύουν ακαθάριστο άνθρακα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά	54

Πίνακας 7. Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων που αποθηκεύουν άνθρακα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά	55
Πίνακας 8. Πίνακας αντιστοίχισης θερμοκρασιών UTCI με το βαθμό της ανθρώπινης καταπόνησης από τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος με τα σχετικά αντιπροσωπευτικά χρώματα.....	57
Πίνακας 9. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο	58
Πίνακας 10. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουλίου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο	59
Πίνακας 11. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Αυγούστου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο	62
Πίνακας 12. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου για ολόκληρο τον αστικό χώρο.....	65
Πίνακας 13. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουλίου για ολόκληρο τον αστικό χώρο.....	66
Πίνακας 14. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Αυγούστου για ολόκληρο τον αστικό χώρο.....	67
Πίνακας 15. Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του πράσινου χώρου	69
Πίνακας 16. Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του αστικού χώρου.....	69
Πίνακας 17. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 1 για τις 15 Ιουλίου.....	73
Πίνακας 18. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 2 για τις 15 Ιουλίου.....	73
Πίνακας 19. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 3 για τις 15 Ιουλίου.....	73
Πίνακας 20. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 4 για τις 15 Ιουλίου.....	74
Πίνακας 21. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 5 για τις 15 Ιουλίου.....	74
Πίνακας 22. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 6 για τις 15 Ιουλίου.....	75
Πίνακας 23. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 7 για τις 15 Ιουλίου.....	75
Πίνακας 24. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 8 για τις 15 Ιουλίου.....	75
Πίνακας 25. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 9 για τις 15 Ιουλίου.....	76
Πίνακας 26. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 10 για τις 15 Ιουλίου	76
Πίνακας 27. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 11 για τις 15 Ιουλίου.....	76
Πίνακας 28. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 12 για τις 15 Ιουλίου	77
Πίνακας 29. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 1 για τις 16 Ιουλίου.....	81
Πίνακας 30. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 2 για τις 16 Ιουλίου.....	81
Πίνακας 31. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 3 για τις 16 Ιουλίου.....	81
Πίνακας 32. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 4 για τις 16 Ιουλίου.....	82
Πίνακας 33. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 5 για τις 16 Ιουλίου.....	82
Πίνακας 34. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 6 για τις 16 Ιουλίου.....	82
Πίνακας 35. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 7 για τις 16 Ιουλίου.....	83
Πίνακας 36. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 8 για τις 16 Ιουλίου.....	83
Πίνακας 37. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 9 για τις 16 Ιουλίου.....	83
Πίνακας 38. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 10 για τις 16 Ιουλίου	84
Πίνακας 39. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 11 για τις 16 Ιουλίου.....	84
Πίνακας 40. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 12 για τις 16 Ιουλίου	84
Πίνακας 41. Βαθμολογία θερμοκρασιών ψύξης περιβάλλοντος.....	86
Πίνακας 42. Αποτελέσματα για την ψύξη του αέρα του αστικού χώρου από τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά.....	86

Πίνακας 43. Τα είκοσι είδη δέντρων του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου	91
Πίνακας 44. Μετάφραση των πιο συνηθισμένων ειδών δέντρων που συναντώνται στον Δημοτικό Κήπο και στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά	114
Πίνακας 45. Τα σημαντικότερα είδη δέντρων στον πράσινο χώρο	117

Περιεχόμενα Εξισώσεων

Εξίσωση 1. Υπολογισμός βασικού ρυθμού ανάπτυξης δέντρων που αναπτύσσονται σε ανοικτό περιβάλλον	21
Εξίσωση 2. Υπολογισμός βασικού ρυθμού ανάπτυξης των δέντρων βάσει της τοπικής διάρκειας της ανοιξιάτικης περιόδου.....	21
Εξίσωση 3. Εξισώσεις υπολογισμού του βασικού ρυθμού ανάπτυξης των δέντρων με βάση την κατηγορία στην οποία αντιστοιχεί το κάθε δέντρο ανάλογα με την έκθεση της κόμης του στο φως	22
Εξίσωση 4. Εξίσωση ενεργειακού ισοζυγίου για την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον	23
Εξίσωση 5. Απόκλιση της θερμοκρασίας UTCI από την μετρούμενη θερμοκρασία αέρα..	24
Εξίσωση 6. Υπολογισμός απομάκρυνσης της ρύπανσης ή καθοδικής ροής ρύπων	27
Εξίσωση 7. Υπολογισμός ταχύτητας απόθεσης ρύπων	27
Εξίσωση 8. Υπολογισμός της αντίστασης της επιφάνειας των φύλλων (φυλλωσιάς).....	28
Εξίσωση 9. Υπολογισμός για κάθε κατηγορία διαμέτρου κορμού της ικανότητας των μεμονωμένων δένδρων να απομακρύνουν ρύπους	28
Εξίσωση 10. Υπολογισμός της ωριαίας μεταβολής της συγκέντρωσης της ρύπανσης	29
Εξίσωση 11. Υπολογισμός ποσοστιαίας βελτίωσης της ποιότητας του αέρα.....	29
Εξίσωση 12. Υπολογισμός ετήσιας παραγόμενης ποσότητας οξυγόνου.....	30

1. Εισαγωγή

Η ολοένα αυξανόμενη αστικοποίηση έχει αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στην φυσική και ψυχική υγεία των πολιτών. Η σύνδεση του αστικού περιβάλλοντος με την ανθρώπινη υγεία και την ευημερία των πολιτών έχει επαληθευτεί σε πολλές μελέτες. Η βρεφική θνησιμότητα, η συναισθηματική υγεία και η ψυχοπαθολογία, καθώς και ο κίνδυνος μολυσματικών ασθενειών, η κακή διατροφή και η παχυσαρκία συνδέονται στενά με το αστικό περιβάλλον. Επιπλέον, η πρόσβαση σε χώρους πρασίνου και αθλητικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι περιορισμένη σε αστικά περιβάλλοντα, προκαλώντας ελλείψεις στη φυσική δραστηριότητα και τη γενική ευεξία των ανθρώπων. Παράλληλα, οι πολίτες αντιμετωπίζουν διάφορους περιβαλλοντικούς κινδύνους, όπως η ρύπανση, η υπερβολική έκθεση στον θόρυβο, ο υπερπληθυσμός, η κακή υγιεινή, η ανεπαρκής διάθεση αποβλήτων και η έλλειψη ασφαλούς πόσιμου νερού. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την υγεία και την ποιότητα ζωής των κατοίκων των πόλεων (1).

Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση (NBS- Nature Based Solutions) με τη μορφή των πράσινων και μπλε χώρων μπορούν να συνεισφέρουν καθοριστικά στην αντιμετώπιση των προαναφερθέντων προβλημάτων που προκύπτουν από την ανάπτυξη των πόλεων. Ως πράσινοι και μπλε χώροι θεωρούνται οι φυσικές επιφάνειες και τα υδάτινα στοιχεία που υπάρχουν σε αστικές περιοχές και παρέχουν συνδυαστικά οφέλη, μεταξύ αυτών η υγεία και η ευημερία των ανθρώπων.

Οι πράσινοι χώροι αναφέρονται συνήθως σε περιοχές με φυσική βλάστηση, όπως πάρκα, κήπους, ζωολογικούς κήπους, προαστιακές περιοχές, δάση και άλλα παρόμοια περιβάλλοντα που προσφέρουν πράσινο και φυσική ομορφιά στις αστικές περιοχές. Αυτοί οι χώροι συνήθως χρησιμοποιούνται για αναψυχή και αθλητισμό και μπορούν να έχουν θετικές επιδράσεις στην υγεία των κατοίκων. Οι μπλε χώροι αναφέρονται συνήθως στα υδάτινα στοιχεία στις αστικές περιοχές, όπως ποτάμια, λίμνες, παραλίες και άλλα νερά. Αυτοί οι χώροι μπορούν να προσφέρουν δροσιά, χαλάρωση και αναψυχή, και οι παραλίες, ειδικά, μπορούν να αποτελούν πηγή ψυχαγωγίας και άσκησης (2).

Οι NBS ορίζονται από την Διεθνή Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης IUCN (International Union for Conservation of Nature) ως δράσεις για την προστασία, τη βιώσιμη διαχείριση και την αποκατάσταση φυσικών ή τροποποιημένων οικοσυστημάτων, οι οποίες αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά και προσαρμοστικά τις κοινωνικές προκλήσεις (π.χ. κλιματική αλλαγή, ασφάλεια τροφίμων και νερού ή φυσικές καταστροφές), παρέχοντας ταυτόχρονα ανθρώπινη ευημερία. Οι NBS έχουν εφαρμοστεί σε ποικίλους τομείς και για την αντιμετώπιση πληθώρας κοινωνικών ζητημάτων. Οι NBS μπορούν να έχουν συμβολή στα παρακάτω:

- Αποκατάσταση και βιώσιμη διαχείριση υγροτόπων και ποταμών για τη διατήρηση ή την ενίσχυση των ιχθυοαποθεμάτων και των μέσων διαβίωσης που βασίζονται στην αλιεία, τη μείωση του κινδύνου πλημμυρών και την παροχή ωφελειών αναψυχής και τουρισμού.
- Διατήρηση των δασών για τη στήριξη της επισιτιστικής και ενεργειακής ασφάλειας, των εισοδημάτων των τοπικών κοινωνιών, την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, την μείωση των επιπτώσεων από αυτή και την προστασία της βιοποικιλότητας.
- Αποκατάσταση των περιοχών με ξηρασία για την ενίσχυση της ασφάλειας του νερού, της διαβίωσης των τοπικών κοινωνιών και της ανθεκτικότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
- Ανάπτυξη πράσινων υποδομών σε αστικά περιβάλλοντα (π.χ. πράσινοι τοίχοι, στέγες, κήποι, δέντρα δρόμων, λεκάνες αποστράγγισης με βλάστηση) για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, την υποστήριξη της επεξεργασίας λυμάτων, τη μείωση της απορροής των ομβρίων υδάτων τα οποία χάνονται ανεκμετάλλετα, την εξάλειψη της ρύπανσης των υδάτων, καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.
- Χρήση των φυσικών παράκτιων υποδομών όπως τα οχυρά νησιά (νησιά που σχηματίζουν ένα οχυρό προστασίας των ακτών), τα δάση των θαλάσσιων ακτών (μαγκρόβια δάση) και οι ύφαλοι στρειδιών για την προστασία των ακτών και των

κοινοτήτων από τις παράκτιες πλημμύρες και τη μείωση των επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση (NBS) αποτελούν σημαντικό μέσο για την προστασία του περιβάλλοντος, τη βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουμε σε πολλούς τομείς. Οι κυριότερες προκλήσεις στις οποίες απαντούν οι NBS είναι οι ακόλουθες:

(α) Ασφάλεια των υδατικών πόρων

Οι πρακτικές που προτείνονται από τις NBS για την ασφάλεια του νερού εξασφαλίζουν καθαρές απολήξεις επιφανειακών και υπόγειων νερών σε φυσικές ή τεχνητές δεξαμενές και την προστασία από την ανάμιξη με λύματα. Επίσης, με την αξιοποίηση των λύσεων που σχετίζονται με το νερό από τις "φυσικές υποδομές", όπως τα δάση, οι υγρότοποι και οι πλημμυρικές εκτάσεις, θα συμβάλει στην καταπολέμηση του κινδύνου της κρίσης του νερού (λειψυδρία), ιδίως ενόψει των μελλοντικών κλιματικών πιέσεων.

(β) Επισιτιστική ασφάλεια

Οι λύσεις με βάση τη φύση για την επισιτιστική ασφάλεια εξασφαλίζουν την διαθεσιμότητα των τροφίμων προς όλους, την ασφάλειά τους, την καταλληλότητα και την αξιοπιστία τους. Για τη βελτίωση της επισιτιστικής ασφάλειας οι λύσεις θα πρέπει να είναι πολύπλευρες και να περιλαμβάνουν για παράδειγμα, την προσαρμογή των συστημάτων παραγωγής τροφίμων στις περιβαλλοντικές αλλαγές και την ενσωμάτωση των προοπτικών της κλιματικής αλλαγής στις πρωτοβουλίες που λαμβάνονται για την ανάπτυξη. Επίσης οι λύσεις με βάση την φύση περιλαμβάνουν, την προστασία της αναπαραγωγής των άγριων ζώων και φυτών, τη διαχείριση των ειδών ιδίως των ψαριών και την παροχή αρδευτικού νερού. Η αποκατάσταση, η διατήρηση και η ορθολογική τη διαχείριση των οικοσυστημάτων μπορεί να συμβάλει στη σταθεροποίηση της διαθεσιμότητας, της πρόσβασης και της χρήσης τροφίμων σε περιόδους φυσικών καταστροφών, κλιματικής αλλαγής ή πολιτικής αστάθειας.

(γ) Ανθρώπινη υγεία

Οι λύσεις με βάση την φύση έχουν επικεντρωθεί στον τρόπο με τον οποίο τα οφέλη από την επαφή του ανθρώπου με χώρους πρασίνου μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και την ευημερία. Σε αυτές περιλαμβάνονται η βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, όπως η ρύθμιση της θερμότητας και η μείωση του θορύβου, η προώθηση της σωματικής δραστηριότητας και η σχετική βελτίωση του δείκτη μάζας σώματος. Επίσης, τα οικοσυστήματα, όπως τα δάση και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, έχει διαπιστωθεί ότι μπορούν να διαδραματίσουν έναν ζωτικό ρόλο ως πηγές ουσιών για την παραγωγή φαρμάκων και φαρμακευτικών προϊόντων, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην ανθρώπινη υγεία και ευημερία.

(δ) Μείωση του κινδύνου καταστροφών

Οι μεγάλες καταστροφές της τελευταίας δεκαετίας κατέδειξαν σαφώς το ρόλο που διαδραματίζει η φύση στη μείωση των κινδύνων από φυσικούς κινδύνους.

Οι λύσεις με βάση τη φύση αναδεικνύουν ότι τα οικοσυστήματα διαδραματίζουν ένα ρυθμιστικό ρόλο για την μείωση των κινδύνων της κοινωνίας από τις καταστροφές ο οποίος είναι οικονομικά αποδοτικός. Τα οικοσυστήματα, όπως οι υγρότοποι, τα δάση και τα παράκτια συστήματα, μπορούν να μειώσουν τη φυσική έκθεση σε φυσικούς κινδύνους λειτουργώντας ως προστατευτικά εμπόδια ή ρυθμιστικά στοιχεία. Επιπλέον, οι NBS μπορούν να προστατεύσουν τις αναπτυξιακές υποδομές και την περιουσία, καθώς και να υποστηρίξουν την ταχύτερη αποκατάσταση των πηγών διαβίωσης.

(ε) Κλιματική αλλαγή

Οι λύσεις με βάση τη φύση ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των οικοσυστημάτων του πλανήτη, μπορεί είτε να συμβάλουν στο πρόβλημα της αντιμετώπισης της κλιματικής

αλλαγής ή να παρέχουν αποτελεσματικές λύσεις με βάση τη φύση για τον μετριασμό της και την προσαρμογή σε αυτήν. Οι λύσεις NBS αποτρέπουν την υποβάθμιση και την απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων. Η αποψίλωση και η υποβάθμιση των δασών, για παράδειγμα, απελευθερώνουν κατ' εκτίμηση 4.4 Gt CO₂ ετησίως στην ατμόσφαιρα. Η αποφυγή αυτών των εκπομπών, μέσω καλύτερων δράσεων διατήρησης και διαχείρισης της γης, αποτελεί μια ισχυρή παρέμβαση που μπορεί να συμβάλει σημαντικά στις παγκόσμιες προσπάθειες μετριασμού των επιπτώσεων. Τα οικοσυστήματα μπορούν επίσης να συμβάλουν εξαιρετικά αποτελεσματικά στην την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της λειτουργίας τους ως "φυσική δεξαμενή άνθρακα" απορροφώντας και δεσμεύοντας το CO₂ (3).

Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτή η ανάγκη εφαρμογής των NBS στις σύγχρονες πόλεις. Ο σχεδιασμός αστικών πράσινων χώρων είναι μια εφαρμογή των NBS που συνεισφέρει στην ενίσχυση της υγείας και της ευημερίας των κατοίκων των πόλεων. Πολλές μελέτες έχουν ασχοληθεί με τη συσχέτιση της υγείας και της ευημερίας των κατοίκων των πόλεων με την ύπαρξη πράσινων χώρων στις πόλεις. Μια μελέτη στην Ισπανία (Καταλονία) (4) διερεύνησε τη σχέση μεταξύ των φυσικών υπαίθριων χώρων περιβάλλοντος (χωριστά για τους πράσινους και τους μπλε χώρους) και της υγείας (φυσικής και ψυχικής) και των πιθανών παραγόντων την επηρεάζουν. Διαπιστώθηκε ότι η μεγαλύτερη έκθεση σε χώρους πρασίνου συνδέεται με τη βελτίωση της σωματικής και της ψυχικής υγείας σε όλα τα κοινωνικοοικονομικά στρώματα και τα φύλα. Σε μια Λιθουανική μελέτη (5) που διερεύνησε την επίδραση της γεινιάσης και επαφής με πάρκα της πόλης και την επίδραση του οικιστικού πρασίνου στα συναισθηματικά και συμπεριφορικά προβλήματα των παιδιών, διαπιστώθηκε ότι η διαβίωση κοντά σε αστικά πάρκα σχετίζεται με βελτιωμένη ψυχική υγεία των παιδιών των οποίων οι μητέρες είχαν χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο. Ωστόσο, το αυξημένο οικιστικό πράσινο σχετίζεται με την χειροτέρευση της ψυχικής υγείας των παιδιών των οποίων οι μητέρες είχαν υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο. Σε μια ακόμη Λιθουανική μελέτη (6) που είχε ως στόχο να ελέγξει την υπόθεση ότι το περπάτημα σε ένα πάρκο έχει μεγαλύτερη θετική επίδραση στις αιμοδυναμικές παραμέτρους των ασθενών με στεφανιαία νόσο από ό,τι το περπάτημα σε αστικό περιβάλλον, διαπιστώθηκε ότι το περπάτημα στο πάρκο είχε μεγαλύτερη επίδραση στη μείωση του καρδιακού ρυθμού και στη διαστολική αρτηριακή πίεση από ό,τι το περπάτημα σε έναν πολυσύχναστο αστικό δρόμο. Το περπάτημα σε έναν χώρο πρασίνου (όπως ένα πάρκο) θα μπορούσε να προταθεί ως αποκατάσταση από τη στεφανιαία νόσο. Μια Γερμανική μελέτη (7) στην οποία διερευνήθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ της μακροχρόνιας έκθεσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση και του περιεριστικού πρασίνου με την αντίσταση του οργανισμού στην ινσουλίνη στους εφήβους, καταδείχθηκε η αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ του πρασίνου της γειτονιάς και της αντίστασης του οργανισμού των εφήβων στην ινσουλίνη. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτή η προφανής προστατευτική δράση οφείλεται στη βλάστηση που μειώνει την έκθεση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους που σχετίζονται με την κυκλοφορία του αίματος. Ακόμη, μια πρόσφατη διαχρονική μελέτη (8) περίπου 575.000 ενηλίκων μελέτη από τον Καναδά (Οντάριο) διαπίστωσε ότι η αύξηση του οικιστικού πρασίνου συνδέεται με μείωση της θνησιμότητας. Η ισχυρότερη επίδραση ήταν στη θνησιμότητα από αναπνευστικές παθήσεις.

Στο άρθρο (1) αναλύθηκαν περίπου εκατό σχετικές μελέτες σε μία μελέτη ανασκόπησης, από την οποία αναδείχθηκε η ανάγκη αξιολόγησης των χαρακτηριστικών των χώρων πρασίνου ώστε μελλοντικά να δημιουργηθούν οι συσχετίσεις μεταξύ των συγκεκριμένων αυτών χαρακτηριστικών και των προβλημάτων υγείας συγκεκριμένων πληθυσμιακών ομάδων. Στο πλαίσιο αυτής της προσπάθειας, η διπλωματική αυτή φιλοδοξεί να αξιολογήσει δυο πολυσύχναστους πράσινους χώρους των Χανίων, τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως χαρακτηριστικό παράδειγμα για την αξιολόγηση των υπόλοιπων μικρότερων και λιγότερο σύνθετων χώρων της πόλης. Για την αξιολόγηση αυτή λαμβάνονται υπόψη τόσο δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας όσο και δείκτες ποιότητας αέρα.

Με την πραγματοποίηση αυτής της αξιολόγησης δίνεται επίσης η δυνατότητα εντοπισμού των αναγκών της περιοχής ώστε να γίνουν οι κατάλληλες αναπροσαρμογές του σχεδιασμού της σε μελλοντική ανάπτυξη από τους πολεοδόμους. Συγκεκριμένα, για την αξιολόγηση του πρασίνου χώρου που μελετάται έγινε επεξεργασία των δεδομένων της θερμοκρασίας του αέρα και της σχετικής υγρασίας που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες που τοποθετήθηκαν σε σταθερά σημεία στον πράσινο χώρο και στον αστικό χώρο καθώς και από τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται στο κέντρο των Χανίων. Επίσης, έγινε επεξεργασία των δεδομένων της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας ακτινοβολίας που καταγράφηκαν από φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό. Για την εκτίμηση των θερμικών καταπονήσεων που υφίσταται ο άνθρωπος εντός και εκτός του πρασίνου χώρου, υπολογίστηκε ο Παγκόσμιος θερμικός κλιματικός δείκτης (UTCI) με χρήση λογισμικού που διατίθεται διαδικτυακά για τον υπολογισμό του. Επιπροσθέτως, για τον υπολογισμό της δέσμευσης/απομάκρυνσης αέριων ρύπων και για τον υπολογισμό της δέσμευσης/αποθήκευσης άνθρακα από τα δέντρα του πρασίνου χώρου έγινε χρήση του λογισμικού I-Tree Eco με δεδομένα που συλλέχθηκαν επιτόπια από τον πράσινο χώρο (πλήθος δέντρων, είδος, μέγεθος δέντρων και της κόμης αυτών, έκθεση πλευρών του δέντρου στον ήλιο κ.α.).

2. Μεθοδολογία

2.1 Ανάλυση της περιοχής μελέτης

Περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελούν ο Δημοτικός Κήπος και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά.

2.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Ο Δημοτικός Κήπος Χανίων σχεδιάστηκε το 1870 και ήταν έργο του Γενικού Διοικητή Κρήτης Ρεούφ Πασά. Δημιουργήθηκε στην θέση αμμώδους περιοχής και η διαμόρφωσή του επιβλέφθηκε από τον ίδιο τον Γενικό Διοικητή.

Ο σχεδιασμός του κάλυπτε τα τότε Ευρωπαϊκά κηποτεχνικά πρότυπα.

Ο κήπος ως χώρος περιπάτου και αναψυχής έδωσε διέξοδο στους εγκλωβισμένους μέσα στα τείχη κατοίκων κατά τα τελευταία χρόνια της Τουρκικής κατοχής.

Φυτεύτηκαν κυρίως αειθαλή δέντρα και ποικιλίες λουλουδιών. Οι δρόμοι στρώθηκαν με χονδρή άμμο και σε πολλά σημεία σκεπάζονταν από κληματίδες.

Εντός του κήπου υπήρχαν δύο αγάλματα και ένας Ερμής από την αρχαία Κυδωνία.

Το 1898 στην βορειοδυτική γωνιά του κήπου κατασκευάστηκε με πρωτοβουλία του Σακήρ Πασά ένα κτίσμα που χρησίμευσε ως θέατρο, κυβερνητικό τυπογραφείο, αίθουσα χωρών και τα επόμενα χρόνια να στεγάσει την Κρητική Βουλή.

Το κτίσμα κατέρρευσε τον Οκτώβριο του 1911.

Το 1900, αποτέλεσε μεγάλο πολιτιστικό γεγονός η Α΄ Διεθνής Έκθεση των Χανίων στο Δημοτικό κήπο, μετά από σχετική απόφαση του Υπατού Αρμοστή Πρίγκιπα Γεωργίου με 701 εκθέτες από την Κρήτη, την υπόλοιπη Ελλάδα και το Εξωτερικό.

Μέσα στον Δημοτικό κήπο λειτουργούσε καφενείο και το 1905 οι ενοικιαστές του έφεραν και λειτούργησαν τον πρώτο θερινό κινηματογράφο της πόλης.

Το 1918, πέντε χρόνια μετά την Ένωση του νησιού με την υπόλοιπη Ελλάδα, ανετέθη από τον Δήμο Χανίων, στον γεωπόνο και δενδροκόμο του Αγροκηπίου, Κωνσταντίνο Σπάη η ανακαίνιση του κήπου.

Τότε φυτεύτηκαν νέα δένδρα με ωραία φυλλωσιά και λεπτό άρωμα όπως νεραντζιές, δάφνες του Απόλλωνα και δένδρα "πουλιενέζι" με κατάλευκη άνθηση.

Στο Δυτικό τμήμα του κήπου διαμορφώθηκε ένας λαβύρινθος για περιπλάνηση ανάμεσα στα σκιερά δρομάκια και ανάπαυση σε ένα από τα πολλά παγκάκια, τα οποία είχαν τοποθετήσει έτσι ώστε το ένα να μην φαίνεται από το άλλο.

Επίσης προβλέφθηκε η κατασκευή μικρών λιμνών, από τις οποίες δύο ενώνονται με γέφυρα κτισμένη με μικρούς βράχους από την θάλασσα.

Το 1924 στην βορειοανατολική γωνιά του Δημοτικού κήπου άρχισε να κτίζεται το Ρολόι των Χανίων. Η κατασκευή τελείωσε το 1927.

Η διάρθρωση του κτίσματος είναι τριμερής, δηλαδή αποτελείται από την βάση, τον κορμό του οποίου οι πλευρές συγκλίνουν προς τα πάνω και η στέγη που διαμορφώνεται σε κυκλικό περίπτερο και στη συνέχεια αποτέλεσε βασικό πολιτιστικό τοπωνύμιο της περιοχής.

Το 1936 κατασκευάζεται το κτίριο που φιλοξενεί έως και σήμερα το « Καφέ Κήπος».

Η τελευταία ανάπλαση του κήπου έγινε το 2020. Στόχος της ανάπλασης ήταν η συνολική αντιμετώπιση των προβλημάτων του Ιστορικού Δημοτικού Κήπου, η διεύρυνση των δυνατοτήτων του και ο επανασχεδιασμός των λειτουργιών και χρήσεων, ώστε να αναβαθμιστεί η εικόνα του καταπράσινου φυσικού καταφυγίου στο κέντρο της πόλης, χωρίς να αλλοιωθεί ο ιστορικός του χαρακτήρας.

Οι βασικοί άξονες της ανάπλασης ήταν :

α) η ενοποίηση των χωμάτινων διαδρομών του κήπου με τις επιφάνειες πρασίνου.

Αυτό πραγματοποιήθηκε με κατάλληλα "γεμίσματα" των διαδρόμων, ώστε να έρθουν στο ίδιο επίπεδο με τις επιφάνειες πρασίνου καθώς και με τον περιορισμό των πράσινων περιφράξεων στα σημεία που εξυπηρετούν την ασφάλεια των επισκεπτών (παιδική χαρά και όριο υψομετρικών διαφορών).

β) η απομάκρυνση των υφισταμένων κλουβιών έκθεσης ζώων και η αύξηση των χώρων επίσκεψης του πάρκου κατά 1.800 επιπλέον τετραγωνικά μέτρα με νέες χρήσεις και νέες φυτεύσεις.

γ) η οργάνωση των εξωτερικών χώρων των υπαρχόντων κτισμάτων με αποτέλεσμα την περαιτέρω ανάδειξή τους (ιστορικό καφέ), αλλά και τον εμπλουτισμό των λειτουργιών τους.

δ) η ενίσχυση του φυσικού πράσινου περιβάλλοντος με καθαρισμούς, νέες φυτεύσεις και κατασκευή δικτύου άρδευσης .

ε) ο ανασχεδιασμός της περιοχής παιχνιδιού με την δημιουργία νέων περιοχών θεματικών ανά ηλικία και ανά δραστηριότητα. Η έκταση των περιοχών παιχνιδιού αυξήθηκε κατά 1090 τετραγωνικά μέτρα.

στ) η δημιουργία μιας ακόμα εισόδου από την οδό Χ. Πλουμιδάκη, προσβάσιμης και σε άμεση επαφή με το πάρκο Ειρήνης και Φιλίας.

Με την τελευταία ανάπλαση του κήπου δίνεται μεγαλύτερη προσβασιμότητα για όλους, μεγαλύτερη ασφάλεια των παιδιών, ενισχύεται το πράσινο αλλά και η αρμονική συνύπαρξη ενός ήρεμου φυσικού περιβάλλοντος με τις υφιστάμενες λειτουργίες αναψυχής, ψυχαγωγίας και εκπαίδευσης.

Η ανάπλαση βοήθησε σε μεγάλο βαθμό στην αποκατάσταση στον Δημοτικό Κήπο της ισορροπίας φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, εξυπηρετώντας τις αυξημένες απαιτήσεις των επισκεπτών με σύγχρονους τρόπους και διασφαλίζοντας τη μοναδικότητα του πράσινου πάρκου.

Σήμερα ο Δημοτικός κήπος Χανίων είναι σημείο αναφοράς της πόλης και καλύπτει την ανάγκη ύπαρξης ελεύθερου χώρου για περίπατο, αναψυχή και πολιτιστικές εκδηλώσεις για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της περιοχής. (9–11)

Ακολουθεί φωτογραφία του Δημοτικού Κήπου Χανίων από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα (βλ. Εικόνα 1).



Εικόνα 1. «Souvenir de Crete. Δημοτικός Κήπος εις τα Χανιά» αναφέρει η λεζάντα της καρτ-ποστάλ με φωτογραφία του Κήπου από τις αρχές του 20ού αιώνα.

Στο κέντρο της πόλης των Χανίων, από τις αρχές του εικοστού αιώνα, βρίσκεται το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών.

Στους κατοίκους των Χανίων, οι οποίοι βίωσαν τις δυσμενείς συνέπειες του Α΄ Παγκοσμίου πολέμου και της κατοχής, γεννήθηκε η ιδέα της δημιουργίας ενός χώρου που να έκφραζε την επιθυμία τους για ειρήνη, αλληλεγγύη και επαφή με την φύση.

Η δημιουργία του Πάρκου έγινε με την συμβολή του τότε Δημάρχου της πόλης Ελευθερίου Βενιζέλου και της τοπικής κοινότητας. Οι κάτοικοι συνέβαλαν στην δημιουργία του Πάρκου με εθελοντική εργασία και χρηματοδοτική στήριξη.

Περιείχε ποικιλίες λουλουδιών τόσο από διάφορα μέρη της Κρήτης όσο και της υπόλοιπης Ελλάδας καθώς ποικιλίες δένδρων .

Η σημερινή ονομασία του Πάρκου ως “Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των λαών” δόθηκε το 1974 μετά την εισβολή των Τούρκων στην Κύπρο, για να υπενθυμίζει την σημασία της ειρήνης και της φιλίας ανάμεσα στους λαούς.

Η παρούσα μορφή του Πάρκου αποτελεί αποτέλεσμα μελέτης του Δήμου Χανίων το 1987. Περιλαμβάνει περιοχές που χαρακτηρίζονται από χαμηλή φύτευση, από αειθαλή και φυλλοβόλα δένδρα.

Διαθέτει τέσσερις κύριες εισόδους, μία σε κάθε πλευρά του πάρκου. Βόρεια του πάρκου υπάρχει πλατεία με χώρους στάσης, δένδρα, παρτέρια φυτών καθώς και ένα αξονικό περιπατητικό μονοπάτι το οποίο διασχίζει το Πάρκο μέχρι την Νότια είσοδο – έξοδο του. Ακολουθώντας κάποιος αυτό το μονοπάτι συναντά το αμφιθέατρο, μια πλατεία, παιδική χαρά και μια μικρή λίμνη.

Ανατολικά του πάρκου βρίσκεται το μνημείο Πεσόντων Ηρώων. Το μνημείο τοποθετήθηκε το 1930 και είναι έργο του γλύπτη Θωμά Θωμόπουλου.

Το πάρκο γειτνιάζει με τον Δημοτικό Κήπο και αποτελούν μια ενότητα πρασίνου στο κέντρο της πόλης.

Στο πάρκο πραγματοποιούνται πολλές κοινωνικές, πολιτικές, πολιτιστικές και άλλες εκδηλώσεις που συμβάλουν στην ενίσχυση του πνεύματος της Ειρήνης, της Φιλίας και της Αλληλεγγύης που θα πρέπει να επικρατήσουν στον κόσμο.

Τα τελευταία χρόνια συνεχίζονται οι προσπάθειες αναβάθμισης του πάρκου ώστε να προσελκύει περισσότερους επισκέπτες. (12–14)

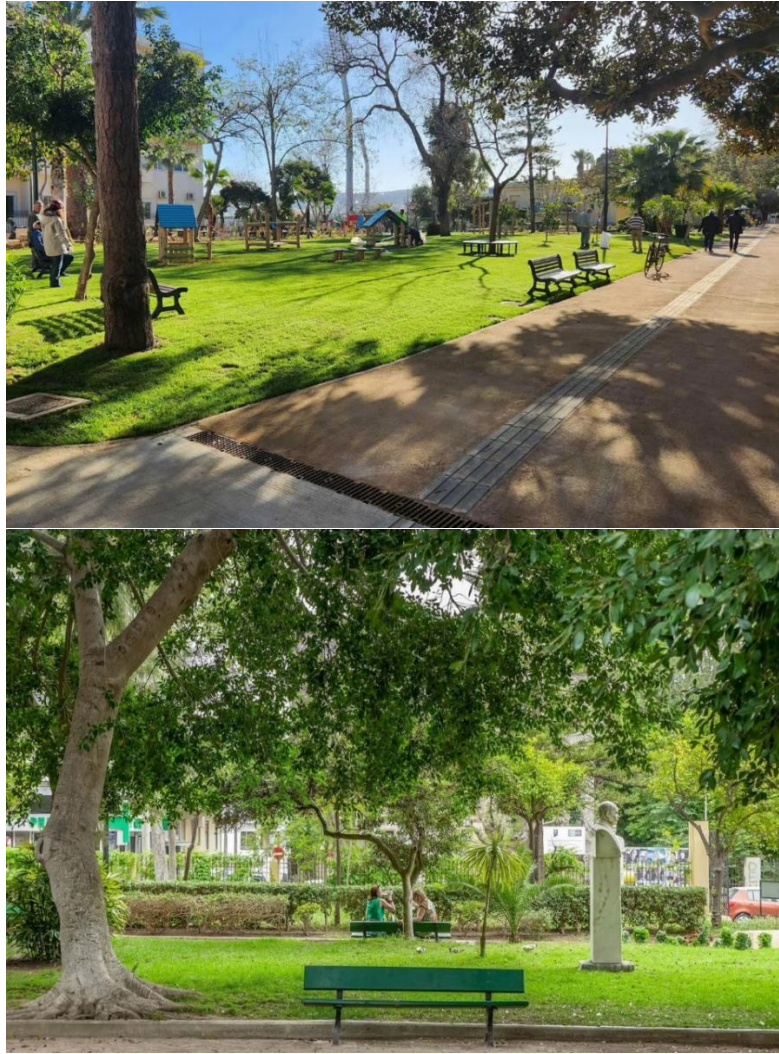
2.1.2 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Ο Δημοτικός Κήπος και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών συναντώνται στο κέντρο της πόλης των Χανίων, κοντά στο Ενετικό Λιμάνι και τη θάλασσα, στην οδό Στρατηγού Τζανακάκη 82 και στην οδό Ανδρέα Παπανδρέου 61 αντίστοιχα. Οι δυο αυτοί πράσινοι χώροι συνορεύουν και κατ’ επέκταση στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετώνται ως ένας ενιαίος πράσινος χώρος.

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται στα 32720.71 τ.μ., φιλοξενεί 496 δέντρα και 61 διαφορετικά είδη φυτών.

Αποτελεί βασικό πνεύμονα της πόλης των Χανίων και σημείο αναφοράς για τους κατοίκους της καθώς καλύπτει την ανάγκη ύπαρξης ελεύθερου χώρου για περίπατο, αναψυχή και πολιτιστικές εκδηλώσεις.

Πιο συγκεκριμένα, ο Δημοτικός Κήπος αποτελεί ένα πολυσύχναστο πράσινο χώρο που προσφέρει αναψυχή και ψυχαγωγία στους επισκέπτες του. Φιλοξενεί μια παιδική χαρά, περιπατητικά μονοπάτια, καθιστικούς χώρους, ένα σιντριβάνι, τον θερινό Δημοτικό Κινηματογράφο των Χανίων, την ιστορική καφετέρια ΚΑΦΕ «ΚΗΠΟΣ» και την Παιδική-Εφηβική Βιβλιοθήκη του Δημοτικού Κήπου. Επιπροσθέτως, συναντάται το ρολόι του Κήπου, ένα πολιτιστικό στοιχείο σημείο αναφοράς για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της πόλης (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Δημοτικός Κήπος Χανίων

Εξίσου πολυσύχναστο πράσινο χώρο για την πόλη των Χανίων αποτελεί το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών. Φιλοξενεί ένα αμφιθέατρο στο οποίο λαμβάνουν χώρα πολιτιστικές, πολιτικές και κοινωνικές εκδηλώσεις, μια παιδική χαρά, ελεύθερους χώρους για περίπατο και αναψυχή και το μνημείο Πεσόντων Ηρώων (βλ. Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά

Ακολουθεί χάρτης όπου φαίνεται η περιοχή μελέτης (βλ. Εικόνα 4)



Εικόνα 4. Περιοχή μελέτης: Δημοτικός Κήπος Χανίων- Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά

2.2 Επιλογή δεικτών

Οι δείκτες που επιλέχθηκαν, αναλύονται και υπολογίζονται για την αξιολόγηση του πράσινου χώρου που μελετάται ανήκουν στις κατηγορίες της κλιματικής ανθεκτικότητας και της ποιότητας του αέρα. Συγκεκριμένα, οι δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας που επιλέχθηκαν είναι ο δείκτης της μέσης μηνιαίας τιμής της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας, ο δείκτης αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα στη βλάστηση, ο Παγκόσμιος Θερμικός Κλιματικός Δείκτης (UTCI) και ο δείκτης της ψύξης αέρα περιβάλλοντος. Από τους δείκτες ποιότητας του αέρα επιλέχθηκε ο δείκτης δέσμευσης/απομάκρυνσης O_3 , SO_2 , NO_2 και CO από τη βλάστηση. Η επιλογή έγινε ύστερα από βιβλιογραφική αξιολόγηση παραπάνω από εκατό δεικτών. Η μελέτη αυτή δεν αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

2.3 Δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας

2.3.1 Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας

Ο παρόν δείκτης υποδεικνύει την εύρεση του μέσου όρου των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ενδείκνυται για την ανίχνευση της αύξησης της θερμοκρασίας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία προσδιορίζεται η μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας για το διάστημα των τριών μηνών του καλοκαιριού (Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος 2023). Επιλέχθηκαν οι καλοκαιρινοί μήνες καθώς το καλοκαίρι είναι η πιο συνηθισμένη εποχή κατά την οποία αξιολογείται η αύξηση της θερμοκρασίας (η άνοιξη και το φθινόπωρο εξετάζονται σε σχετικά λιγότερες μελέτες).

Με τον προσδιορισμό του συγκεκριμένου δείκτη δύναται να προβλεφθούν οι σημαντικές επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας στην ποιότητα ζωής στις πόλεις και στην υγεία των ανθρώπων. Το μεσημέρι, η επίδραση της ψύξης φτάνει στο μέγιστο, οπότε, για παράδειγμα, μπορεί να αναλυθεί η επίδραση της θερμότητας στην υγεία. Αντιθέτως, τη νύχτα, η αποτελεσματικότητα της ψύξης είναι μικρότερη, αλλά μπορεί να αναλυθεί η επίδραση της νυχτερινής θερμοκρασίας στη διαταραχή του ύπνου. Η καλύτερη στιγμή για τη μέτρηση της υψηλότερης επίδρασης στη μείωση της θερμοκρασίας είναι το μεσημέρι,

καθώς είναι η πιο ζεστή ώρα της ημέρας, όπου η επίδραση της ψύξης φτάνει στο μέγιστο (15).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, τοποθετήθηκαν τέσσερεις αισθητήρες LOGiT LTH σε σταθερά σημεία μέσα στον πράσινο χώρο και ένας αισθητήρας LOGiT LTH σε σταθερό σημείο εκτός του πράσινου χώρου (στα 150 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 δέκα λεπτά. Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων LOGiT LTH 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.

2.3.2 Αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών και των δέντρων. Τα δέντρα απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, αποθηκεύοντας άνθρακα και παράγοντας οξυγόνο ως προϊόν της φωτοσύνθεσης. Η δέσμευση άνθρακα είναι η διαδικασία αφαίρεσης άνθρακα από την ατμόσφαιρα και η αποθήκευσή του σε ένα φυσικό στοιχείο (π.χ. ένα δέντρο). Το λογισμικό I-Tree Eco εκτιμά την αποθήκευση άνθρακα στα δέντρα, την ετήσια δέσμευση άνθρακα από αυτά και την εκπομπή άνθρακα μέσω της αποσύνθεσης των δέντρων (16). Ο υπολογισμός του άνθρακα C που αποθηκεύεται στο έδαφος και τη ξυλώδη βλάστηση σε μια αστική περιοχή παρέχει μια ένδειξη της κατάστασης των φυσικών χώρων πρασίνου. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της αποθήκευσης και δέσμευσης του C συνδέεται επίσης με την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μιας και τα αστικά δέντρα αποθηκεύουν άνθρακα στον ιστό τους και δεσμεύουν τον ατμοσφαιρικό άνθρακα από το βασικότερο αέριο του θερμοκηπίου, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Επιπροσθέτως, η αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα από τα αστικά δέντρα επιφέρει την μείωση των επιπτώσεων που προκύπτουν από τις χρήσεις του εκάστοτε πράσινου χώρου. Για να γίνουν οι όροι πιο κατανοητοί, να αναφερθεί πως η απομάκρυνση διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα με δράση των φυτών ονομάζεται δέσμευση άνθρακα, ενώ η ποσότητα άνθρακα που είναι ήδη δεσμευμένη στα τμήματα της υπέργειας και υπόγειας ξυλώδους βλάστησης αναφέρεται ως αποθήκευση άνθρακα. Καθώς ένα δέντρο μεγαλώνει, αποθηκεύει περισσότερο άνθρακα συγκρατώντας τον συσσωρευμένο στους ιστούς του. Η ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται ετησίως βρίσκεται σε αναλογία με το μέγεθος και την κατάσταση της υγείας των δέντρων. Καθώς ένα δέντρο πεθαίνει και αποσυντίθεται, απελευθερώνει μεγάλο μέρος του αποθηκευμένου άνθρακα πίσω στην ατμόσφαιρα. Έτσι, η αποθήκευση άνθρακα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως η ποσότητα άνθρακα που μπορεί να απελευθερωθεί εάν τα δέντρα αφεθούν να πεθάνουν και να αποσυντεθούν (15).

Για τον προσδιορισμό του συγκεκριμένου δείκτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό I-Tree Eco, το οποίο είναι ένα από τα εργαλεία της σουίτας I-Tree. Το I-Tree Eco χρησιμοποιεί μια σειρά εξισώσεων για να υπολογίσει τη δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα στο αστικό δάσος, λαμβάνοντας υπόψη το είδος του δέντρου, τη διάμετρο στο ύψος του στήθους (DBH) την αποψίλωση (κάλυψη) της κόμης (Crown dieback), την έκθεσή της στο φως (Crown light exposure) και την υγεία των δέντρων. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν αντίστοιχες εξισώσεις, χρησιμοποιούνται πιο γενικές εξισώσεις σε επίπεδο γένους ή οικογένειας, και σαν τελευταία λύση, αν δεν διατίθενται τα παραπάνω δεδομένα, μια συνολική εξίσωση (17). Επιπροσθέτως, εισήχθησαν δεδομένα που αφορούν την έκταση της περιοχής μελέτης, το πλήθος των δέντρων, τις χρήσεις γης, την ποιότητα του αέρα (εισήχθησαν δεδομένα σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση από τον πλησιέστερο σταθμό μέτρησής της στην Αθήνα, στον οποίο είχε πρόσβαση το λογισμικό) και την μετεωρολογία της περιοχής (εισήχθησαν πληροφορίες από τον μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής Σούδας Χανίων, στον οποίο είχε πρόσβαση το λογισμικό) και άλλες τοπικές πληροφορίες. Τα προαναφερθέντα ζητούμενα δεδομένα συλλέχθηκαν από το πεδίο μελέτης με καταγραφή και παρατήρηση και ύστερα

από σχετικό αίτημα για πρόσβαση στα αρχεία της Υπηρεσίας Πρασίνου και της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου Χανίων.

Το λογισμικό I-Tree Eco προσεγγίζει τη βιομάζα κάθε δέντρου χρησιμοποιώντας εξισώσεις από τη βιβλιογραφία και μετρήσεις από το πεδίο για τα δέντρα. Τα αστικά δέντρα τείνουν να έχουν λιγότερη βιομάζα από ό,τι προβλέπουν οι εξισώσεις βιομάζας που προκύπτουν για τα δάση. Για να προσαρμοστεί αυτή η διαφορά, τα αποτελέσματα της βιομάζας για τα αστικά δέντρα πολλαπλασιάστηκαν επί 0,8. Η εκτίμηση της αποθήκευσης άνθρακα γίνεται πολλαπλασιάζοντας τη βιομάζα του δέντρου με 0.5 ή 0.41 για φοίνικες. Για να αποφευχθεί η υπερεκτίμηση της αποθήκευσης άνθρακα για πολύ μεγάλα δέντρα, η συνολική δέσμευση άνθρακα περιορίζεται σε ένα μέγιστο των 40 κιλών C ανά εκατοστό διαμέτρου βάσης αφού ένα δέντρο φτάσει τα 7.500 κιλά άνθρακα στο I-Tree Eco. Για να εκτιμηθεί η ετήσια συνολική δέσμευση άνθρακα, η διάμετρος βάσης του δέντρου αυξάνεται σταδιακά στο μοντέλο βάσει του εκτιμώμενου ετήσιου ρυθμού ανάπτυξης. Η αποθήκευση άνθρακα το τρέχον έτος (έτος 0) συγκρίνεται στη συνέχεια με την αποθήκευση άνθρακα το επόμενο έτος (έτος 1) για να εκτιμηθεί η ετήσια δέσμευση. Εάν η αποθήκευση άνθρακα ενός δέντρου είναι πάνω από 7.500 κιλά και το δέντρο είναι ζωντανό, η δέσμευση άνθρακα για αυτά τα μεγάλα δέντρα εκτιμάται βάσει του ρυθμού δέσμευσης (κιλά/εκατοστό διαμέτρου βάσης) όταν το δέντρο φτάσει τα 7.500 κιλά αποθήκευσης C. Αυτές οι τιμές δέσμευσης προστίθενται στην τιμή αποθήκευσης ετησίως, οπότε η αποθήκευση μπορεί να υπερβεί τα 7500 κιλά, αλλά οι ρυθμοί δέσμευσης περιορίζονται ώστε να μην αυξάνονται γεωμετρικά βάσει των εξισώσεων που εφαρμόζονται σε μεγάλα δέντρα.

Η ετήσια αύξηση διαμέτρου των δέντρων εκτιμάται για την περιοχή μελέτης βάσει των παρακάτω στοιχείων:

(α) του βασικού ρυθμού ανάπτυξης. Οι ρυθμοί ανάπτυξης των δέντρων που αναπτύσσονται σε ανοικτό περιβάλλον βασίζονται σε δεδομένα μετρήσεων ανάπτυξης δέντρων στους δρόμους, τα οποία προσαρμόζονται σε μια περίοδο 153 ημερών χωρίς παγετούς όπως φαίνεται από την Εξίσωση 1.

Εξίσωση 1. Υπολογισμός βασικού ρυθμού ανάπτυξης δέντρων που αναπτύσσονται σε ανοικτό περιβάλλον

Βασική ανάπτυξη = μετρούμενη ανάπτυξη × (153 / αριθμός των ημερών μέτρησης χωρίς παγετούς)

Ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης διαμέτρου, για δέντρα που αναπτύσσονται σε ανοικτό περιβάλλον με 153 ημέρες χωρίς παγετούς, είναι 0,84 εκατοστά/έτος.

(β) της διάρκειας της ανοιξιάτικης περιόδου για να καθοριστεί ο τοπικός βασικός ρυθμός ανάπτυξης. Ο βασικός ρυθμός ανάπτυξης προσαρμόζεται βάσει της τοπικής διάρκειας της ανοιξιάτικης περιόδου όπως φαίνεται από την Εξίσωση 2.

Εξίσωση 2. Υπολογισμός βασικού ρυθμού ανάπτυξης των δέντρων βάσει της τοπικής διάρκειας της ανοιξιάτικης περιόδου

Βασική ανάπτυξη = βασική ανάπτυξη × (αριθμό ημερών χωρίς παγετούς στην περιοχή / 153)

(γ) των ρυθμών ανάπτυξης ανά είδος. Βάσει αυτών των δεδομένων, οι μέσοι ρυθμοί ανάπτυξης της διαμέτρου, για δέντρα που αναπτύσσονται σε ανοικτό περιβάλλον με 153 ημέρες χωρίς παγετούς, καθορίζονται σε 0.58 εκατοστά/έτος για αργή ανάπτυξη, 0.84 εκατοστά/έτος για μέτρια ανάπτυξη και 1.09 εκατοστά/έτος για γρήγορη ανάπτυξη (πληροφορίες είδους μπορούν να βρεθούν και να εισαχθούν μέσω της βάσης δεδομένων I-Tree). Υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα μετρήσεων για την αστική ανάπτυξη δέντρων για είδη με αργή, μέτρια ή γρήγορη ανάπτυξη, επομένως οι ρυθμοί ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται στο λογισμικό είναι εκτιμήσεις.

(δ) τις μετρήσεις της έκθεσης της κόμης στο φως (CLE), οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν την αύξηση τους μεγέθους της κόμης των δέντρων σε σχέση με τον αριθμό των πλευρών τους που εκτίθεται στον ήλιο. Οι μετρήσεις CLE για κάθε δέντρο

βασίζονται στον αριθμό των πλευρών και/ή του επάνω μέρους του δέντρου που εκτίθενται στο φως του ηλίου. Ένα CLE από 0-1 αντιπροσωπεύει συνθήκες δάσους με πολύ πυκνή ή λιγότερο πυκνή φυλλωσιά, όπου καμία ή μία πλευρά του δέντρου εκτίθεται στον ηλιακό φωτισμό. Το CLE από 2-3 αντιπροσωπεύει συνθήκες πάρκου και το CLE από 4-5 αντιπροσωπεύει ανοικτές συνθήκες ανάπτυξης. Βάσει μιας σύγκρισης των ρυθμών ανάπτυξης μεταξύ των ειδών των δέντρων στους δρόμους (CLE 4-5), των δέντρων σε πάρκα (CLE 2-3) και των δέντρων που αναπτύσσονται σε δάση (CLE 0-1) εξάγεται ως συμπέρασμα ότι οι βασικοί ρυθμοί ανάπτυξης για τα δέντρα υπολογίζονται από τις ακόλουθες εξισώσεις (βλ. Εξίσωση 3)

Εξίσωση 3. Εξισώσεις υπολογισμού του βασικού ρυθμού ανάπτυξης των δέντρων με βάση την κατηγορία στην οποία αντιστοιχεί το κάθε δέντρο ανάλογα με την έκθεση της κόμης του στο φως

$$\text{δέντρα με CLE 0-1} = \text{SG} \times 0,44$$

$$\text{δέντρα με CLE 2-3} = \text{SG} \times 0,56$$

$$\text{δέντρα με CLE 4-5} = \text{SG} \times 1$$

Όπου SG η προσαρμοσμένη ανάπτυξη.

(Ε) της κατάστασης του δέντρου. Οι ρυθμοί ανάπτυξης προσαρμόζονται για την κατάσταση του δέντρου βάσει της ποσοστιαίας υποχώρησης της κόμης. Οι βασικοί ρυθμοί ανάπτυξης πολλαπλασιάζονται με το 1 μείον το ποσοστό υποχώρησης (1-ποσοστό αποψίλωσης κόμης). Για παράδειγμα, για ένα δέντρο με 40% υποχώρηση, οι βασικοί ρυθμοί ανάπτυξης πολλαπλασιάζονται με 0.6.

(στ) της μέγιστης διαμέτρου βάσης. Καθώς ένα δέντρο πλησιάζει τη "μέγιστη" διάμετρο κορμού (DBH), ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται. Έτσι, οι ρυθμοί ανάπτυξης των ειδών, όπως περιεγράφηκαν παραπάνω, προσαρμόζονται βάσει του λόγου μεταξύ της τρέχουσας διαμέτρου κορμού του δέντρου και της μέγιστης διαμέτρου κορμού για το είδος. Το εκτιμώμενο ύψος του δέντρου στην ωριμότητά του προκύπτει από τη βιβλιογραφία. Εάν το ύψος στην ωριμότητα είναι λιγότερο από 12.2 μέτρα, η μέγιστη διάμετρος βάσης ορίζεται στα 38.1 εκατοστά. Για ύψος στην ωριμότητα μεταξύ 12.2 μέτρων και 18.3 μέτρων, η μέγιστη διάμετρος βάσης ορίζεται στα 76.2 εκατοστά. Για ύψος στην ωριμότητα >18.3 μέτρα, η μέγιστη διάμετρος βάσης ορίζεται στα 114.3 εκατοστά.

Γίνεται υπολογισμός της εκτίμησης του άνθρακα που χάνεται λόγω ταχύτερης απελευθέρωσης του άνθρακα (π.χ. σάπια φύλλα δένδρων), επίσης υπολογίζεται και η καθυστερημένη απελευθέρωση (π.χ. αποσύνθεση) και αφαιρείται από την συνολική (μικτή) δέσμευση για την εκτίμηση της καθαρής δέσμευσης. Για να εκτιμηθεί η απελευθέρωση του άνθρακα, γίνονται διάφορες υποθέσεις σχετικά με την πιθανότητα θνησιμότητας, την πιθανότητα καταγραφής ενός νεκρού δέντρου και τους ρυθμούς αποσύνθεσης.

Η αξία της αποθήκευσης και της δέσμευσης του άνθρακα βασίζεται στο κοινωνικό κόστος του άνθρακα. Το κοινωνικό κόστος που σχετίζεται με έναν ρύπο (π.χ. CO₂) αναφέρεται σε μια εκτίμηση της συνολικής (παγκόσμιας) οικονομικής ζημίας που προκαλείται από μια σταδιακή αύξηση του επιπέδου του συγκεκριμένου ρύπου σε ένα δεδομένο έτος (16). Οι τιμές αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα μπορούν να βασιστούν σε εκτιμώμενες ή προσαρμοσμένες τοπικές τιμές αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τοπικές τιμές, οι εκτιμήσεις βασίζονται στην αξία άνθρακα για τις Ηνωμένες Πολιτείες και μετατρέπονται σε τοπικό νόμισμα με βάση τις συναλλαγματικές ισοτιμίες. Στην παρούσα ανάλυση, οι τιμές αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα υπολογίζονται στα 146 ευρώ ανά τόνο (€/ton).

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

Το αίσθημα άνεσης στον άνθρωπο δημιουργείται όταν οι λειτουργίες του σώματός του πραγματοποιούνται με την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Αναγκαία συνθήκη για να

επιτευχθεί η θερμική άνεση είναι το άτομο να βρίσκεται σε θερμική ουδετερότητα δηλαδή να μην επιθυμεί ούτε θερμότερο ούτε ψυχρότερο περιβάλλον. Επειδή η αντίληψη της άνεσης διαφέρει από άτομο σε άτομο, δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν ακριβείς τιμές των παραμέτρων άνεσης. Ορισμένες βασικές παράμετροι όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να προδιαγράψουν τις συνθήκες κατά τις οποίες το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων θα αισθάνονται άνετα με αυτές ή δεν θα ικανοποιούνται από αυτές.

Η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του σώματος του ανθρώπου και του περιβάλλοντος γίνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους: α) μέσω μεταγωγής (μεταφορά αισθητής θερμότητας, δηλαδή της θερμότητας που προκαλεί αλλαγή της θερμοκρασίας ενός αντικειμένου ή ουσίας, μεταξύ του δέρματος και του αέρα που έρχονται σε επαφή), β) μέσω αγωγής (επαφή του σώματος με στερεά αντικείμενα όπως ρούχα, έδαφος κ.α.), γ) μέσω εξάτμισης (με την εφίδρωση υπάρχει ανταλλαγή λανθάνουσας θερμότητας, δηλαδή θερμότητας που προκαλεί αλλαγή της κατάστασης μιας ουσίας (από υγρό σε αέριο ή από στερεό σε υγρό) χωρίς να επηρεάζει την θερμοκρασία της ουσίας, με το περιβάλλον), δ) μέσω ακτινοβολίας (από το σώμα του ανθρώπου προς τις επιφάνειες που το περιβάλλουν και αντίστροφα).(18)

Η θερμοκρασία του πυρήνα του ανθρώπινου σώματος πρέπει να διατηρείται σε ένα στενό εύρος τιμών γύρω στους 37°C, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των εσωτερικών οργάνων του σώματος και του εγκεφάλου.

Αντίθετα, η θερμοκρασία του δέρματος και των άκρων μπορεί να ποικίλλει ευρέως, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτή η διακύμανση της θερμοκρασίας των άκρων είναι ένας από τους μηχανισμούς εξισορρόπησης της παραγωγής και της απώλειας θερμότητας. Η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος μπορεί να περιγραφεί με τη μορφή της εξίσωσης του ενεργειακού ισοζυγίου (βλ. Εξίσωση 4)

Εξίσωση 4. Εξίσωση ενεργειακού ισοζυγίου για την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον

$$M + W + C + K + E + Q + Res \pm S = 0$$

Όπου,

M: η θερμότητα που παράγεται από το μεταβολισμό

W: η θερμότητα που παράγεται από τη μυϊκή δραστηριότητα

C: η αισθητή ροή θερμότητας (θερμότητα που μεταφέρεται με συναγωγή),

K: η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω αγωγής σε επαφή με στερεά σώματα),

E: η ροή θερμότητας που μεταφέρεται με εξάτμιση

Q: η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία,

Res: η μεταφορά θερμότητας μέσω της αναπνοής και

S: το περιεχόμενο θερμότητας του σώματος. (15)

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε χρήση του δείκτη UTCI για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης. Ο δείκτης UTCI στηρίζεται στο ισοζύγιο θερμότητας του ανθρώπινου σώματος και έχει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλους δείκτες που εξετάζουν τη θερμική άνεση διότι ο υπολογισμός του δεν απαιτεί την γνώση προσωπικών παραμέτρων όπως μεταβολισμός, τρόπος ένδυσης κ.α. (19)

Ο δείκτης UTCI αναπαριστά τη θερμοκρασία του αέρα με τρόπο που λαμβάνει υπόψη τη φυσιολογική αντίδραση του ανθρώπου σε πραγματικές καιρικές συνθήκες. Παρέχει μια μονοδιάστατη τιμή που αντικατοπτρίζει την ανθρώπινη φυσιολογική αντίδραση στο πολυδιάστατο εξωτερικό θερμικό περιβάλλον. Μπορεί να προβλέψει τόσο τις θερμικές αντιδράσεις ολόκληρου του σώματος (υποθερμία και υπερθερμία-δυσφορία από την έκθεση σε ζέστη ή κρύο), όσο και τις τοπικές αντιδράσεις (ψύξη προσώπου, χεριών και ποδιών και κρυσπαγήματα). Οι εφαρμογές του UTCI καλύπτουν προγνώσεις καιρού, βιοκλιματολογικές εκτιμήσεις, βιοκλιματικές χαρτογραφήσεις, αστικό σχεδιασμό, μηχανική των υπαίθριων χώρων, υπαίθρια αναψυχή, επιδημιολογία και έρευνα για τις επιπτώσεις του κλίματος. Είναι ένα σύστημα που λαμβάνει υπόψη διάφορες κλιματικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου, και άλλες μετρήσεις, προκειμένου να

υπολογίσει τον τρόπο που αντιλαμβάνεται ο ανθρώπινος οργανισμός τις κλιματικές συνθήκες. Μέσω αυτού του δείκτη, παρέχεται μια πιο ακριβής και επιστημονική αξιολόγηση της ανθρώπινης άνεσης και ευεξίας σε συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες, πέρα από την απλή μέτρηση της θερμοκρασίας με ένα θερμόμετρο. Συχνά χρησιμοποιείται στη μετεωρολογία και την ερευνητική κοινότητα για την αξιολόγηση του κινδύνου θερμικού σοκ και της ανθρώπινης άνεσης σε διάφορες κλιματικές συνθήκες. (15)

Μια ακόμη δυνατότητα του δείκτη UTCI είναι η εξέταση των εποχιακών ενδυματολογικών συνηθειών των ανθρώπων χρησιμοποιώντας υπάρχοντα στοιχεία από έρευνες. Είναι γεγονός πως η προσαρμογή της μόνωσης του ρουχισμού, διαμορφώνει την συμπεριφορά του ατόμου ώστε να ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες. Ο δείκτης UTCI μπορεί να δώσει μια, πολύ κοντά στην πραγματικότητα, απεικόνιση της αντίδρασης του ανθρώπινου οργανισμού που επηρεάζει την αντίληψη του ανθρώπου για τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Υπάρχουν μοντέλα όπως το μοντέλο Fiala το οποίο δίνει την δυνατότητα να προβλεφθούν οι επιδράσεις της θερμοκρασίας σε ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα (20). Στην παρούσα εργασία δεν εξετάζεται αυτή η εκδοχή χρήσης του δείκτη UTCI. Η απόκλιση της θερμοκρασίας UTCI από τη μετρούμενη θερμοκρασία αέρα εξαρτάται από τις μετρούμενες τιμές της θερμοκρασίας αέρα (T_a) και της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας (T_{mrt}), την ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 10m (v_a) και την υγρασία που εκφράζεται ως πίεση υδρατμών (p_a) ή σχετική υγρασία (RH) όπως φαίνεται και στην παρακάτω εξίσωση (βλ. Εξίσωση 5)

Εξίσωση 5. Απόκλιση της θερμοκρασίας UTCI από την μετρούμενη θερμοκρασία αέρα

$$UTCI(T_a, T_{mrt}, v_a, p_a) = T_a + Offset(T_a, T_{mrt}, v_a, p_a)$$

Η κατάσταση αναφοράς του μοντέλου αντιστοιχεί στις ακόλουθες συνθήκες:

- Περπάτημα με ταχύτητα 4 km/h.
 - Ηλιακή ακτινοβολία (135 W/m^2).
 - Θερμοκρασία αέρα (T_a) ίση με τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (T_{mrt}).
 - Ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 10 m (v_a) ίση με 0.5 m/s.
 - Η σχετική υγρασία (RH) ίση με 50% (όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 29°C).
 - Πίεση υδρατμών (p_a) ίση με 20 hPa (όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 29°C).
- (15)

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η θερμοκρασία UTCI υπολογίζεται αυτόματα μέσω λογισμικού (21), στο οποίο εισήχθησαν τα ακόλουθα δεδομένα:

- Θερμοκρασία αέρα, T_a ($^\circ\text{C}$)
- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, T_{mrt} (βαθμοί Κέλβιν), η οποία αξιοποιείται στην εισαγωγή δεδομένων του λογισμικού σαν δεδομένο για τη διαφορά με την θερμοκρασία αέρα T_a
- Σχετική υγρασία (%RH)
- Ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10m (m/s)

Με βάση την κατάσταση αναφοράς του μοντέλου, η οποία αναφέρθηκε παραπάνω, έγινε η παραδοχή πως η T_{mrt} ισούται με την T_a , η ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 m καθορίστηκε στα 0.5 m/s και επιλέχθηκε η εισαγωγή δεδομένων σχετικής υγρασίας (RH%), έναντι των δεδομένων της πίεσης υδρατμών που προτείνεται εναλλακτικά από το λογισμικό ως δεδομένο εισαγωγής.

Να αναφερθεί πως δημιουργός του λογισμικού F77UTCI οποίο έχει χρησιμοποιηθεί, είναι η Barbara Wojtach από το Ινστιτούτο Μετεωρολογίας και Υδρολογίας, Βαρσοβία, Πολωνία. Το λογισμικό είναι βασισμένο στον αρχικό κώδικα F90UTCI του Peter Broede, Ερευνητικό Κέντρο Εργασίας και Ανθρώπινων Παραγόντων στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο του Ντόρτμουντ, Γερμανία. (21)

Η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας UTCI (εκφρασμένης σε °C) και της φυσιολογικής καταπόνησης, για την εξαγωγή των σχετικών συμπερασμάτων, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Σχέση θερμοκρασίας UTCI- φυσιολογικής καταπόνησης

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

2.3.4 Ψύξη αέρα περιβάλλοντος

Ο δείκτης της ψύξης αέρα περιβάλλοντος μετρά τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσω λύσεων που βασίζονται στη φύση (NBS). Οι πράσινοι και οι μπλε χώροι μπορούν να ψύξουν τον αέρα μέσω της παροχής σκιάς και της διεργασίας της εξατμισοδιαπνοής, με την οποία το νερό μεταφέρεται από το έδαφος στην ατμόσφαιρα μέσω εξάτμισης είτε από το έδαφος, είτε από τις υδάτινες επιφάνειες ή από τα φυτά. Η ψύξη του αέρα μπορεί να αποτελέσει μια πρακτική για την προσαρμογή των περιοχών σε πιο υψηλές θερμοκρασίες, καθώς επίσης και για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Σε ένα θερμότερο κλίμα, η ψύξη του αέρα μπορεί να γίνει σημαντική για την υγεία και την ευημερία, ιδίως σε ένα αστικό περιβάλλον που είναι κατά κανόνα θερμότερο από τις γύρω περιοχές. Ορισμένα αστικά περιβάλλοντα μπορεί να χρειαστούν αναγεννημένες φυσικές περιοχές για να προσαρμοστούν σε ένα θερμότερο κλίμα ή σε αστικές θερμικές νησίδες, επομένως η ψύξη του αέρα μπορεί να αποτελέσει σημαντική πτυχή της αστικής αναγέννησης και ανάπτυξης.

Η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να μετρηθεί απευθείας με χρήση αισθητήρα, αλλά και να προβλεφθεί από μοντέλα. Η ψύξη του αέρα από τις NBS έχει δύο μετρήσιμα αποτελέσματα:

(Α) τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και

(Β) τη μείωση της επίδρασης της ψύξης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος από το NBS σε συνάρτηση με την απόσταση απομάκρυνσης από αυτό.

Τα αποτελέσματα της ψύξης του αέρα μετρούν ή προβλέπουν τις θερμοκρασίες κάτω, δίπλα ή σε απόσταση από μια λύση που βασίζεται στη φύση. Σε γενικές γραμμές, οι αποτελεσματικές αποστάσεις ψύξης θεωρούνται σε απόσταση 100 έως 150 μέτρων από τις δένδροστοιχίες, ενώ τα μεγάλα πάρκα μπορούν να ψύξουν έως και 440 μέτρα. Οι μπλε χώροι ψύχουν τον αέρα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, μεταξύ 350 και 1.500 μέτρων από αυτούς. Για τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά αξίζει να σημειωθεί πως βρίσκονται σε μια απόσταση 482 μέτρων από τη θάλασσα (Παραλία Κουμ Καπί, Χανιά), και συνεπώς είναι λογικό η ψύξη από τη θάλασσα να επηρεάζει τη θερμοκρασία και την υγρασία της περιοχής. Παρόλα αυτά η παρούσα διπλωματική εργασία υπολογίζει τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος με αναφορά

σε ορισμένο σημείο που απέχει 150 μέτρα από τον πράσινο χώρο. Στο σημείο αυτό για την θερμοκρασιακή χαρτογράφηση του αστικού χώρου τοποθετήθηκε αισθητήρας LOGiT LTH κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, στη διάρκεια των οποίων σημειώνονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες του έτους. Ακόμη, πραγματοποιήθηκε λήψη των δεδομένων του μετεωρολογικού σταθμού του κέντρου των Χανίων, ώστε να υπάρχει και σύγκριση του πράσινου χώρου με το κέντρο της πόλης, μιας και κανονικά θα έπρεπε να υπάρχει ένα μεγαλύτερο δίκτυο αισθητήρων για τον αστικό χώρο, και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την ψύξη του αστικού χώρου και σε μεγαλύτερη ακόμα απόσταση από τον πράσινο χώρο και σε σχέση με περισσότερα σημεία μετρήσεων. Στη συνέχεια με βάση αυτές τις καταγραφές και με την εξαγωγή μέσου όρου για τη θερμοκρασία αέρα που καταγράφουν ο αισθητήρας που τοποθετήθηκε στα 150 μέτρα απόσταση από την περιοχή μελέτης και ο μετεωρολογικός σταθμός, ποσοτικοποιήθηκε η ψύξη από τον πράσινο χώρο του Κήπου και του Πάρκου προς τον αστικό ιστό. Συγκεκριμένα, αφαιρέθηκαν από τις τιμές των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών του αστικού χώρου οι αντίστοιχες τιμές του πράσινου. Ο υπολογισμός αυτών των διαφορών πραγματοποιήθηκε και για τους τρεις μήνες της θερινής περιόδου κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η μελέτη. Οι διαφορές αυτές αντιστοιχούν σε βαθμολογίες από 1 έως 5, με τη βαθμολογία 1 να αντιστοιχεί στη ελάχιστη ψύξη και την βαθμολογία 5 στην ακραία ψύξη που μπορεί να προσφέρει ο πράσινος χώρος που αξιολογείται στην παρούσα διπλωματική εργασία. Η βαθμολογία 1 αντιστοιχεί σε ψύξη $<1^{\circ}\text{C}$, η βαθμολογία 2 σε ψύξη $1-1.7^{\circ}\text{C}$, η βαθμολογία 3 σε ψύξη $1.7-2.3^{\circ}\text{C}$, η βαθμολογία 4 σε ψύξη $2.3-3^{\circ}\text{C}$ και η βαθμολογία 5 σε ψύξη $>3^{\circ}\text{C}$.

2.4 Δείκτες ποιότητας του αέρα

2.4.1 Δέσμευση/απομάκρυνση O_3 , SO_2 , NO_2 και CO από τη βλάστηση

Η κακή ποιότητα του αέρα αποτελεί κοινό πρόβλημα σε πολλές αστικές περιοχές. Μπορεί να προκαλέσει βλάβες στην ανθρώπινη υγεία, βλάβες στα υλικά που συναποτελούν το τοπίο και στις διεργασίες του οικοσυστήματος και να προκαλέσει επίσης μείωση της ορατότητας. Το αστικό δάσος μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα με τη μείωση της θερμοκρασίας, την άμεση δέσμευση/απομάκρυνση των ρύπων από τον αέρα και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια, η οποία κατά συνέπεια μειώνει τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από τις πηγές ενέργειας που αυτά χρησιμοποιούν. Τα δέντρα απομακρύνουν τους ρύπους από τον αέρα δεσμεύοντας αυτούς μέσω της ξηρής εναπόθεσης. Η ξηρή εναπόθεση είναι η μεταφορά ρύπων από ένα σημείο του αέρα σε μια φυτική επιφάνεια. Η ξηρή εναπόθεση εξαρτάται κυρίως, από την δυνατότητα συγκέντρωσης των ρύπων στην επιφάνεια του δέντρου όταν έρχονται σε επαφή με αυτήν, τις καιρικές συνθήκες και τις ιδιότητες της βλάστησης. Τα περισσότερα φυτά έχουν μεγάλη επιφάνεια ανά μονάδα όγκου, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα εναπόθεσης ρύπων σε αυτά, σε σύγκριση με τις λείες, κατασκευασμένες επιφάνειες που υπάρχουν στις αστικές περιοχές (15). Για να εκτιμηθεί το μέγεθος αυτής της συμβολής χρησιμοποιούνται συνήθως μοντέλα. Το μοντέλο I-Tree Eco (USDA Forest Service, 2019), το οποίο και χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εφαρμόζεται για την εκτίμηση των ατμοσφαιρικών ρύπων που απομακρύνονται από τη βλάστηση ετησίως. Η απομάκρυνση των ρύπων υπολογίζεται για το όζον (O_3), το διοξείδιο του θείου (SO_2), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) (απαιτούμενα για τον προσδιορισμό του εξεταζόμενου δείκτη) και επιπρόσθετα από το μοντέλο υπολογίζονται και τα αιωρούμενα σωματίδια ($\text{PM}_{2.5}$), σωματίδια μικρότερα από 2.5 μικρόμετρα και (PM_{10}) σωματίδια μικρότερα από 10 μικρόμετρα και μεγαλύτερα από 2.5 μικρόμετρα, που αποτελούν επίσης επιβλαβείς ρύπους. Τα $\text{PM}_{2.5}$ είναι πολύ σημαντικά σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία.

Στο λογισμικό I-Tree Eco εισήχθησαν δεδομένα όπως η έκταση της περιοχής, το πλήθος των δέντρων και πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά τους (π.χ. τύπος, ύψος),

πληροφορίες σχετικά με τις χρήσεις της περιοχής, πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του αέρα της περιοχής (εισήχθησαν δεδομένα σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό στην Αθήνα, στον οποίο είχε πρόσβαση το λογισμικό) και τέλος μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης (από τον μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής Σούδας Χανίων, στον οποίο είχε επίσης πρόσβαση το λογισμικό).

Να σημειωθεί πως για την εξέταση του συγκεκριμένου δείκτη η βιβλιογραφία συστήνει να συλλέγονται δεδομένα πριν και μετά την εφαρμογή του NBS (15). Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αξιολογεί την υφιστάμενη κατάσταση του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά και συνεπώς η συλλογή δεδομένων έγινε κατά τη διάρκεια της μελέτης.

Οι εκτιμήσεις για την απομάκρυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης προέρχονται από υπολογισμένες ωριαίες αντιστάσεις της κόμης των δέντρων για το όζον και τα διοξείδια του θείου και του αζώτου, με βάση ένα υβριδικό μοντέλο απόθεσης σε μεγάλα φύλλα και πολλαπλά στρώματα κόμης. Καθώς η απομάκρυνση του μονοξειδίου του άνθρακα και των σωματιδίων από τη βλάστηση δεν σχετίζεται άμεσα με τη διαπνοή, οι ρυθμοί απομάκρυνσης (ταχύτητες απόθεσης) για αυτούς τους ρύπους βασίστηκαν σε μέσες μετρούμενες τιμές από τη βιβλιογραφία που προσαρμόστηκαν ανάλογα με τη μορφολογία των φύλλων και την επιφάνειά τους.

Τα εναποτιθέμενα στα δέντρα σωματίδια PM_{2.5} και PM₁₀ μπορούν να απομακρυνθούν εκ νέου στην ατμόσφαιρα, για παράδειγμα, στην περίπτωση ύπαρξης ισχυρών ανέμων. Επιπλέον, μπορούν να απομακρυνθούν στο έδαφος στην περίπτωση βροχοπτώσεων. Από το μοντέλο για τον υπολογισμό της απομάκρυνσης των σωματιδίων γίνεται παραδοχή πως ο ρυθμός απομάκρυνσης των σωματιδίων πίσω στην ατμόσφαιρα είναι της τάξεως του 50 τοις εκατό. Τα δέντρα απομακρύνουν τα PM_{2.5} και τα PM₁₀ όταν τα σωματίδια εναποτίθενται στις επιφάνειες των φύλλων.

Η απομάκρυνση της ρύπανσης ή η καθοδική ροή ρύπων (F) σε g/m²/s υπολογίζεται από τον τύπο (βλ. Εξίσωση 6)

Εξίσωση 6. Υπολογισμός απομάκρυνσης της ρύπανσης ή καθοδικής ροής ρύπων

$$F = Vd C$$

όπου Vd είναι η ταχύτητα απόθεσης (m/s) και

C είναι η συγκέντρωση ρύπων στην ατμόσφαιρα (g/m³).

Η ταχύτητα απόθεσης του ρύπου υπολογίζεται σύμφωνα με την Εξίσωση 7,

Εξίσωση 7. Υπολογισμός ταχύτητας απόθεσης ρύπων

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

Όπου Ra η αεροδυναμική μεταφορά (μεταφορά ρύπων κοντά στο έδαφος λόγω τυρβώδους διάχυσης),

Rb η αντίσταση του ιξώδους υποστρώματος (μεταφορά λόγω μοριακών συγκρούσεων) και (Rc) η αντίσταση μεταφοράς που εξαρτάται από την φυσικοχημική αλληλεπίδραση του υλικού και της επιφάνειας (επιφάνεια φύλλων).

Οι ωριαίες εκτιμήσεις των Ra και Rb υπολογίζονται από το λογισμικό I-Tree Eco με χρήση τυποποιημένων τύπων αντίστασης και ωριαίων μετεωρολογικών δεδομένων. Οι ωριαίες εκτιμήσεις των Ra και Rb είναι σχετικά μικρές σε σύγκριση με τις επιδράσεις Rc. Οι ωριαίες τιμές αντίστασης από την επιφάνεια των φύλλων για τα O₃, SO₂ και NO₂ υπολογίζονται με βάση ένα τροποποιημένο υβριδικό μοντέλο εναπόθεσης στα μεγάλα φύλλα και στις επιφάνειες που αποτελούνται από πολλαπλά στρώματα φύλλων (φυλλωσιών). Η αντίσταση της επιφάνειας των φύλλων (φυλλωσιάς) (Rc) έχει τρεις συνιστώσες:

(α) την στοματική αντίσταση (αντίσταση στα στόματα των φύλλων) (r_s),
 (β) την αντίσταση στον σπογγώδη μεσόφυλλο (μεσόφυλλο αντίσταση) (r_m)
 (γ) την αντίσταση της επιδερμίδας (r_t)
 και υπολογίζεται σύμφωνα με την Εξίσωση 8.

Εξίσωση 8. Υπολογισμός της αντίστασης της επιφάνειας των φύλλων (φυλλωσιάς)

$$1/R_c = 1/(r_s + r_m) + 1/r_t$$

Η αντίσταση του μεσόφυλλου ορίζεται σε 0 δευτερόλεπτα/μέτρο (s/m) για SO₂ και 10 s/m για O₃. Η αντίσταση του μεσόφυλλου ορίζεται σε 100 s/m για το NO₂. Οι αντιστάσεις της βασικής επιδερμίδας ορίζονται σε 8.000 s/m για το SO₂, 10.000 s/m για το O₃ και 20.000 s/m για το NO₂. Για τον υπολογισμό της αντίστασης στην επιφάνεια των φύλλων, εισάγεται στο μοντέλο η φωτοσυνθετική ενεργός ακτινοβολία PAR (μE/m²/s), η θερμοκρασία αέρα (K°), η ταχύτητα του ανέμου (m/s), η ταχύτητα τριβής (u^*) (m/s), η συγκέντρωση του CO₂ (ρυθμισμένη στα 390 ppm) και η απόλυτη υγρασία (kg/m³). Η θερμοκρασία αέρα, η ταχύτητα του ανέμου, η ταχύτητα τριβής (u^*) και η απόλυτη υγρασία λαμβάνονται από τα μετεωρολογικά δεδομένα. Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται με βάση το μετεωρολογικό/ στατιστικό μοντέλο (METSTAT) με εισαγωγή δεδομένων της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας. Η PAR υπολογίζεται ως το 46% της συνολικής εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Επειδή η απομάκρυνση του CO και των σωματιδίων από τη βλάστηση δεν σχετίζεται άμεσα με την διαπνοή, η R_c για το CO ορίζεται ως σταθερά για την περίοδο που τα δένδρα διατηρούν τα φύλλα τους (50.000 s/m) και την περίοδο που τα δένδρα έχουν χάσει τα φύλλα τους (1.000.000 s/m). Για τα PM₁₀, η μέση ταχύτητα απόθεσης από τη βιβλιογραφία είναι 0,0128 m/s για την περίοδο που τα δένδρα διατηρούν τα φύλλα τους. Η Vd των βασικών σωματιδίων ορίζεται σε 0.064 με βάση τον δείκτη επιφάνειας φύλλων (LAI), ο οποίος ισούται με τον λόγο της επιφάνειας των φύλλων προς την επιφάνεια του εδάφους, και ένα ποσοστό αναστολής 50% των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η βασική Vd προσαρμόζεται με βάση τον πραγματικό LAI και τις παραμέτρους της εποχής με φύλλα έναντι της εποχής χωρίς φύλλα. Για τα PM_{2.5}, η ωριαία εναπόθεση, οι ταχύτητες και τα ποσοστά αναστολής ποικίλλουν ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Για να περιοριστούν οι εκτιμήσεις της απόθεσης των ρύπων σε περιόδους ξηρής απόθεσης, οι ταχύτητες απόθεσης ορίζονται στο 0 κατά τη διάρκεια περιόδων βροχόπτωσης. Η μέση ωριαία ροή ρύπων (g/m² επιφάνεια κάλυψης δέντρων από φύλλα), πολλαπλασιάζεται με τη συνολική κάλυψη των δένδρων (m²) για να εκτιμηθεί η συνολική την ωριαία απομάκρυνση ρύπων από τα δέντρα σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Η επιφάνεια των φύλλων προσδιορίζεται με βάση το ποσοστό και το είδος των αιθαλών δέντρων. Τις περιόδους απλώματος/ συρρίκνωσης των φύλλων - με βάση την περίοδο του πρώτου και του τελευταίου παγετού που λαμβάνονται από τον ιστότοπο Weather Online για τις διεθνείς τοποθεσίες. Το μέγιστο LAI προκύπτει από δεδομένα του πεδίου. Συλλέγονται πληροφορίες για το ποσοστό των αιθαλών φυτών, για το άνοιγμα και το κλείσιμο των φύλλων για να εκτιμηθεί η συνολική επιφάνεια των φύλλων, εκτιμώντας μια μεταβατική περίοδο 4 εβδομάδων με επίκεντρο στις περιόδους έναρξης και λήξης της περιόδου πτώσης των φύλλων για την άνοιξη και το φθινόπωρο αντίστοιχα. Τα όρια της συνολικής απομάκρυνσης των ρύπων O₃, NO₂, SO₂ και PM₁₀ από τα δένδρα υπολογίζονται με τη χρήση τυπικών ταχυτήτων ξηρής εναπόθεσης των ρύπων στα φύλλα.

Η ικανότητα των μεμονωμένων δένδρων να απομακρύνουν ρύπους εκτιμάται για κάθε κατηγορία διαμέτρου κορμού, χρησιμοποιώντας την Εξίσωση 9.

Εξίσωση 9. Υπολογισμός για κάθε κατηγορία διαμέτρου κορμού της ικανότητας των μεμονωμένων δένδρων να απομακρύνουν ρύπους

$$I_x = R_t \times (L A_x / L A_t)$$

Όπου,

Ix η απομάκρυνση ρύπων από μεμονωμένο δέντρο σε (kg),

Rt είναι η συνολική ρύπανση που απομακρύνεται για όλα τα δέντρα σε (kg),

LAx είναι η συνολική επιφάνεια των φύλλων του δέντρου σε (m²), και

LA_t είναι η συνολική επιφάνεια των φύλλων όλων των δέντρων σε (m²).

Ο τύπος αυτός δίνει μια εκτίμηση της απομάκρυνσης της ρύπανσης από μεμονωμένα δέντρα με βάση την επιφάνεια των φύλλων (LA), την κύρια επιφάνεια απομάκρυνσης ρύπων.

Η ωριαία μεταβολή της συγκέντρωσης ρύπανσης υπολογίζεται από τον τύπο (βλ. Εξίσωση 10)

Εξίσωση 10. Υπολογισμός της ωριαίας μεταβολής της συγκέντρωσης της ρύπανσης

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

Όπου,

ΔC η μεταβολή της συγκέντρωσης σε (μg/m³),

ΔP_t η μεταβολή στη μάζα του ρύπου (μg) λόγω του καθαρού αποτελέσματος της απομάκρυνσης (ροή),

BL το ύψος του οριακού στρώματος (m) και

CA η περιοχή μελέτης (m²).

Η ποσοστιαία βελτίωση της ποιότητας του αέρα υπολογίζεται από τον τύπο (βλ. Εξίσωση 11)

Εξίσωση 11. Υπολογισμός ποσοστιαίας βελτίωσης της ποιότητας του αέρα

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

Όπου

P_a είναι η μάζα του ρύπου στην ατμόσφαιρα (μg), η οποία ισούται με τη μετρούμενη συγκέντρωση (μg/m³) × BL × CA

Το ύψος ανάμιξης είναι ένα ύψος στην κατώτερη ατμόσφαιρα κάτω από το οποίο γίνεται μηχανική ή τυρβώδης ανάμιξη ρύπων και αέρα, η οποία δημιουργεί μια σχεδόν ομοιογενή μάζα αέρα. (16)

Ένα ακόμα λογισμικό που μπορεί να εκτιμήσει την ποσότητα των ρύπων που απομακρύνονται από τη βλάστηση, και συγκεκριμένα των O₃, NO_x, VOC, PM₁₀ και PM_{2.5}, είναι το μοντέλο χημικής μεταφοράς WRF-Chem, το οποίο και αναφέρεται παρόλο που δεν έγινε χρήση αυτού για λόγους πληρότητας της βιβλιογραφίας (15).

Η οικονομική αποτίμηση της απομάκρυνσης της ρύπανσης εκτιμάται:

(α) με τις τιμές των εξωγενών επιπτώσεων. Οι τιμές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως το εκτιμώμενο κόστος της ρύπανσης για την κοινωνία, από μια δραστηριότητα ή την παραγωγή ενός προϊόντος, που δεν συμπεριλαμβάνεται στο κόστος παραγωγής ή αγοράς των αγαθών ή υπηρεσιών που παρήγαγαν τη ρύπανση. Το I-Tree Eco χρησιμοποιεί τις εκτιμήσεις των εξωγενών αξιών για την αποτίμηση του CO (1.599 δολάρια/τόνο σε δολάρια το 2011). Οι τιμές αυτές επικαιροποιούνται με βάση τον δείκτη τιμών παραγωγού (U.S. Bureau of Labor Statistics 2017). Το "εκτιμώμενο κόστος της ρύπανσης" αναφέρεται στο κόστος που θα πρέπει να καλυφθεί για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων της ρύπανσης, όπως είναι για παράδειγμα τα έξοδα για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών καταστροφών ή η υγειονομική περίθαλψη που απαιτείται λόγω των επιπτώσεων στην υγεία.

(β) με τις Αξίες για την υγεία. Το I-Tree εκτιμά τον αριθμό των περιστατικών που αποφεύγονται και την συνολική αξία σε δολάρια διαφόρων παραγόντων υγείας που

σχετίζονται με τέσσερις άλλους ρύπους: NO₂, SO₂, O₃, και PM_{2.5}. Οι εκτιμήσεις βασίζονται στις δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης (δηλ. το κόστος της ασθένειας που έχει ως αιτία την ρύπανση), τις απώλειες παραγωγικότητας που συνδέονται με συγκεκριμένα δυσμενή συμβάντα υγείας και την στατιστική εκτίμηση της αξίας μιας παραγωγής ζωής σε αντιδιαστολή με την περίπτωση θανάτου (16). Στην παρούσα ανάλυση, η αξία απομάκρυνσης της ρύπανσης υπολογίζεται με βάση τις τιμές των 913 ευρώ ανά τόνο (μονοξειδίο του άνθρακα), 741 ευρώ ανά τόνο (όζον), 110 ευρώ ανά τόνο (διοξειδίο του αζώτου), 40 ευρώ ανά τόνο (διοξειδίο του θείου), 25.813 ευρώ ανά τόνο (σωματίδια μικρότερα από 2.5 μικρόμετρα), 2.944 ευρώ ανά τόνο (σωματίδια μικρότερα από 10 μικρόμετρα και μεγαλύτερα από 2.5 μικρόμετρα).

Το λογισμικό I-Tree εξάγει επίσης αποτελέσματα για την παραγωγή οξυγόνου από τα αστικά δέντρα. Αν και δεν αποτελεί αποτέλεσμα του υπολογισμού του παρόντος δείκτη, και επιπλέον δεν αποτελεί ξεχωριστό δείκτη ώστε να παρουσιαστεί σε ξεχωριστή ενότητα, αναφέρεται εδώ ως στοιχείο που επηρεάζει την ποιότητα του αέρα.

Η παραγωγή οξυγόνου είναι ένα από τα πιο συχνά αναφερόμενα οφέλη των αστικών δέντρων. Η ετήσια παραγωγή οξυγόνου από ένα δέντρο συνδέεται άμεσα με την ποσότητα άνθρακα που δεσμεύεται από το δέντρο, η οποία συνδέεται με τη συσσώρευση της βιομάζας του δέντρου. Ωστόσο, αυτό το όφελος των δέντρων είναι σχετικά ασήμαντο λόγω της μεγάλης και σχετικά σταθερής ποσότητας οξυγόνου στην ατμόσφαιρα και της εκτεταμένης παραγωγής από τα υδάτινα συστήματα. Η ατμόσφαιρά μας διαθέτει ένα τεράστιο απόθεμα οξυγόνου. Καθώς τα δέντρα δεσμεύουν διοξειδίο του άνθρακα κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, εκλύουν οξυγόνο. Ομοίως, όταν το διοξειδίο του άνθρακα απελευθερώνεται μέσω της αποσύνθεσης, καταναλώνεται οξυγόνο. Οι εκτιμήσεις της παραγωγής οξυγόνου σχετίζονται άμεσα με τις εκτιμήσεις της δέσμευσης άνθρακα. Τα δεδομένα εισαγωγής στο μοντέλο είναι τα ίδια όπως και για την αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα, όπως είναι τα είδη των δέντρων, το συνολικό ύψος του δέντρου και η αποψίλωση κόμης. Η ποσότητα του παραγόμενου οξυγόνου υπολογίζεται από τη δέσμευση του άνθρακα με βάση τα ατομικά βάρη ως εξής (βλ. Εξίσωση 12)

Εξίσωση 12. Υπολογισμός ετήσιας παραγόμενης ποσότητας οξυγόνου

$$\text{καθαρή απελευθέρωση O}_2 \text{ (kg/έτος)} = \text{καθαρή δέσμευση C (kg/έτος)} \times 32/12.$$

Για να εκτιμηθεί ο καθαρός ρυθμός δέσμευσης άνθρακα, η ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται ως αποτέλεσμα της αύξησης των δέντρων μειώνεται κατά την ποσότητα που χάνεται λόγω της θνησιμότητας των δέντρων. Έτσι, η καθαρή δέσμευση άνθρακα και η καθαρή ετήσια παραγωγή οξυγόνου του αστικού δάσους λαμβάνουν υπόψη την αποσύνθεση. Η παραγωγή οξυγόνου εκτιμάται από την ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα και δεν λαμβάνει υπόψη την αποσύνθεση.

Το I-Tree αποδίδει την αξία της παραγωγής οξυγόνου σε €/yr. Ο λόγος για τον οποίο το οξυγόνο που παράγεται από τα δέντρα είναι ασήμαντος, οφείλεται στη μεγάλη ποσότητα οξυγόνου που υπάρχει στην ατμόσφαιρα (περίπου το 21% του όγκου της ατμόσφαιρας είναι οξυγόνο) καθώς και λόγω του ότι τα διάφορα είδη των φυκιών εκτιμάται ότι αντικαθιστούν περίπου το 90% του συνολικού οξυγόνου που χρησιμοποιείται. Έτσι, αν και τα δέντρα παράγουν σημαντικές ποσότητες οξυγόνου, αυτό δεν αποτελεί σημαντικό οικολογικό όφελος (16).

2.6 Εργαλεία μέτρησης και συλλογή δεδομένων

2.6.1 Λογισμικό I-Tree Eco model και συλλογή δεδομένων

Το I-Tree είναι μια σουίτα εργαλείων λογισμικού ανοικτού κώδικα, με αξιολόγηση από ομότιμους και συνεχή βελτίωση, που αναπτύχθηκε από τη Δασική Υπηρεσία του USDA και συνεργάτες για να βοηθήσει τους δασολόγους και τους σχεδιαστές αστικών περιοχών να

αξιολογήσουν και να διαχειριστούν τους πληθυσμούς των αστικών δέντρων και τα οφέλη που μπορούν να προσφέρουν. Το I-Tree Eco είναι ένα από τα εργαλεία της σουίτας I-Tree. Έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί δεδομένα πεδίου από πλήρεις απογραφές δέντρων ή τυχαία τοποθετημένα αγροτεμάχια σε μια κοινότητα μαζί με τοπικά ωριαία δεδομένα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μετεωρολογικά δεδομένα για την ποσοτικοποίηση της δομής των αστικών δασών, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της αξίας τους για τις κοινότητες (π.χ. αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα, ατμοσφαιρική ρύπανση μείωση και μείωση της απορροής του νερού, τις επιπτώσεις των δέντρων στην ενέργεια που καταναλώνεται από τα κτίρια και ορισμένες δυσμενείς υπηρεσίες, όπως η εκπομπή βιογενών πτητικών οργανικών ενώσεων (BVOC)). Τα δεδομένα βάσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διαχειριστές και ερευνητές για τη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων διαχείρισης πόρων, την ανάπτυξη πολιτικής και τον καθορισμό προτεραιοτήτων με σκοπό τη βιωσιμότητα. Το I-Tree Eco μπορεί να προσαρμοστεί σε πολλαπλές κλίμακες, από ένα μεμονωμένο δέντρο έως εκτιμήσεις σε ολόκληρη την περιοχή (22).

Από την αρχή έως το τέλος του έργου, το Eco είναι ένα πλήρες πακέτο που παρέχει στους χρήστες τα ακόλουθα στοιχεία:

- Λεπτομερή, στατιστικά τεκμηριωμένα πρωτόκολλα δειγματοληψίας και συλλογής δεδομένων. Τα πρωτόκολλα αυτά επιτρέπουν την εκτίμηση των συνολικών ποσοτήτων και της διακύμανσης που σχετίζονται με τη δομή των αστικών δασών και τις επιδράσεις του πληθυσμού.
- Έναν φορητό συλλέκτη δεδομένων για smartphones με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο, tablets ή παρόμοιες συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων στο πεδίο. Μια κεντρική υπολογιστική μηχανή που κάνει επιστημονικά τεκμηριωμένες εκτιμήσεις των επιπτώσεων των αστικών δασών με βάση επιστημονικές εξισώσεις που έχουν αξιολογηθεί από ομότιμους για την πρόβλεψη περιβαλλοντικών και οικονομικών οφελών.
- Συνοπτικές εκθέσεις που περιλαμβάνουν διαγράμματα, πίνακες και γραπτή έκθεση (23).

Υποστηριζόμενες χώρες

Η έκδοση Eco v6.0 έχει προσαρμοστεί για χρήση σε όλο τον Καναδά, την Αυστραλία, το Μεξικό, τη Νότια Κορέα, την Κολομβία και τις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, με τις απαραίτητες πληροφορίες για τα είδη, τις πληροφορίες για την τοποθεσία και τα δεδομένα ρύπανσης και καιρού να έχουν προεπεξεργαστεί και να είναι διαθέσιμες στην εφαρμογή (24).

Δεδομένα που εισάγονται στο λογισμικό

Το λογισμικό I-Tree Eco δίνει την δυνατότητα εισαγωγής ως δεδομένων πολλών διαφορετικών μεταβλητών για την αξιολόγηση του εκάστοτε αστικού δάσους.

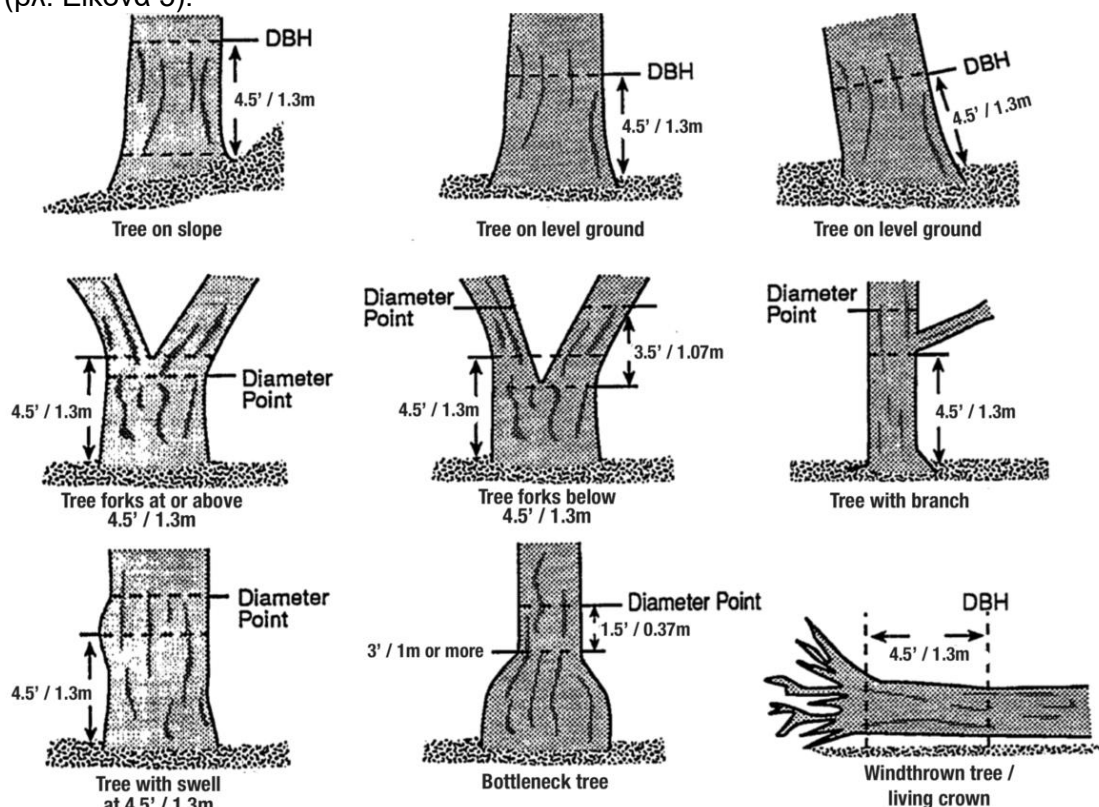
Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε εισαγωγή δεδομένων που απαντούν στους επιλεγμένους από τη βιβλιογραφία δείκτες για την αξιολόγηση του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά ως ενιαίου πράσινου χώρου. Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν είναι οι ακόλουθες:

Ελάχιστα απαιτούμενα πεδία

- **Είδη (Species):** Η μεταβλητή αυτή απαιτεί τον προσδιορισμό και των καταγραφή των ονομάτων των ειδών και των γενών κάθε δέντρου.
- **Διάμετρος κορμού (DBH):** Ο όρος "DBH" αναφέρεται συνήθως στη διάμετρο του κορμού ενός δέντρου σε ένα συγκεκριμένο ύψος από τη βάση του. Το DBH είναι η συντομογραφία του όρου "Diameter at Breast Height," που σημαίνει "Διάμετρος στο Ύψος του Στήθους" στα ελληνικά. Το ύψος του στήθους καθορίζεται συνήθως στα 1.3 μέτρα από τη βάση του δέντρου και η μέτρησή του βοηθά στην εκτίμηση του μεγέθους του δέντρου.

Η μέτρηση του DBH είναι σημαντική στον τομέα της δασοκομίας και της διαχείρισης των δασών, καθώς βοηθά στην καταγραφή του όγκου των δέντρων, την εκτίμηση της ηλικίας και της υγείας τους. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι διάφοροι τρόποι

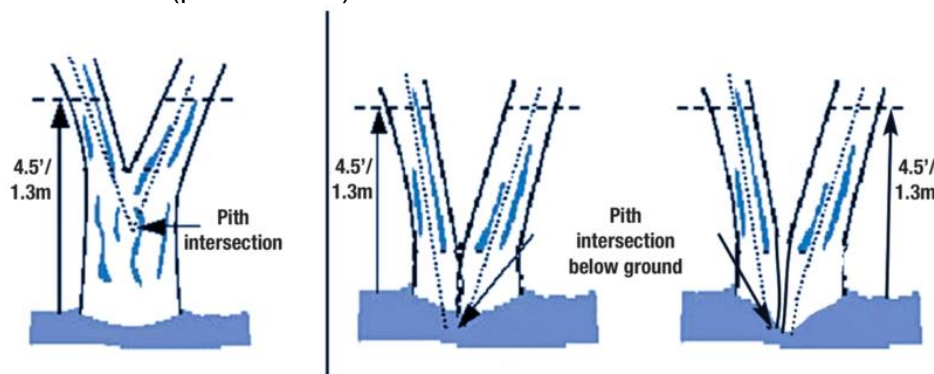
μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με τον τύπο του κορμού του δέντρου (βλ. Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Επιλογή σημείου μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με τον τύπο του κορμού του δέντρου

Στην περίπτωση ενός πολύκλωνου δέντρου, δηλαδή ενός δέντρου που έχει πολλά κλαδιά ή κλωνάρια που αναδύονται από τον ίδιο κορμό ή το ίδιο ριζικό σύστημα, το DBH μετράται διαφορετικά.

Εάν το σημείο διαχωρισμού του πυρήνα είναι πάνω από τα 1.3 μέτρα, το φυτό υπολογίζεται ως ενιαίο δέντρο για τον υπολογισμό του DBH. Όταν ο διαχωρισμός γίνεται σε ύψος χαμηλότερο των 1.3 μέτρων το DBH του κάθε στελέχους καταγράφεται ξεχωριστά και για τον υπολογισμό του DBH ολόκληρου του δέντρου αθροίζονται τα επιμέρους DBH των στελεχών. Τέλος, εάν η ένωση των πυρήνων βρίσκεται κάτω από το επίπεδο φύτευσης, κάθε στέλεχος θεωρείται ξεχωριστό δέντρο. Τέλος, εάν η ένωση των πυρήνων βρίσκεται κάτω από το επίπεδο φύτευσης, κάθε στέλεχος θεωρείται ξεχωριστό δέντρο. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα σημεία μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με το ύψος από το έδαφος από το οποίο το δέντρο γίνεται πολύκλωνο (βλ. Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Σημεία μέτρησης της διαμέτρου στήθους (DBH) ανάλογα με το ύψος από το έδαφος από το οποίο το δέντρο γίνεται πολύκλωνο

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία το DBH υπολογίστηκε σαν το πηλίκο της περιμέτρου του κορμού, η οποία μετρήθηκε στα 1.3 μέτρα όπως αναλύεται και παραπάνω, με την παγκόσμια σταθερά π.

Γενικά πεδία τοποθεσίας

- **Χρήση Γης (Land use):** Τύπος χρήσης γης στον οποίο βρίσκεται το δέντρο (στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέχθηκε το Πάρκο ως χρήση γης).
- **Στρώμα /Περιοχή (Strata /Area):** Υπομονάδες με τις οποίες χωρίζεται η περιοχή μελέτης για ανάλυση (π.χ. χρήση γης: πάρκο, εμβαδόν περιοχής).
- **Συντεταγμένες χάρτη (Map (GPS) coordinates):** Γεωγραφικό μήκος και πλάτος του δέντρου.

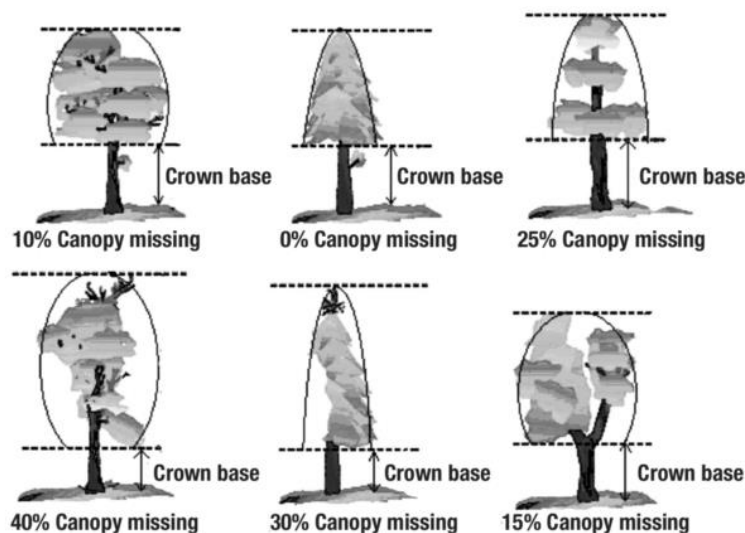
Πεδία λεπτομερειών των δέντρων

- **(Συνολικό) Ύψος Δέντρου (Total tree height):** Ύψος από το έδαφος μέχρι την κορυφή (ζωντανή ή νεκρή) του δέντρου.
- **Μέγεθος κόμης (Crown size):** Πρόκειται για το μέγεθος της κόμης του δέντρου (με τον όρο αυτό προσδιορίζεται το φύλλωμα του δέντρου που αποτελείται από τα φύλλα, τους βραχίονες, τους υποβραχίονες και τα κλαδιά του δέντρου) που προσδιορίζεται από τα παρακάτω μεγέθη
- **Ύψος ζωντανού δέντρου (Live tree height):** Ύψος από το έδαφος μέχρι τη ζωντανή κορυφή του δέντρου. Λόγω της καλής υγείας των δέντρων της περιοχής μελέτης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, θεωρήθηκε για όλα τα δέντρα ίσο με το (συνολικό) ύψος δέντρου (Total tree height).
- **Ύψος μέχρι τη βάση της κόμης (Height to crown base):** Ύψος από το έδαφος μέχρι τη βάση της ζωντανής κόμης. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μετά από παρατήρηση στο πεδίο μελέτης έγινε παραδοχή πως για όλα τα δέντρα αντιστοιχεί στα $\frac{3}{4}$ του συνολικού ύψους δέντρου (Total tree height).
- **Πλάτος κόμης (Crown width):** Το πλάτος της κόμης σε δύο κατευθύνσεις: βορράς-νότος και ανατολή-δύση. Στη διπλανή εικόνα βλέπουμε και αναπαράσταση του τρόπου μέτρησης του μεγέθους σε σχήμα (βλ. Εικόνα 7). Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία η κόμη θεωρήθηκε ως κύκλος και συνεπώς το πλάτος της κόμης και στις δυο κατευθύνσεις ίσο με τη διάμετρο της κόμης (άνοιγμα κόμης).



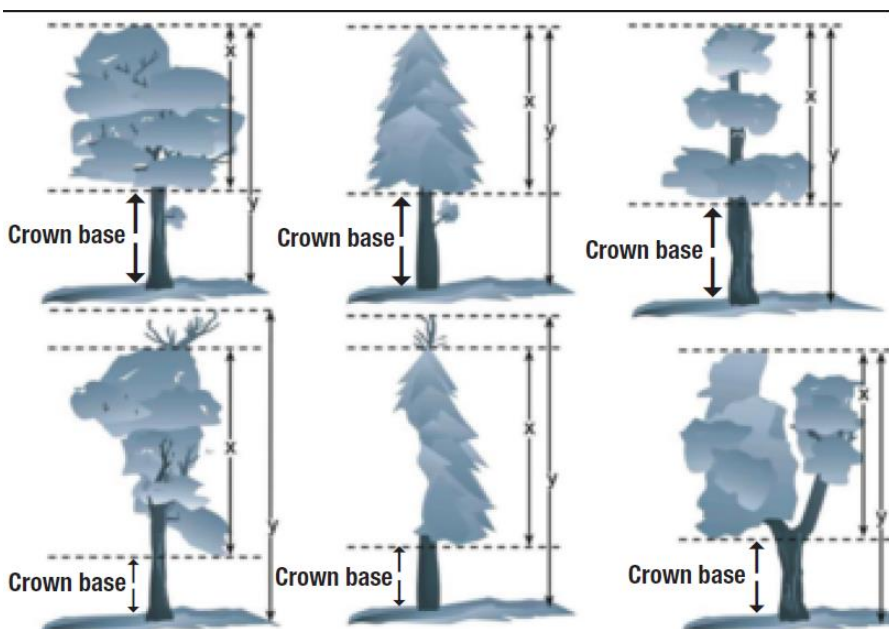
Εικόνα 7. Μέτρηση πλάτους κόμης

- **Ποσοστό κενών κόμης (Percent crown missing):** Πρόκειται για το ποσοστό του όγκου της κόμης που δεν καταλαμβάνεται από κλαδιά και φύλλα, δηλαδή το ποσοστό των κενών της κόμης του δέντρου. Στην εικόνα (βλ. Εικόνα 8) παρουσιάζεται ο τρόπος εκτίμησης του μεγέθους στο πεδίο. Στην παρούσα διπλωματική εργασία με την μέθοδο της παρατήρησης επιλέχθηκε για όλα τα δέντρα του πράσινου χώρου το ποσοστό κενών κόμης να αντιστοιχεί σε ποσοστό 15% ως η πιο ρεαλιστική παραδοχή.



Εικόνα 8. Προσδιορισμός ποσοστού κενών κόμης

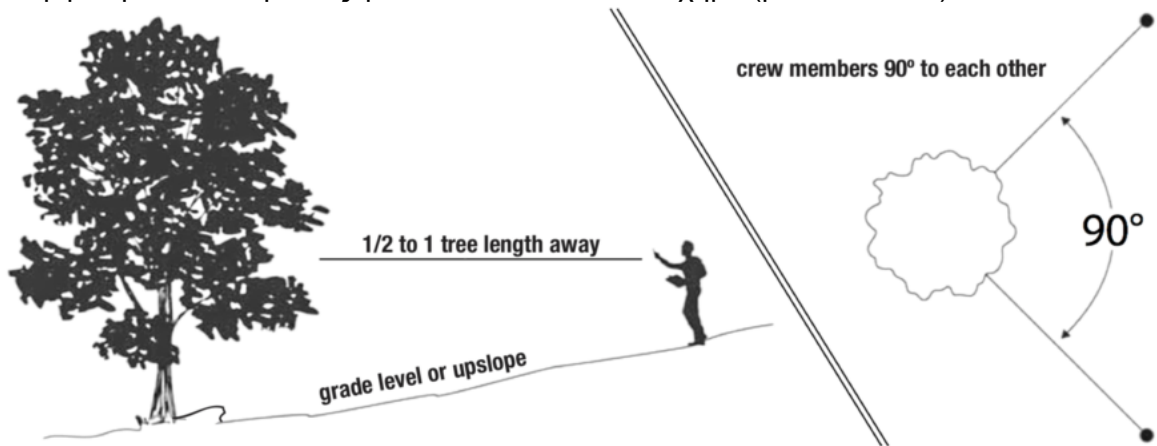
Για να γίνουν πιο κατανοητά τα διαφορετικά μεγέθη υψών δίνεται το ακόλουθο σχήμα στο οποίο ορίζουμε ως Y το **(Συνολικό) ύψος δέντρου (Total tree height)**, X το **Ύψος ζωντανού δέντρου (Live tree height)** και το **Ύψος μέχρι τη βάση της κόμης (Height to crown base)** ως **Crown Base** (βάση κόμης) (βλ. Εικόνα 9)



Εικόνα 9. Τα διαφορετικά μεγέθη υψών που εισάγουμε ως δεδομένα

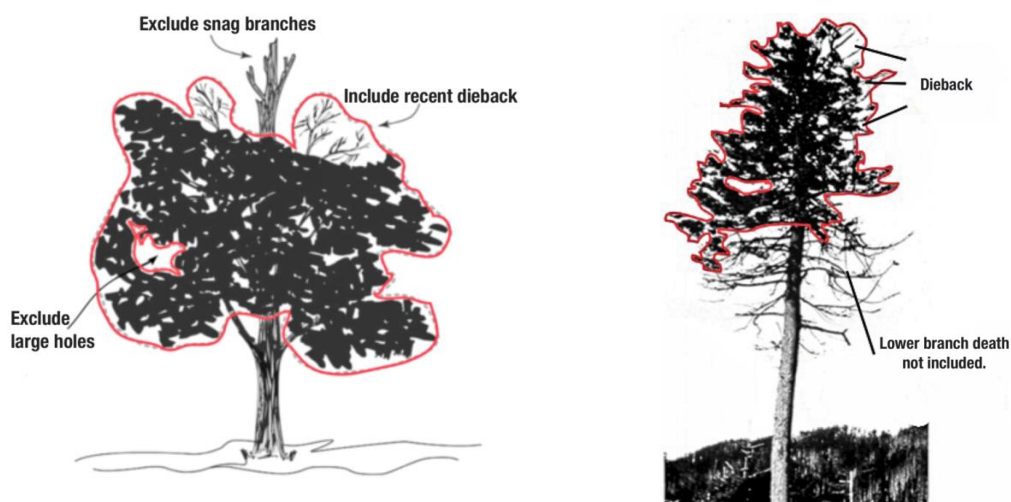
Επιπροσθέτως, οι μετρήσεις της κόμης απαιτούν την εξέταση της κορώνας από

συγκεκριμένη απόσταση όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα (βλ. Εικόνα 10)



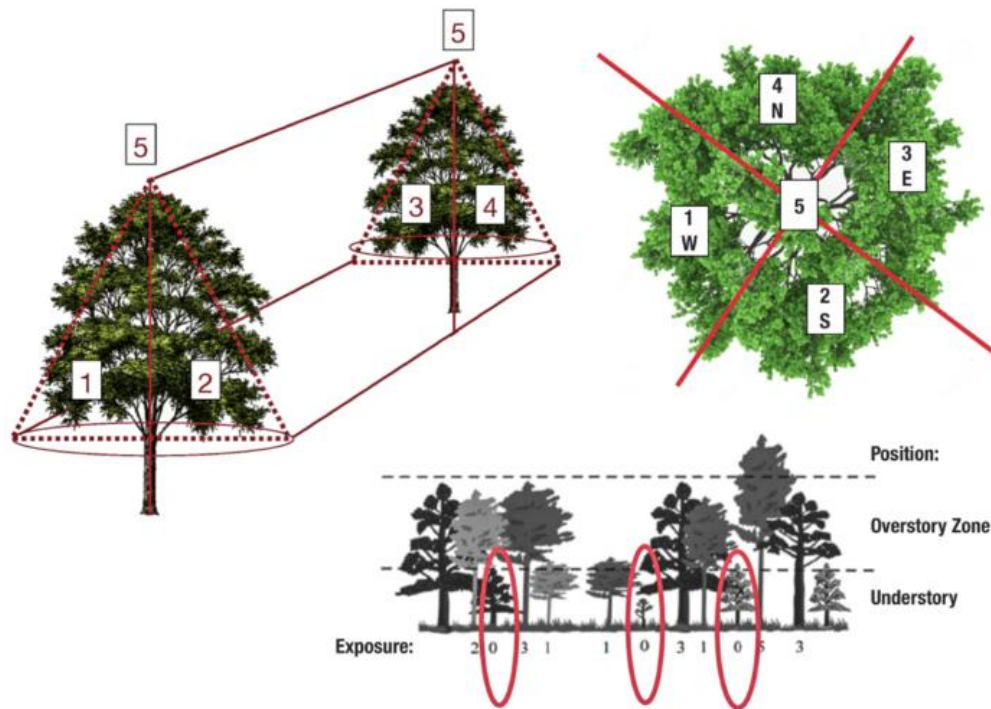
Εικόνα 10. Προβολή της κόμης (αλλιώς κορώνας) για ορθές μετρήσεις

- **Υγεία της κόμης (Crown health):** Πρόκειται για τον προσδιορισμό της υγείας της κόμης επιλέγοντας μια από τις ακόλουθες μεταβλητές εισαγωγής δεδομένων
- **Αποψίλωση (Dieback):** Εκτίμηση του ποσοστού της κόμης που αποτελείται από νεκρά κλαδιά. Στις παρακάτω δυο εικόνες παρουσιάζεται ο τρόπος προσδιορισμού του της κατάστασης της κόμης του φυτού με παρατήρηση στο πεδίο (βλ. Εικόνα 11)



Εικόνα 11. Προσδιορισμός του ποσοστού αποψίλωσης (Dieback) με παρατήρηση στο πεδίο

- **Κατάσταση (κόμης) (Condition):** Εκτίμηση της κατάστασης της κόμης που καταγράφεται ως 100 μείον το ποσοστό της κόμης που αποτελείται από ξερά κλαδιά. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία για τον προσδιορισμό της υγείας της κόμης των δέντρων επιλέχθηκε η πρώτη μεταβλητή της **αποψίλωσης (Dieback)**.
Ακόμη, λόγω της άριστης κατάστασης της υγείας της κόμης των δέντρων της περιοχής μελέτης επιλέχθηκε το ποσοστό 0% αποψίλωσης (Dieback) που αντιστοιχεί στην άριστη υγεία σύμφωνα με το λογισμικό I-Tree Eco.
- **Έκθεση της κόμης στον ήλιο (Crown light exposure):** Αριθμός πλευρών του δέντρου που εκτίθενται στο ηλιακό φως (μέγιστο 5). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ο τρόπος προσδιορισμού του μεγέθους με παρατήρηση στο πεδίο (βλ. Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Προσδιορισμός της έκθεσης της κόμης στον ήλιο (Crown light exposure)

(24) και (25).

Διαδικασία συλλογής δεδομένων για το λογισμικό I-Tree Eco

(i) Για τον Δημοτικό Κήπο Χανίων:

Για τη συλλογή των ζητούμενων από το λογισμικό I-Tree δεδομένων για τον Δημοτικό Κήπο διατέθηκαν πληροφορίες από την Υπηρεσία Πρασίνου του Δήμου Χανίων. Πιο συγκεκριμένα, δόθηκε το Τεύχος Υφιστάμενων Φυτών Δημοτικού Κήπου Χανίων, το οποίο περιέχει τα είδη των υφιστάμενων φυτών με την επιστημονική και την κοινή τους ονομασία, μετρήσεις για τα ύψη των δέντρων (σε μέτρα), την περίμετρο του κορμού (σε εκατοστά) και τη διάμετρο της κόμης (άνοιγμα κόμης) (σε μέτρα) του κάθε δέντρου. Ακόμη, δόθηκε ο τοπογραφικός χάρτης του Κήπου που παρουσιάζει την υφιστάμενη κατάσταση μετά την ανάπλασή του, ο οποίος περιλαμβάνει το τοπογραφικό σχέδιο με τις θέσεις των φυτών και τα στοιχεία που δίνονται για το κάθε ένα επίσης από το Τεύχος Υφιστάμενων Φυτών Δημοτικού Κήπου Χανίων. Οι ακριβείς συντεταγμένες των δέντρων του Κήπου προσδιορίστηκαν μέσω αρχείου QGIS με δορυφορικά δεδομένα, το οποίο χορηγήθηκε από το Εργαστήριο Δομημένου Περιβάλλοντος και Διαχείρισης Ενέργειας του Πολυτεχνείου Κρήτης. Ακολουθούν εικόνες από το Τεύχος Υφιστάμενων Φυτών (βλ. Εικόνα 13) και από ενδεικτικό τοπογραφικό χάρτη του Δημοτικού Κήπου Χανίων (βλ. Εικόνα 14). Η ανάγνωση του τοπογραφικού χάρτη συντέλεσε στην επαλήθευση των δεδομένων που δόθηκαν από τον Δήμο, για την θέση των δέντρων και τις μετρήσεις που αναγράφονται για το κάθε ένα, με την παρατήρηση στο πεδίο. Ύστερα από την επιτόπια αυτή έρευνα έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις στα δεδομένα που χορηγήθηκαν από τον Δήμο.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

Με την βοήθεια τόσο των τοπογραφικών σχεδίων όσο και της επίσκεψης στο χώρο έγινε εφικτή η καλύτερη ανάλυση και αξιολόγηση του υφιστάμενου φυτικού υλικού καθώς και των χρήσεων στον χώρο.

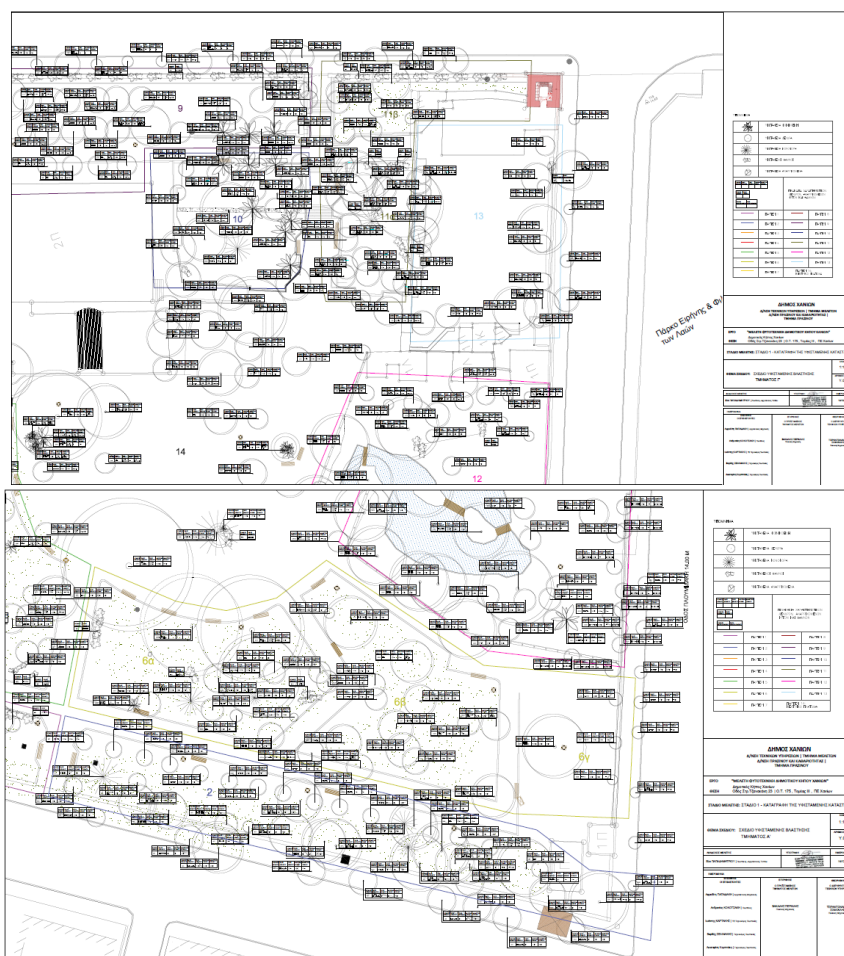
Αποτυπώθηκε η υπάρχουσα βλάστηση (μοναχικά δέντρα) και ταξινομήθηκε σε κατηγορίες ειδών.

Τα δένδρα που υπάρχουν στον χώρο του έργου καταγράφονται στον Πίνακα 1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΗΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ						
No.	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΥΨΟΣ ΔΕΝΔΡΟΥ (σε μέτρα)	ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΟΜΗΣ (σε μέτρα)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΚΟΡΜΟΥ (σε εκατοστά)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΠΑΡΤΕΡΙΟΥ Νο1						
11	Νερατζιά	Citrus × aurantium	1,50	1,20	5	
12	Λιγούστρο	Ligustrum japonicum	2,50	2,50	20	δύπλος κορμός
13	Μπρουσονέτια	Broussonetia papyrifera	8,00	6,50-7,00	50	Γέρνει
14	Γιακαράντα	Jacaranda mimosifolia	9,00	7,00	50	Επιβαρύνεται από το Φίκο Βεγγάλης & γέρνει (γρήχει κλάδεματος και παρουσιάζει νέκρωση στους κλάδους) καχεκτική
15	Ροβίνα Ψευδοακακία	Robinia pseudoacacia	3,00	1,80	10	
16	Νερατζιά	Citrus × aurantium	3,00	2,00	15	
17	Νερατζιά	Citrus × aurantium	1,80	1,50	20	
18	Νερατζιά	Citrus × aurantium	1,80	1,50	10	
19	Μπρουσονέτια	Broussonetia papyrifera	2,00	2,00	πολύκλωνο	θάμνος
20	Νερατζιά	Citrus × aurantium	2,00	1,00	10	
21	Αεύνανθος	Ailanthus altissima	2,00	2,00	πολύκλωνο	
22	Νερατζιά	Citrus × aurantium	2,00	2,00	10	

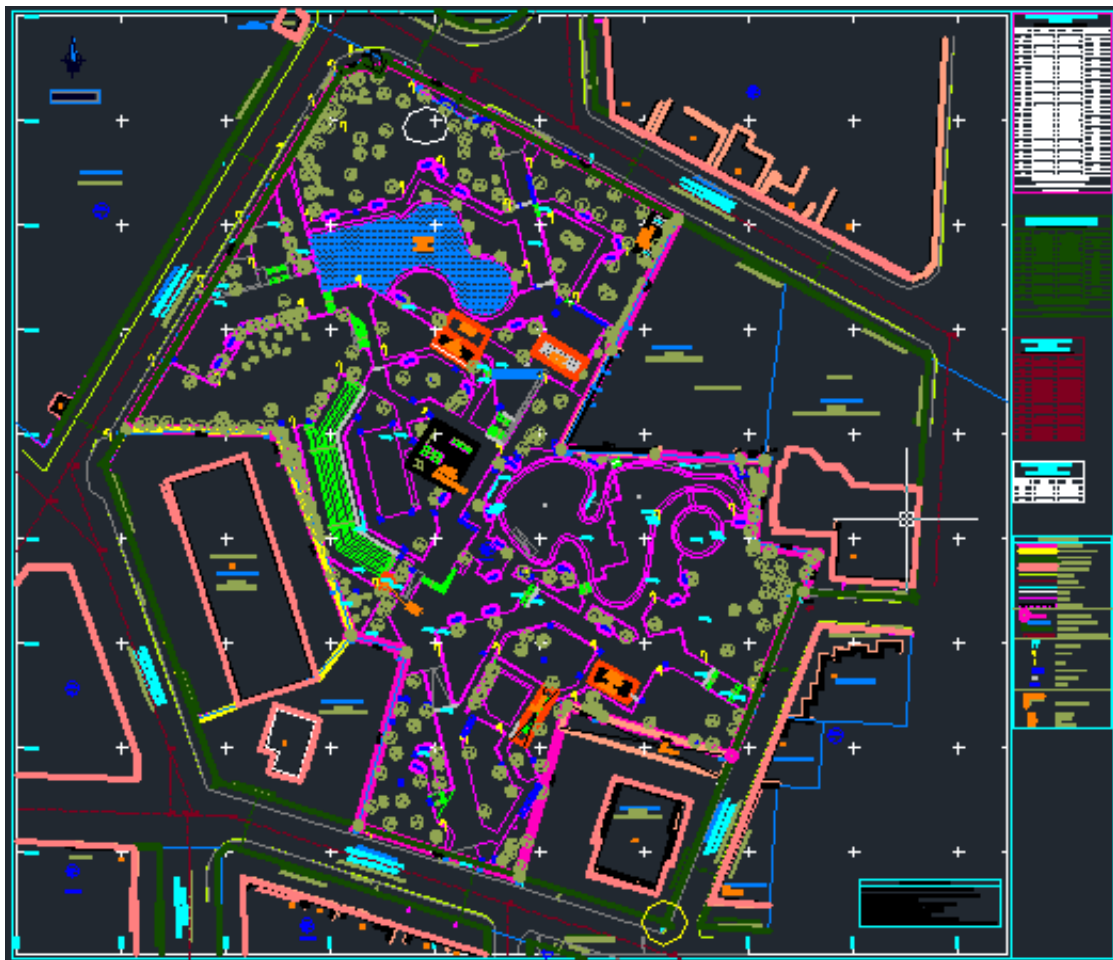
Εικόνα 13. Απόσπασμα από το Τεύχος Υφιστάμενων Φυτών Δημοτικού Κήπου Χανίων



Εικόνα 14. Τοπογραφικός χάρτης Δημοτικού Κήπου Χανίων

(ii) Για το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών:

Για τη συλλογή των ζητούμενων από το λογισμικό I-Tree δεδομένων για το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών δεν βρέθηκαν καταγεγραμμένα στοιχεία για τα δέντρα που βρίσκονται στο Πάρκο, οπότε χρειάστηκε να γίνει καταγραφή τους με τη μέθοδο της παρατήρησης στο πεδίο. Έχοντας κάποια δορυφορικά δεδομένα σε αρχείο QGIS για τις θέσεις των δέντρων από το Εργαστήριο Δομημένου Περιβάλλοντος και Διαχείρισης Ενέργειας του Πολυτεχνείου Κρήτης, σε συνεργασία με το οποίο πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, πραγματοποιήθηκε μια διασταύρωση της πληροφορίας των θέσεων των δέντρων. Επιπλέον, έγιναν μετρήσεις στο πεδίο ενδεικτικά ανά είδος δέντρου για το ύψος (σε μέτρα), την περίμετρο του κορμού (σε εκατοστά), τη διάμετρο της κόμης (άνοιγμα κόμης) (σε μέτρα). Με φωτογραφίες δέντρων από το πεδίο έγινε ταυτοποίηση του είδους τους με χρήση της εφαρμογής PlantNet. Τέλος, δόθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Χανίων ο τοπογραφικός χάρτης του Πάρκου σε αρχείο Autocad (βλ. Εικόνα 15), ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την επαλήθευση των τοποθεσιών των δέντρων και για τον υπολογισμό του εμβαδού του Πάρκου.



Εικόνα 15. Τοπογραφικός χάρτης Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά

Τη συλλογή των δεδομένων για τον Δημοτικό Κήπο Χανίων και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά ακολούθησε η επεξεργασία τους σε αρχείο excel (βλ. Εικόνα 16) ώστε να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή τους στην ενότητα εισαγωγής των δεδομένων για τα δέντρα στο λογισμικό I-Tree Eco. Για τον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων και την έκδοση των αποτελεσμάτων από το λογισμικό βλ. Παράρτημα 1.

No.	Species	Total tree height (m)	ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΟΜΗΣ (m)	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΚΟΡΜΟΥ (cm)	latitude	longitude	DBH(cm)	Land use	Live tree height (m)	Height to crown base (m)	Crown width N-S (m)	Crown width E-W (m)	Crown health (dieback)	%Crown light exposure	Percent crown missing %
103	Jacaranda mimosifolia	7.00	4.00	30	35.5114	24.02458	9.549297	Paris	7.00	5.25	4.00	4.00	0	5	15
230	Robinia pseudoacacia	3.00	2.50	30	35.5114	24.02469	9.549297	Paris	3.00	2.25	2.50	2.50	0	5	15
104	Pinus pinea	17.00	8.00	80	35.5114	24.02464	25.46479	Paris	17.00	12.75	8.00	8.00	0	5	15
99	Jacaranda mimosifolia	6.00	3.50	40	35.5115	24.02451	12.7324	Paris	6.00	4.5	3.50	3.50	0	2	15
102	Robinia pseudoacacia	6.00	5.00	20	35.5115	24.02458	6.366198	Paris	6.00	4.5	5.00	5.00	0	1	15
229	Citrus limon	1.60	1.30	3	35.5115	24.02472	0.95489	Paris	1.60	1.2	1.30	1.30	0	5	15
98	Jacaranda mimosifolia	6.00	3.50	40	35.5115	24.02448	12.7324	Paris	6.00	4.5	3.50	3.50	0	2	15
101	Citrus aurantium	3.00	2.00	10	35.5115	24.02458	3.183099	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	2	15
96	Olea europaea	6.00	4.50	60	35.5115	24.02457	19.08959	Paris	6.00	4.5	4.50	4.50	0	3	15
91	Jacaranda mimosifolia	6.00	4.00	45	35.5115	24.02444	14.32394	Paris	6.00	4.5	4.00	4.00	0	2	15
228	Robinia pseudoacacia	1.60	0.80	8	35.5115	24.02476	2.546479	Paris	1.60	1.2	0.80	0.80	0	4	15
100	Robinia pseudoacacia	9.00	4.00	50	35.5115	24.02449	15.91549	Paris	9.00	6.75	4.00	4.00	0	1	15
97	Quercus ilex	3.00	4.00	10	35.5116	24.0245	3.183099	Paris	3.00	2.25	4.00	4.00	0	1	15
329	Rhamnus alaternus	1.20	1.20	5	35.5116	24.02474	1.991549	Paris	1.20	0.9	1.20	1.20	0	4	15
95	Robinia pseudoacacia	8.00	5.00	28	35.5116	24.02448	8.912677	Paris	8.00	6	5.00	5.00	0	1	15
93	Robinia pseudoacacia	7.00	4.00	25	35.5116	24.02444	7.957747	Paris	7.00	5.25	4.00	4.00	0	2	15
80	Citrus aurantium	3.00	2.00	12	35.5116	24.0245	3.819719	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	1	15
227	Citrus aurantium	1.50	0.80	6	35.5116	24.0248	1.909859	Paris	1.50	1.125	0.80	0.80	0	3	15
331	Rhamnus alaternus	1.20	1.50	5	35.5116	24.02477	1.991549	Paris	1.20	0.9	1.50	1.50	0	3	15
90	Robinia pseudoacacia	3.00	2.00	40	35.5116	24.02465	12.7324	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	4	15
79	Citrus aurantium	3.00	2.00	12	35.5116	24.02447	3.819719	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	1	15
92	Jasacaria heterophylla	5.00	3.00	30	35.5116	24.02449	9.549297	Paris	5.00	3.75	3.00	3.00	0	2	15
326	Broussonetia papyrifera	8.00	5.00	50	35.5116	24.02458	15.91549	Paris	8.00	6	5.00	5.00	0	5	15
226	Citrus aurantium	1.50	0.80	6	35.5116	24.02481	1.909859	Paris	1.50	1.125	0.80	0.80	0	3	15
81	Robinia pseudoacacia	10.00	6.00	40	35.5116	24.02445	12.7324	Paris	10.00	7.5	6.00	6.00	0	1	15
328	Pinus pinea	16.00	9.00	45	35.5116	24.02469	14.32394	Paris	16.00	12	9.00	9.00	0	5	15
78	Citrus aurantium	3.00	2.00	14	35.5116	24.02444	4.456338	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	3	15
88	Jacaranda mimosifolia	7.00	3.50	25	35.5116	24.02429	7.957747	Paris	7.00	5.25	3.50	3.50	0	4	15
330	Rhamnus alaternus	2.00	1.80	5	35.5116	24.0248	1.991549	Paris	2.00	1.5	1.80	1.80	0	3	15
89	Robinia pseudoacacia	12.00	8.00	50	35.5116	24.02434	15.91549	Paris	12.00	9	8.00	8.00	0	3	15
225	Citrus aurantium	1.20	0.60	5	35.5117	24.02485	1.991549	Paris	1.20	0.9	0.60	0.60	0	3	15
77	Citrus aurantium	3.00	2.00	10	35.5117	24.02441	3.183099	Paris	3.00	2.25	2.00	2.00	0	3	15
82	Pittosporum tobira	6.00	5.00	28	35.5117	24.02433	8.912677	Paris	6.00	4.5	5.00	5.00	0	3	15
332	Nerium oleander	2.00	1.75	94.25	35.5117	24.02482	30	Paris	2.00	1.5	1.75	1.75	0	3	15
327	Broussonetia papyrifera	6.00	4.00	10	35.5117	24.02463	3.183099	Paris	6.00	4.5	4.00	4.00	0	4	15

Εικόνα 16. Απόσπασμα από το αρχείο Excel για την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν για τον Δημοτικό Κήπο Χανίων και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, Χανιά

Οι δείκτες που εξετάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία και απαντώνται από τα αποτελέσματα της επεξεργασίας δεδομένων από το λογισμικό I- Tree Eco είναι οι εξής:

- Από τους δείκτες κλιματικής ανθεκτικότητας: ο δείκτης 2.3.2 Αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση.
- Από τους δείκτες ποιότητας του αέρα: ο δείκτης 2.4.1 Δέσμευση/απομάκρυνση O₃, SO₂, NO₂ και CO από τη βλάστηση.

2.6.2 Αισθητήρες LOGiT LTH και συλλογή δεδομένων

Για την καταγραφή των τιμών των θερμοκρασιών και της υγρασίας στην περιοχή μελέτης τοποθετήθηκαν πέντε αισθητήρες LOGiT LTH για τους τρεις μήνες του καλοκαιριού. Ακολουθεί πίνακας με τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων LOGiT LTH (βλ. Πίνακας 2),

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά LOGiT LTH

Αισθητήρας	Μετρήσεις	Εύρος	Ακρίβεια	Ανάλυση
LOGiT LTH	Θερμοκρασία T (°C)	-40°C έως 65°C	±1°C	0.05°C
	Σχετική υγρασία (%RH)	0% έως 99.9%	±2%	0.1%

Στην Εικόνα 17 παρουσιάζονται οι θέσεις των αισθητήρων αντιστοιχισμένες σε ID.



Εικόνα 17. Χάρτης με τις θέσεις των αισθητήρων LOGiT LTH

Όπου,

1: Είσοδος κήπου (από την πλευρά του σινεμά)

2: Παιδική χαρά κήπου

3: Σκιερό μέρος κήπου

4: Φαρμακείο

5: Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών

Ύστερα από επιτόπια έρευνα, επιλέχθηκαν τα παραπάνω σημεία ως τα πλέον κατάλληλα για την τοποθέτηση των αισθητήρων LOGiT LTH. Σημειώθηκαν διάφοροι παράγοντες που επηρέασαν αυτήν την απόφαση, όπως η διαφορετική ποσότητα βλάστησης, οι διάφορες χρήσεις της περιοχής (όπως καφετέρια, παιδική χαρά, καθιστικοί χώροι), το διαφορετικό υλικό στο έδαφος (όπως τσιμέντο, μωσαϊκό, χώμα) και η ύπαρξη στοιχείων νερού στην περιοχή (όπως λίμνες και σιντριβάνια). Επιπλέον, η αυτοαντιληπτή αίσθηση της θερμοκρασίας αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την επιλογή αυτών των σημείων.

Ακόμη, τοποθετήθηκε ένας αισθητήρας στα 150 μέτρα απόσταση από τον πράσινο χώρο (ID 4) ώστε να προσδιοριστεί η ο δείκτης της ψύξης αέρα περιβάλλοντος, δηλαδή η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα με λύσεις που βασίζονται στη φύση (NBS). (15)

Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν σε απόσταση 2 μέτρων από το έδαφος σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. (26)

Οι αισθητήρες LOGiT LTH αποθηκεύουν μετρήσεις για διάστημα σαράντα ημερών. Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα συλλογής δεδομένων ήταν κάθε δεκαπέντε ημέρες.

Παρακάτω παρουσιάζονται φωτογραφίες των τοποθετημένων αισθητήρων στο πεδίο (βλ. Εικόνα 18, Εικόνα 19, Εικόνα 20, Εικόνα 21, Εικόνα 22).



Εικόνα 18. Αισθητήρας LOGiT LTH στην είσοδο του Δημοτικού Κήπου Χανίων (από την πλευρά του θερινού σινεμά)



Εικόνα 19. Αισθητήρας LOGiT LTH στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων



Εικόνα 20. Αισθητήρας LOGiT LTH στο σκιερό μέρος του Δημοτικού Κήπου Χανίων με τους καθιστικούς χώρους

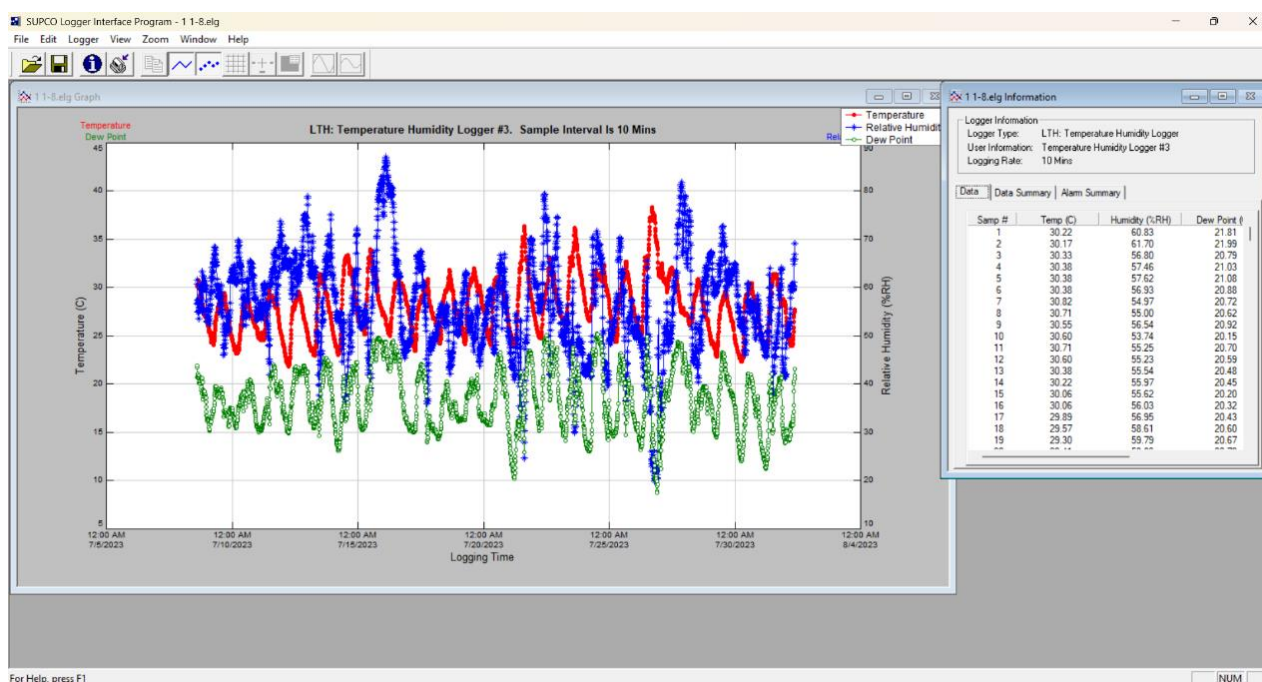


Εικόνα 21. Αισθητήρας LOGiT LTH τοποθετημένος έξω από Φαρμακείο της οδού Τζανακάκη, στα Χανιά, στα 150 μέτρα απόσταση από την περιοχή μελέτης



Εικόνα 22. Αισθητήρας LOGiT LTH στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών σε σκιερό μέρος με καθιστικό χώρο

Η εξαγωγή των δεδομένων από τους αισθητήρες έγινε μέσω της εφαρμογής LOGITrc Interface σε αρχεία της μορφής csv όπως παρουσιάζεται παρακάτω (βλ. Εικόνα 23)



Εικόνα 23. Πρόγραμμα LOGITrc Interface για την εξαγωγή των δεδομένων των μετρήσεων από τους αισθητήρες LOGiT LTH

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των αισθητήρων πραγματοποιήθηκε σε αρχείο excel όπως φαίνεται παρακάτω (βλ. Εικόνα 24)

Samp #	Temp (C)	Humidity (%RH)	Dew Point (C)	Date	Time	Date Time	Daily Max Temp	Humidity of Daily Max Temp	Monthly mean value of daily max Temp	Humidity Monthly mean value of Monthly mean value of daily max Temp
1	25.66	56.33	16.29	6/9/2023	6:40 PM	6/9/2023 18:40			26.9963034	62.9580334 June
2	25.34	57.18	16.28	6/9/2023	6:50 PM	6/9/2023 18:50			31.58002258	47.07 July
3	25.12	57.97	16.27	6/9/2023	7:00 PM	6/9/2023 19:00			30.60246667	57.975 August
4	25.03	58.52	16.31	6/9/2023	7:10 PM	6/9/2023 19:10				
5	24.96	58.82	16.26	6/9/2023	7:20 PM	6/9/2023 19:20				
6	24.9	59.1	16.37	6/9/2023	7:30 PM	6/9/2023 19:30				
7	24.85	59.33	16.38	6/9/2023	7:40 PM	6/9/2023 19:40				
8	24.79	59.4	16.34	6/9/2023	7:50 PM	6/9/2023 19:50				
9	24.74	59.56	16.33	6/9/2023	8:00 PM	6/9/2023 20:00				
10	24.68	59.63	16.3	6/9/2023	8:10 PM	6/9/2023 20:10				
11	24.63	59.7	16.27	6/9/2023	8:20 PM	6/9/2023 20:20				
12	24.63	59.86	16.31	6/9/2023	8:30 PM	6/9/2023 20:30				
13	24.52	59.96	16.24	6/9/2023	8:40 PM	6/9/2023 20:40				
14	24.52	60.04	16.26	6/9/2023	8:50 PM	6/9/2023 20:50				
15	24.52	60.16	16.29	6/9/2023	9:00 PM	6/9/2023 21:00				
16	24.52	60.28	16.33	6/9/2023	9:10 PM	6/9/2023 21:10				
17	24.41	60.42	16.26	6/9/2023	9:20 PM	6/9/2023 21:20				
18	24.41	60.66	16.31	6/9/2023	9:30 PM	6/9/2023 21:30				
19	24.36	60.85	16.31	6/9/2023	9:40 PM	6/9/2023 21:40				
20	24.3	60.96	16.29	6/9/2023	9:50 PM	6/9/2023 21:50				
21	24.3	61.12	16.33	6/9/2023	10:00 PM	6/9/2023 22:00				
22	24.3	61.31	16.38	6/9/2023	10:10 PM	6/9/2023 22:10				
23	24.25	61.58	16.4	6/9/2023	10:20 PM	6/9/2023 22:20				
24	24.25	61.7	16.43	6/9/2023	10:30 PM	6/9/2023 22:30				
25	24.25	61.93	16.48	6/9/2023	10:40 PM	6/9/2023 22:40				
26	24.2	62.04	16.47	6/9/2023	10:50 PM	6/9/2023 22:50				
27	24.2	62.2	16.51	6/9/2023	11:00 PM	6/9/2023 23:00				
28	24.2	62.31	16.54	6/9/2023	11:10 PM	6/9/2023 23:10				
29	24.14	62.46	16.52	6/9/2023	11:20 PM	6/9/2023 23:20				
30	24.14	62.62	16.58	6/9/2023	11:30 PM	6/9/2023 23:30				
31	24.14	62.77	16.6	6/9/2023	11:40 PM	6/9/2023 23:40				
32	24.14	62.85	16.62	6/9/2023	11:50 PM	6/9/2023 23:50				
33	24.03	62.99	16.55	6/10/2023	12:00 AM	6/10/2023 0:00				
34	24.03	63.07	16.57	6/10/2023	12:10 AM	6/10/2023 0:10				
35	24.03	63.12	16.61	6/10/2023	12:20 AM	6/10/2023 0:20				
36	24.03	63.3	16.63	6/10/2023	12:30 AM	6/10/2023 0:30				
37	23.92	63.36	16.54	6/10/2023	12:40 AM	6/10/2023 0:40				
38	23.92	63.36	16.54	6/10/2023	12:50 AM	6/10/2023 0:50				

Εικόνα 24. Αρχείο επεξεργασίας των δεδομένων των αισθητήρων LOGiT LTH

Τα δεδομένα που κατέγραψαν οι αισθητήρες είναι οι τιμές της θερμοκρασίας του αέρα (σε °C), της σχετικής υγρασίας (%RH) (ο λόγος του ποσού υγρασίας που περιέχεται στον αέρα προς το μέγιστο ποσό υγρασίας που μπορεί να συγκρατήσει ο αέρας στην ίδια θερμοκρασία και πίεση) και του σημείου δρόσου (Dew Point σε °C) (η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η συμπύκνωση των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα, όταν αυτός ψύχεται βαθμιαία) αντιστοιχισμένες στις μέρες που καταγράφηκαν τα παραπάνω δεδομένα με ρύθμιση στους αισθητήρες να καταγράφουν ανά δέκα λεπτά. Τα δεδομένα που εξήγαγαν οι αισθητήρες για το σημείο δρόσου δεν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η επεξεργασία των προαναφερθέντων δεδομένων περιέλαβε:

- Τον υπολογισμό της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας για κάθε ημέρα σε ολόκληρη την θερινή περίοδο και την εξαγωγή μέσου όρου από τις μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες για κάθε μήνα ξεχωριστά.
- Την εύρεση της σχετικής υγρασίας που αντιστοιχεί στην ώρα που καταγραφόταν η μέγιστη θερμοκρασία της ημέρας και επίσης την εξαγωγή του μέσου όρου από τις ημερήσιες τιμές της για κάθε μήνα.

Έχοντας τα παραπάνω αποτελέσματα υπολογίστηκαν οι θερμοκρασίες UTCI για κάθε μέγιστη ημερήσια τιμή θερμοκρασίας, αλλά και για κάθε μέσο όρο μήνα των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών με τη χρήση λογισμικού υπολογισμού για το UTCI (21), φωτογραφία από το οποίο παρατίθεται στην επόμενη ενότητα 2.6.3 (βλ. Εικόνα 41).

Οι δείκτες, συνεπώς, που εξετάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία και απαντώνται από τα αποτελέσματα της επεξεργασίας δεδομένων που εξήχθησαν από τους αισθητήρες LOGiT LTH είναι οι εξής: ο δείκτης 2.3.1 Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας, ο δείκτης 2.3.3 Παγκόσμιος Θερμικός Κλιματικός Δείκτης (UTCI) και ο δείκτης 2.3.4 Ψύξη αέρα περιβάλλοντος.

2.6.3 Φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός για τη μέτρηση μετεωρολογικών παραμέτρων και συλλογή δεδομένων

Για την πληρέστερη μελέτη της περιοχής του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά επιλέχθηκαν δύο ημέρες (15 και 16 Ιουλίου 2023) με ακραίες θερμοκρασίες (καύσωνας) ώστε να πραγματοποιηθεί αποτύπωση του πράσινου χώρου ως προς τις μεταβολές της θερμοκρασίας με τη χρήση φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού. Κάθε ημέρα χωρίστηκε σε τέσσερις κύκλους μετρήσεων οι οποίοι καλύπτουν με μεγάλη ακρίβεια της μεταβολές των θερμοκρασιών μέσα στην ημέρα. Συγκεκριμένα, ο πρώτος κύκλος μετρήσεων πραγματοποιήθηκε από τις 8 π.μ. έως τις 10 π.μ., ο δεύτερος από τη 1 μ.μ. έως τις 3 μ.μ., ο τρίτος από τις 5 μ.μ. έως τις 7 μ.μ. και ο τέταρτος από τις 7 μ.μ. μέχρι τις 9 μ.μ..

Ο φορητός μετεωρολογικός σταθμός που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις των μετεωρολογικών δεδομένων στο πεδίο μελέτης, είναι ένα πολυλειτουργικό όργανο χειρός και καταγραφικό. Η Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται μέσω μπαταριών υψηλής ποιότητας με χρόνο λειτουργίας περίπου 60 ώρες. Θα μπορούσε να τροφοδοτηθεί μέσω τροφοδοτικού 12Vdc και 300mA.

Συνθήκες λειτουργίας:

- Θερμοκρασία λειτουργίας: -10 έως +60°C
- Θερμοκρασία αποθήκευσης: -25 έως +65°C
- Σχετική Υγρασία: 0 έως 90% R.H., χωρίς συμπύκνωση
- Οθόνη LCD: LCD γραφικών 128x64 pixel (56x38 mm)
- Πληκτρολόγιο: 18 πλήκτρα πολλαπλών λειτουργιών και 3 πλήκτρα λειτουργιών

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°C 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: 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 cm³
 - 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

Για την αποτύπωση του πράσινου χώρου ως προς τις μεταβολές της θερμοκρασίας, με τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό, καθορίστηκαν δώδεκα σημεία μετρήσεων ύστερα από επιτόπια έρευνα. Σημειώθηκαν διάφοροι παράγοντες που επηρέασαν αυτήν την απόφαση, όπως η διαφορετική ποσότητα βλάστησης, οι διάφορες χρήσεις της περιοχής

(όπως καφετέρια, παιδική χαρά, καθιστικοί χώροι), το διαφορετικό υλικό στο έδαφος (όπως τσιμέντο, μωσαϊκό, χώμα) και η ύπαρξη στοιχείων νερού στην περιοχή (όπως λίμνες και σιντριβάνια). Επιπλέον, η αυτοαντιληπτή αίσθηση της θερμοκρασίας αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την επιλογή αυτών των σημείων.

Τα δώδεκα σημεία που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον επισυναπτόμενο χάρτη (βλ. Εικόνα 25)



Εικόνα 25. Χάρτης των σημείων μέτρησης θερμοκρασιών

Όπως φαίνεται και στον χάρτη των σημείων μέτρησης θερμοκρασιών (βλ. Εικόνα 25), τα σημεία για μεγαλύτερη ευκολία προσδιορισμού τους αντιστοιχήθηκαν σε αριθμούς ID. Η αντιστοίχιση των ID στα σημεία με την ακριβή περιγραφή της τοποθεσίας τους παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα (βλ. Πίνακας 3)

Πίνακας 3. Αντιστοίχιση σημείων μετρήσεων με ID

ID ΣΗΜΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ
1	Πλάτωμα μπροστά από την καφετέρια του Δημοτικού Κήπου Χανίων	Δημοτικός Κήπος Χανίων
2	Κήπος Καφέ	
3	Σημείο ανάμεσα στον Δημοτικό Κινηματογράφο Χανίων και το σιντριβάνι του κήπου	
4	Σημείο στο σκιερό κομμάτι του κήπου με τους καθιστικούς χώρους	
5	Παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων	
6	Έξω από την Παιδική- Εφηβική Βιβλιοθήκη του Δημοτικού Κήπου Χανίων	
7	Σημείο δίπλα στην καφετέρια και στη λίμνη του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών (από την πλευρά της κεντρικής εισόδου με τα σκαλιά)	Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών (ΠΕΦ), Χανιά
8	Στην κεντρική σκηνή του ΠΕΦ (δίπλα υπάρχουν κερκίδες)	
9	Σημείο στο πλάτωμα με το γρασίδι απέναντι από την κεντρική σκηνή και δίπλα από τα σκαλάκια που οδηγούν στην πλευρά που είναι η παιδική χαρά κ.ά.	
10	Σημείο με καθιστικούς χώρους	
11	Παιδική χαρά ΠΕΦ	
12	Στην πλάγια είσοδο του ΠΕΦ όπου βρίσκεται το Μνημείο Πεσόντων Ηρώων (πλευρά που συνορεύει με τον Δημοτικό Κήπο)	

Ο φορητός τριποδικός μετεωρολογικός σταθμός ρυθμίστηκε στα 2 μέτρα ύψος από το έδαφος όπως υπαγορεύεται από την βιβλιογραφία (26)

Για κάθε σημείο ο αισθητήρας καταγράφει:

- Τιμή A1: Θερμοκρασία αέρα (ή ξηρού θερμομέτρου), δηλαδή την θερμοκρασία σε (°C) που μετριέται από ένα κοινό θερμόμετρο τοποθετημένο στον χώρο.
- Τιμή B1: Θερμοκρασία από ακτινοβολία, δηλαδή την θερμοκρασία που προέρχεται από την ανακλώμενη θερμοκρασία σε μια επιφάνεια (χώμα, πλάκες, τσιμέντο κλπ.).
- Τιμή C1: Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή την ένδειξη της θερμοκρασίας σε (°C) σε ένα θερμόμετρο του οποίου ο βολβός περιτυλίγεται σε ένα υγρό πανί και εκτίθεται σε ρεύμα αέρα ταχύτητας περίπου 4m/s. Με την εξάτμιση του νερού η ένδειξη της θερμοκρασίας είναι χαμηλότερη από την θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου κατά ένα ποσό ανάλογο με το περιεχόμενο του αέρα σε υγρασία. Όταν η θερμοκρασία ισορροπήσει, η ένδειξη που προκύπτει είναι η θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου.

Για την καλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων στο κάθε σημείο λήφθηκαν μετρήσεις σε διάστημα τριών λεπτών ανά τριάντα δευτερόλεπτα, δηλαδή συνολικά έξι μετρήσεις στο κάθε σημείο. Σε περιπτώσεις που ανάμεσα σε αυτές τις έξι μετρήσεις παρατηρήθηκε διαφορά ± 0.5 στις τιμές, λήφθηκε μια επιπλέον μέτρηση (συνολικά επτά) για το σημείο.

Ακόμη, για τη σωστή λειτουργία του οργάνου, μετά την αλλαγή τοποθεσίας δεν καταγράφονταν αμέσως οι μετρήσεις. Το όργανο έπρεπε να σταθεροποιηθεί για ένα διάστημα δύο λεπτών πριν την καταγραφή των μετρήσεων ώστε να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες περιβάλλοντος. Σε περιπτώσεις όπου οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν από περιοχή με ηλιοφάνεια σε περιοχή με σκιά και αντίστροφα, ο χρόνος για τη σταθεροποίηση του οργάνου προσδιορίστηκε στα δέκα λεπτά με σκοπό να αποκλειστούν οι επιπτώσεις της ηλιακής ακτινοβολίας και της σκιάς στις μετρήσεις.

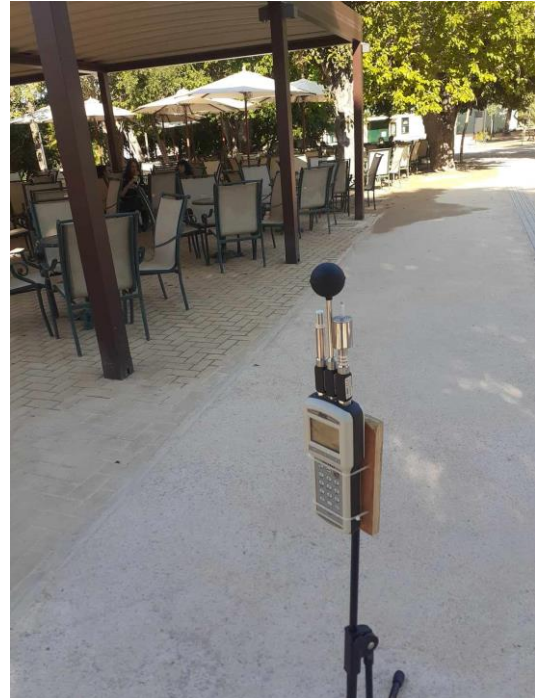
Ακολουθούν φωτογραφίες του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού από το εργαστήριο όπου φαίνεται η διάταξη (βλ. Εικόνα 26) και φωτογραφίες του αισθητήρα σε κάθε σημείο μέτρησης στην περιοχή μελέτης (βλ. Εικόνα 27, Εικόνα 28, Εικόνα 29, Εικόνα 30, Εικόνα 31, Εικόνα 32, Εικόνα 33, Εικόνα 34, Εικόνα 35, Εικόνα 36, Εικόνα 37, Εικόνα 38)



Εικόνα 26. Φωτογραφίες της διάταξης του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού από το εργαστήριο



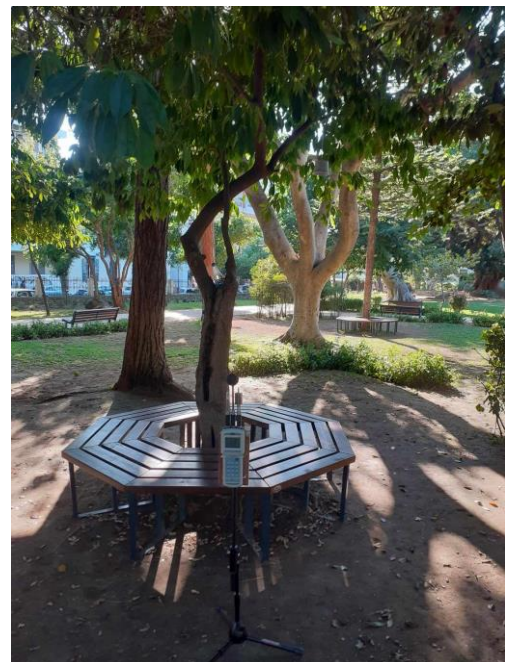
Εικόνα 27. Σημείο μέτρησης 1



Εικόνα 28. Σημείο μέτρησης 2



Εικόνα 29. Σημείο μέτρησης 3



Εικόνα 30. Σημείο μέτρησης 4



Εικόνα 31. Σημείο μέτρησης 5



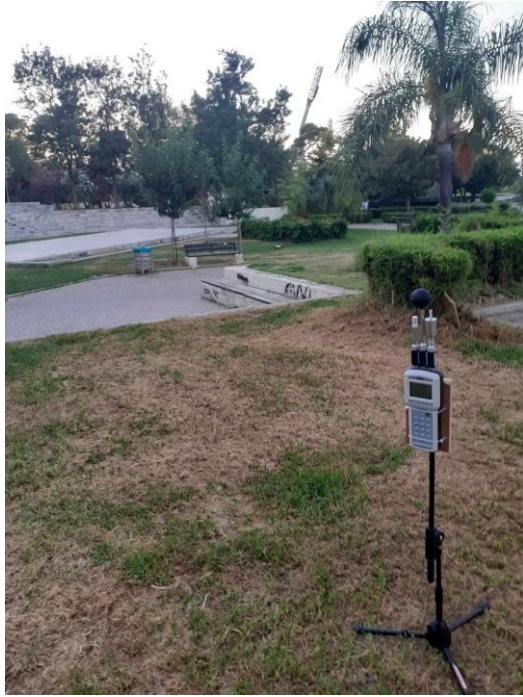
Εικόνα 32. Σημείο μέτρησης 6



Εικόνα 33. Σημείο μέτρησης 7



Εικόνα 34. Σημείο μέτρησης 8



Εικόνα 35. Σημείο μέτρησης 9



Εικόνα 36. Σημείο μέτρησης 10



Εικόνα 37. Σημείο μέτρησης 11



Εικόνα 38. Σημείο μέτρησης 12

Ακολουθεί εικόνα από το αρχείο excel στο οποίο πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των δεδομένων (βλ. Εικόνα 39)

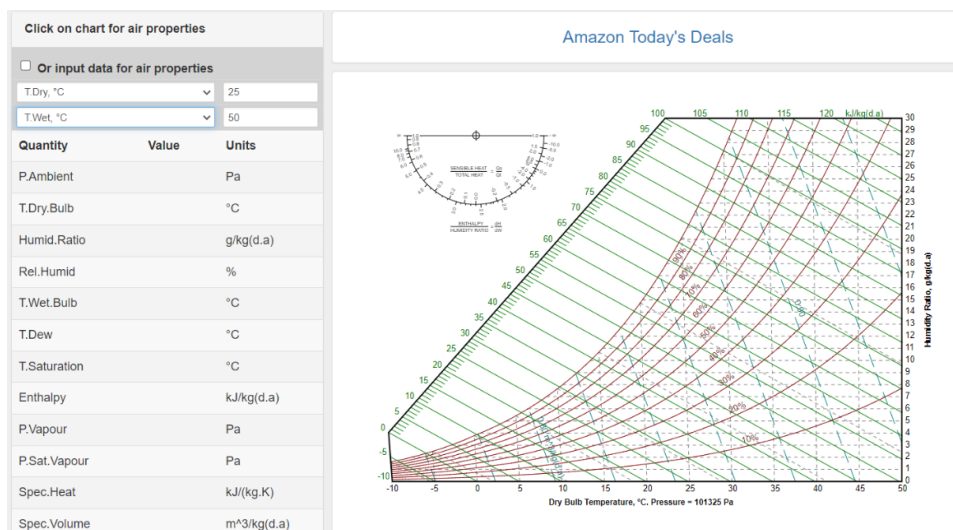
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ID ΣΗΜΕΙΟΥ	Time	Temperature A1	Temperature B1	Temperature C1	Type of soil	Sun or Shade	Mean Temp A1	Mean Temp B1	Mean Temp C1	RH(%)	UTCI
2			32.94	37.04	22.04							
3			33.07	37.16	22.09							
4	1	8.22	33.17	37.23	22.02	τοιμμένο	H	33.17333333	37.23166667	22.05166667	37.977	33.0
5			33.21	37.26	22.01							
6			33.27	37.30	22.02							
7			33.38	37.40	22.13							
8			29.89	30.58	21.31							
9			29.87	30.55	21.30							
10	2	8.31	29.88	30.54	21.36	τοιμμένο	Σ	29.87166667	30.57166667	21.40666667	47.458	30.0
11			29.84	30.54	21.43							
12			29.86	30.58	21.44							
13			29.89	30.64	21.60							
14			30.23	31.18	22.11							
15			30.27	31.25	22.28							
16	3	8.40	30.32	31.33	22.51	χώμα	Σ	30.35166667	31.37	22.44666667	50.874	30.8
17			30.37	31.40	22.47							
18			30.45	31.51	22.65							
19			30.47	31.55	22.66							
20			29.97	31.08	22.64							
21			29.92	30.82	22.60							
22	4	8.49	29.89	30.65	22.7	χώμα	Σ	29.88833333	30.66833333	22.71333333	54.421	30.6
23			29.86	30.55	22.75							
24			29.85	30.48	22.74							
25			29.84	30.43	22.85							
26			37.64	42.95	25.94							

Εικόνα 39. Αρχείο Excel με την επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφηκαν από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό και το πεδίο με παρατήρηση

Όπως φαίνεται παραπάνω, έγινε καταγραφή των θερμοκρασιών αέρα (A1), της θερμοκρασίας ακτινοβολίας (B1) και του υγρού θερμομέτρου (C1), του τύπου του εδάφους για το κάθε σημείο (π.χ. τοιμμένο, χώμα, μωσαϊκό) και της σκίασης ή μη του κάθε σημείου ανάλογα την ώρα του κύκλου μέτρησης. Εξήχθη ο μέσος όρος από τις έξι ή επτά μετρήσεις του κάθε σημείου ώστε να προσδιοριστεί η ακριβέστερη τιμή των θερμοκρασιών του αέρα, της ακτινοβολίας και του υγρού θερμομέτρου.

Για τον προσδιορισμό του Παγκόσμιου θερμικού κλιματικού δείκτη (UTCI) ήταν αναγκαίος ο προσδιορισμός της σχετικής υγρασίας (RH%) του κάθε σημείου μέτρησης και σε κάθε κύκλο μέτρησης. Με τη βοήθεια λογισμικού για τον ψυχομετρικό χάρτη (27) (διάγραμμα το οποίο απεικονίζει γραφικά τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του αέρα. Τα κύρια στοιχεία του αέρα καθώς και οι κλίμακες αυτών είναι τοποθετημένα στον ψυχομετρικό χάρτη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αν είναι γνωστά δύο από τα στοιχεία του να προσδιορίζονται και τα υπόλοιπα) και έχοντας καταγεγραμμένες από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό τις θερμοκρασίες αέρα και υγρού θερμομέτρου, εξήχθησαν οι τιμές που αντιστοιχούν στην σχετική υγρασία (RH%) (βλ. Εικόνα 40). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια λογισμικού για τον προσδιορισμό του UTCI (21) ελήφθησαν ως αποτέλεσμα οι θερμοκρασίες UTCI όπως περιγράφεται στην ενότητα 2.3.3 (βλ. Εικόνα 41)

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας (RH%) και των θερμοκρασιών UTCI καταγράφηκαν επίσης στο αρχείο excel (βλ. Εικόνα 39).



Εικόνα 40. Λογισμικό για την εύρεση των θερμοδυναμικών στοιχείων του αέρα με χρήση του ψυχομετρικού χάρτη

Notice: Undefined index: submit in E:\utci\utci\utci.php on line 159

Notice: Undefined variable: hum in E:\utci\utci\utci.php on line 159

Please note: The polynomial approximation limits the application of this procedure to values of wind speed between 0.5 and 17 m/s!

Air temperature Ta ° Celsius

$\Delta T_{mrt} = T_{mrt} - T_a$ Kelvin

Water vapour pressure ☒ hPa

Rel. humidity RH ☐ %

Wind speed v in 10m m/s

Author of F77 UTCI source code: Barbara Wojtach, Institute of Meteorology and Hydrology, Warsaw, Poland, based on [original F90 UTCI source code](#) of Peter Broede, IfADo - Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors at Dortmund Technical University, Germany.

Εικόνα 41. Λογισμικό για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας UTCI

3. Αποτελέσματα:

3.1 Αποτελέσματα δεικτών κλιματικής ανθεκτικότητας

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

Στην συγκεκριμένη ενότητα παρατίθενται οι μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο 2023, στη διάρκεια των οποίων πραγματοποιήθηκε η παρούσα μελέτη.

Αρχικά, παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών κάθε ενός από τους τρεις μήνες της θερινής περιόδου από τους αισθητήρες 1,2,3 και 5 που τοποθετήθηκαν στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά. Ένας μέσος όρος για το σύνολο του πράσινου χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα του πίνακα (βλ. Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

	Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας (°C) – ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΧΩΡΟΣ				
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Αισθητήρας 3	Αισθητήρας 5	Μέσος όρος για ολόκληρο τον πράσινο χώρο
Ιούνιος	27.00	31.16	26.21	26.43	27.70
Ιούλιος	31.58	33.56	30.50	30.72	31.59
Αύγουστος	30.60	36.33	29.18	29.40	31.38
Μέσος Όρος	29.73	33.68	28.63	28.85	30.22

Όπως παρατηρείται, για τον αισθητήρα 1 η μέγιστη τιμή του μέσου όρου των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών καταγράφηκε κατά τον μήνα Ιούλιο (31.58 °C) ενώ η ελάχιστη κατά τον μήνα Ιούνιο (27.00 °C). Ο αισθητήρας 2 κατέγραψε τον μέγιστο μέσο όρο τον μήνα Αύγουστο (36.33 °C) και τον ελάχιστο τον μήνα Ιούνιο (31.16 °C). Ο αισθητήρας 3 εμφανίζει μέγιστο μέσο όρο των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τον μήνα Ιούλιο (30.50 °C) και τον ελάχιστο τον μήνα Ιούνιο (26.21 °C). Ο αισθητήρας 5 κατέγραψε τον μέγιστο μέσο όρο των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τον μήνα Ιούλιο (30.72 °C) και τον ελάχιστο κατά τον μήνα Ιούνιο (26.43 °C). Το γεγονός ότι από σημείο σε σημείο μέτρησης στον πράσινο χώρο εντοπίζονται διακυμάνσεις στην καταγραφή των θερμοκρασιών αιτιολογείται από τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής που εδραζόταν ο κάθε αισθητήρας, όπως είναι ο τύπος του εδάφους (πχ. τσιμέντο, χώμα) και η ποσότητα της βλάστησης στην περιοχή. Για παράδειγμα, ο αισθητήρας 2, ο οποίος τοποθετήθηκε στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου εμφανίζει να έχει καταγράψει υψηλότερες θερμοκρασίες από τους υπόλοιπους αισθητήρες, γεγονός που δικαιολογείται από την έλλειψη πυκνής βλάστησης στο σημείο. Αξίζει να σημειωθεί πως με εξαίρεση τον αισθητήρα 2 που σημειώνει τον μέγιστο μέσο όρο των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τον μήνα Αύγουστο, όλοι οι υπόλοιποι αισθητήρες παρουσιάζουν τους μέγιστους μέσους όρους κατά τον μήνα Ιούλιο και τους ελάχιστους κατά τον μήνα Ιούνιο. Το παραπάνω επισφραγίζεται και από τα συνολικά αποτελέσματα για τον πράσινο χώρο, όπου ο μέγιστος μέσος όρος καταγράφεται τον μήνα Ιούλιο (31.59 °C) και ο ελάχιστος κατά τον μήνα Ιούνιο (27.70 °C).

Στη συνέχεια, 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 150 μέτρα έξω από τον πράσινο χώρο 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 5).

Πίνακας 5. Μέσες μηνιαίες τιμές των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για τον αστικό χώρο έξω από τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των λαών στα Χανιά

Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας (°C) – ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ			
	Αισθητήρας 4	Μετεωρολογικός Σταθμός	Μέσος όρος για ολόκληρο τον αστικό χώρο
Ιούνιος	29.92	27.53	28.73
Ιούλιος	35.03	33.34	34.18
Αύγουστος	32.35	31.95	32.15
Μέσος Όρος	32.44	30.94	31.69

Όπως φαίνεται, για τον αισθητήρα 4 η μέγιστη μέση τιμή του μέσου όρου των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών καταγράφηκε κατά τον μήνα Ιούλιο (35.03 °C) ενώ η ελάχιστη κατά τον μήνα Ιούνιο (29.92 °C). Ο μετεωρολογικός σταθμός καταγράφει τον μεγαλύτερο μέσο όρο των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά τον μήνα Ιούλιο (33.34 °C) και τον ελάχιστο μέσο όρο κατά τον μήνα Ιούνιο (27.53 °C). Οι διαφορές στις τιμές των μέσων μηνιαίων τιμών των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών που παρατηρούνται μεταξύ των καταγραφών του αισθητήρα 4 και του μετεωρολογικού σταθμού δικαιολογούνται με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής που τοποθετήθηκαν, όπως είναι η απόσταση του κάθε αισθητήρα από τα κτήρια του αστικού χώρου. Επιπροσθέτως, ο τύπος του αισθητήρα διαφέρει. Σύμφωνα με τα παραπάνω τα αποτελέσματα που εξάγονται για το σύνολο του αστικού χώρου δικαιολογούνται πλήρως με την μέγιστη μέση μηνιαία τιμή των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών να αντιστοιχεί στο μήνα Ιούλιο (34.18 °C) και την ελάχιστη να εντοπίζεται κατά τον μήνα Ιούνιο (28.73 °C).

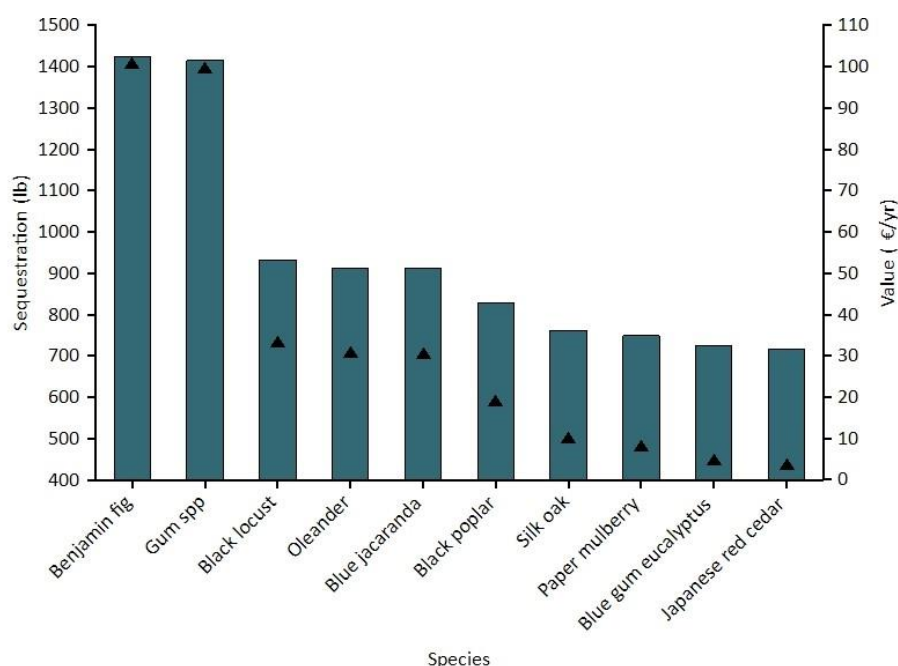
3.1.2 Αποτελέσματα για τον δείκτη της αποθήκευσης και δέσμευσης άνθρακα στη βλάστηση

Σύμφωνα με τα εξαγόμενα αποτελέσματα του λογισμικού I-Tree Eco, η ετήσια ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά ανέρχεται περίπου σε 6.321 τόνους, με αξία (οικονομικό κέρδος που προκύπτει από τη δέσμευση του άνθρακα) που φτάνει τα 921 ευρώ (€). Ακολουθεί διάγραμμα, το οποίο εξάγεται από το λογισμικό και παρουσιάζει την εκτιμώμενη ετήσια ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα (παρουσιάζεται με τη χρήση σημείων στο διάγραμμα) και την αντίστοιχη αξία (παρουσιάζεται με τις ράβδους στο διάγραμμα) για τα είδη αστικών δέντρων του πράσινου χώρου που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης (βλ. Εικόνα 42). Η αξία, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, είναι ανάλογη της ποσότητας δέσμευσης άνθρακα από το κάθε είδος δένδρου. Το γεγονός ότι το διάγραμμα εξάγεται από το λογισμικό δικαιολογεί το ότι τα στοιχεία που παρουσιάζει είναι γραμμένα στην αγγλική γλώσσα. Οπότε, επεξηγηματικά, να σημειωθεί πως ο άξονας x αντιστοιχεί στα είδη των δέντρων του πράσινου χώρου που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης άνθρακα, ο άξονας y από την αριστερή πλευρά αντιστοιχεί στην ετήσια ποσότητα δέσμευσης του άνθρακα εκφρασμένη σε λίβρες (lb) και από τη δεξιά πλευρά στην αξία εκφρασμένη σε ευρώ ανά έτος (€/yr). Η λίβρα (lb) του βρετανικού συστήματος μονάδων αντιστοιχεί στα 0.4535923 kg. Ο σχολιασμός του διαγράμματος θα γίνει σε λίβρες και κιλά για να διευκολυνθεί η ανάγνωσή του. Επιπροσθέτως, για διευκόλυνση της κατανόησης είναι σημαντικό να παρατεθεί και η μετάφραση των ειδών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα. Η μετάφραση που αφορά τα είδη των δέντρων του πράσινου χώρου που μελετάται παρατίθεται σε πίνακα παρακάτω (βλ. Πίνακας 6). Επομένως, για τον σχολιασμό που θα ακολουθήσει, θα χρησιμοποιούνται οι ονομασίες των δέντρων στα ελληνικά. Να σημειωθεί ότι στο παρακάτω διάγραμμα (βλ. Εικόνα 42) παρουσιάζονται τα δέντρα με την κοινή τους

ονομασία και όχι με την επιστημονική όπως είχαν εισαχθεί οι καταγραφές των ειδών στο μοντέλο. Το λογισμικό δεν έδινε την επιλογή να παρουσιάζονται τα δέντρα με την επιστημονική τους ονομασία, παρόλο που στην αρχή δόθηκε η επιλογή να εισάγονται κατά αυτόν τον τρόπο. Επομένως, για τον σχολιασμό που θα ακολουθήσει, θα χρησιμοποιούνται οι κοινές ονομασίες των δέντρων στα ελληνικά.

Πίνακας 6. Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων που δεσμεύουν ακαθάριστο άνθρακα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Κοινή ονομασία δέντρου στην αγγλική	Κοινή ονομασία δέντρου σε μετάφραση στα Ελληνικά
Benjamin fig	Φίκος μπένζαμιν
Gum spp	Ευκάλυπτος
Black locust	Ροβίνια η ψευδοακακία
Oleander	Πικροδάφνη ή ροδοδάφνη
Blue jacaranda	Μπλε τζακαράντα ή φτέρη
Black poplar	Λεύκη η μαύρη
Silk oak	Μεταξένια βελανιδιά
Paper mulberry	Βρουσονέτια η παπυροφόρος
Blue gum eucalyptus	Ευκάλυπτος ο σφαιρικός
Japanese red cedar	Ιαπωνικό κυπαρίσσι



Εικόνα 42. Εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα δέσμευσης ακαθάριστου άνθρακα (σε σημεία) και αξία (σε ράβδους) για τα είδη αστικών δέντρων του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά με την μεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης

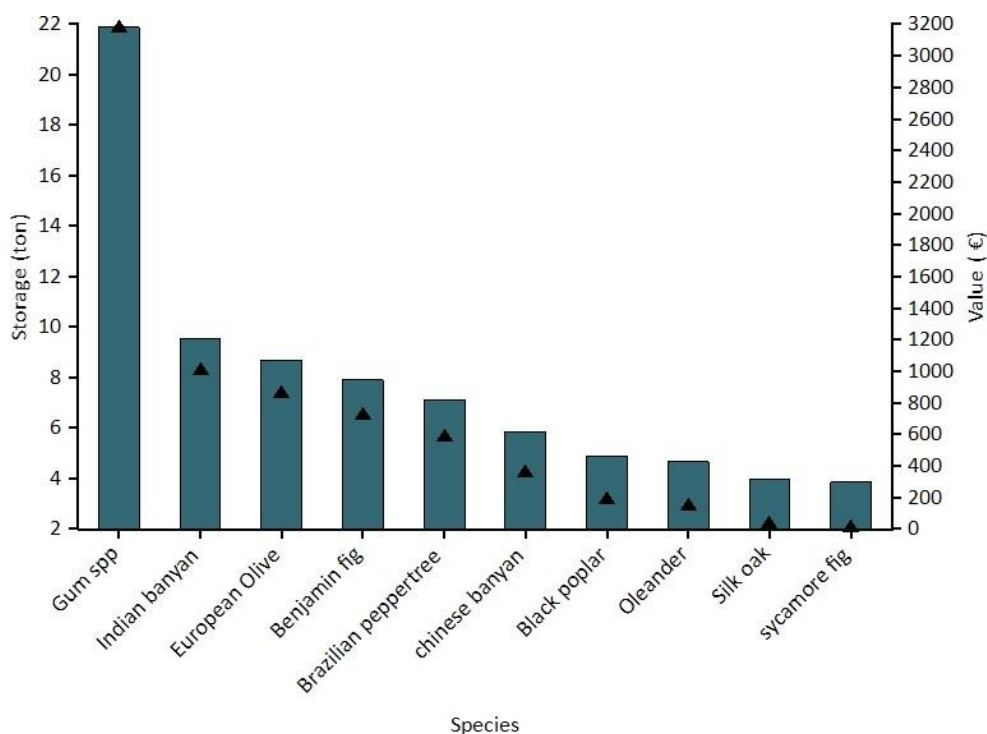
Όπως φαίνεται παραπάνω, η μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα ετησίως δεσμεύεται από τον Φίκο μπένζαμιν (περίπου 1420 lb= 644.1012 kg) με αξία που ανέρχεται περίπου στα 103 €/yr και η μικρότερη από το Ιαπωνικό κυπαρίσσι (περίπου 403 lb= 182.798 kg) με αξία που ανέρχεται περίπου στα 32 €/yr.

Το λογισμικό I-Tree Eco εκτιμά επίσης πως τα δέντρα του πράσινου χώρου του Δημοτικού Κήπου Χανίων και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά αποθηκεύουν 85.18

τόνους άνθρακα, που αντιστοιχούν σε αξία (οικονομικό κέρδος από την αποθήκευση του άνθρακα από τα δέντρα του πράσινου χώρου) 12.4 χιλιάδων ευρώ (€). Το διάγραμμα που ακολουθεί (βλ. Εικόνα 43) εξήχθη ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας των δεδομένων που εισήχθησαν στο λογισμικό και αφορά την εκτιμώμενη ποσότητα αποθήκευσης άνθρακα (παρουσιάζεται με τη χρήση σημείων στο διάγραμμα) κάθε δέντρου στον πράσινο χώρο σε τόνους (ton), και την αντίστοιχη αξία (παρουσιάζεται με τις ράβδους στο διάγραμμα) σε Ευρώ (€). Η αξία, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, είναι ανάλογη της ποσότητας αποθήκευσης άνθρακα από το κάθε είδος δένδρου. Το γεγονός ότι το διάγραμμα εξάγεται από το λογισμικό δικαιολογεί το ότι τα στοιχεία που παρουσιάζει είναι γραμμένα στην αγγλική γλώσσα. Οπότε, επεξηγηματικά, να σημειωθεί πως ο άξονας x αντιστοιχεί στα είδη των δέντρων του πράσινου χώρου με τη μεγαλύτερη αποθήκευση άνθρακα, ο άξονας y από την αριστερή πλευρά αντιστοιχεί στην ποσότητα αποθήκευσης άνθρακα εκφρασμένη σε τόνους (ton) και από τη δεξιά πλευρά στην αντίστοιχη αξία εκφρασμένη σε ευρώ (€). Επιπροσθέτως, όπως έγινε και παραπάνω για την δέσμευση του άνθρακα, για διευκόλυνση της κατανόησης παρατίθεται η μετάφραση που αφορά τα είδη των δέντρων με την μεγαλύτερη αποθήκευση άνθρακα στον πράσινο χώρο σε πίνακα (βλ. Πίνακας 7). Όπως και προηγουμένως, να αναφερθεί ότι στο παρακάτω διάγραμμα (βλ. Εικόνα 43) παρουσιάζονται τα δέντρα με την κοινή τους ονομασία και όχι με την επιστημονική όπως είχαν εισαχθεί οι καταγραφές των ειδών στο μοντέλο. Το λογισμικό δεν έδινε την επιλογή να παρουσιάζονται τα δέντρα με την επιστημονική τους ονομασία, παρόλο που στην αρχή δόθηκε η επιλογή να εισάγονται κατά αυτόν τον τρόπο. Επομένως, για τον σχολιασμό που θα ακολουθήσει, θα χρησιμοποιούνται οι κοινές ονομασίες των δέντρων στα ελληνικά.

Πίνακας 7. Μετάφραση των κοινών ονομασιών των δέντρων που αποθηκεύουν άνθρακα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Κοινή ονομασία δέντρου στην αγγλική	Κοινή ονομασία δέντρου σε μετάφραση στα Ελληνικά
Gum spp	Ευκάλυπτος
Indian banyan	Φίκος ή Ινδική συκιά
European Olive	Ελιά
Benjamin fig	Φίκος μπένζαμιν
Brazilian peppertree	Σχίνος του Μαϊάμι ή Βραζιλιάνικη πιπεριά
Chinese banyan	Φίκος μπονσάι
Black poplar	Λεύκη η μαύρη
Oleander	Πικροδάφνη ή ροδοδάφνη
Silk oak	Μεταξένια βελανιδιά
Sycamore fig	Συκομουριά



Εικόνα 43. Εκτιμώμενη αποθήκευση άνθρακα (σε σημεία) και τιμές (σε ράβδους) για τα είδη αστικών δέντρων με τη μεγαλύτερη αποθήκευση στον Δημοτικό Κήπο και στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Η μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα αποθηκεύεται από τον Ευκάλυπτο (περίπου 22 ton) με αξία που ανέρχεται περίπου στα 3198 € και η μικρότερη από το δένδρο Συκομουριά (περίπου 2 ton) με αξία που ανέρχεται περίπου στα 300€.

Συνοψίζοντας, από τα είδη του δείγματος, ο Ευκάλυπτος αποθηκεύει την μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα (περίπου 25,6% της συνολικής ποσότητας αποθήκευσης άνθρακα) και ο Φίκος μπένζαμιν δεσμεύει την μεγαλύτερη ποσότητα άνθρακα (περίπου το 11,1% της συνολικής ποσότητας δέσμευσης άνθρακα).

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

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το λογισμικό για τον προσδιορισμό του Παγκόσμιου θερμικού κλιματικού δείκτη- UTCI (21). Όπως έχει σημειωθεί στο κεφάλαιο 2.3.3, οι θερμοκρασίες UTCI αντιστοιχίζονται σε μια κλίμακα που υποδεικνύει την ανθρώπινη καταπόνηση από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Για την ευκολότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων, στον πίνακα προστέθηκαν αντιπροσωπευτικά χρώματα ώστε να διευκολυνθεί η κατηγοριοποίηση των θερμοκρασιών στις σχετικές καταστάσεις καταπόνησης (βλ. Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Πίνακας αντιστοίχισης θερμοκρασιών UTCI με το βαθμό της ανθρώπινης καταπόνησης από τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος με 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	

3.1.3(i) Αποτελέσματα από τους αισθητήρες LOGiT LTH

Αρχικά, παρουσιάζεται ο πίνακας με τις θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου από τους αισθητήρες 1,2,3 και 5 που τοποθετήθηκαν μέσα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά (βλ. Πίνακας 9). Τα αποτελέσματα εξήχθησαν με τη βοήθεια λογισμικού (21) από τις τιμές της μέγιστης θερμοκρασίας αέρα κάθε ημέρας του μήνα και από τις τιμές της σχετικής υγρασίας (RH%) των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών. Ένας μέσος όρος των ημερήσιων θερμοκρασιών UTCI για το σύνολο του πράσινου χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα αυτού του πίνακα. Όμοιοι πίνακες για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο παρατίθενται ακολούθως (βλ. Πίνακας 10 και Πίνακας 11 αντίστοιχα).

Πίνακας 9. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο

ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΧΩΡΟΣ															
Ιούνιος	Αισθητήρας 1			Αισθητήρας 2			Αισθητήρας 3			Αισθητήρας 5			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
9	25.66	56.23	26.00	25.39	56.80	25.70	25.01	55.95	25.20	25.23	55.95	25.40	25.58	25.32	56.23
10	25.88	59.94	26.40	25.88	60.06	26.50	25.06	59.66	25.50	25.28	59.66	25.80	26.05	25.53	59.83
11	26.20	63.75	27.10	26.15	62.40	27.00	25.44	62.92	26.20	25.66	62.92	26.40	26.68	25.86	63.00
12	26.48	69.41	27.90	30.44	56.04	31.50	24.52	65.45	25.40	24.74	65.45	25.60	27.60	26.55	64.09
13	25.34	70.14	26.70	30.00	55.80	30.90	24.52	69.89	25.70	24.74	69.89	25.90	27.30	26.15	66.43
14	25.34	68.79	26.50	29.46	52.90	30.00	24.47	69.84	25.60	24.69	69.84	25.90	27.00	25.99	65.34
15	27.45	56.08	28.00	32.17	44.35	32.40	26.42	57.80	26.90	26.64	57.80	27.10	28.60	28.17	54.01
16	26.75	60.77	27.50	32.55	46.42	33.10	26.20	56.69	26.60	26.42	56.69	26.80	28.50	27.98	55.14
17	26.26	57.11	26.70	29.68	47.14	29.80	25.82	56.24	26.20	26.04	56.24	26.40	27.28	26.95	54.18
18	25.12	71.85	26.50	29.41	56.88	30.30	24.63	69.59	25.80	24.85	69.59	26.00	27.15	26.00	66.98
19	25.72	70.50	27.10	29.79	56.50	30.70	24.68	70.22	25.90	24.90	70.22	26.20	27.48	26.27	66.86
20	26.58	67.69	27.90	31.25	53.03	32.20	25.34	64.56	26.20	25.56	64.56	26.60	28.23	27.18	62.46
21	27.40	61.41	28.30	31.90	42.10	31.90	26.80	51.12	26.90	27.02	51.12	27.10	28.55	28.28	51.44
22	27.83	60.04	28.80	33.20	46.37	33.80	27.34	53.89	27.60	27.56	53.89	27.90	29.53	28.98	53.55
23	27.78	64.79	29.00	32.50	49.92	33.30	26.69	62.80	27.60	26.91	62.80	27.90	29.45	28.47	60.08
24	28.05	53.69	28.40	34.13	50.09	35.40	27.67	47.41	27.50	27.89	47.41	27.80	29.78	29.43	49.65
25	28.32	57.61	29.10	34.31	52.96	35.90	27.83	53.61	28.20	28.05	53.61	28.40	30.40	29.63	54.45
26	28.16	61.07	29.20	32.25	68.71	35.30	26.86	66.71	28.10	27.08	66.71	28.40	30.25	28.59	65.80
27	27.67	65.16	29.00	32.31	66.90	35.10	27.24	64.43	28.40	27.46	64.43	28.70	30.30	28.67	65.23
28	27.94	72.40	30.00	33.63	68.12	37.30	27.18	68.36	28.70	27.40	68.36	28.90	31.23	29.04	69.31
29	29.62	55.12	30.40	35.56	56.30	38.10	28.54	53.42	29.00	28.76	53.42	29.20	31.68	30.62	54.57
30	28.37	61.54	29.50	33.50	62.86	36.10	28.32	59.94	29.30	28.54	59.94	29.50	31.10	29.68	61.07

Μέσος όρος	27.00	62.96	28.00	31.16	55.12	32.38	26.21	60.93	26.93	26.43	60.93	27.18	28.62	27.70	59.99
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 1 για τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε κατά 78% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης και κατά 22% θερμοκρασίες της κατηγορίας που υποδηλώνει ανυπαρξία θερμικής καταπόνησης. Να σημειωθεί ότι οι μετρήσεις των αισθητήρων για τον μήνα Ιούνιο ξεκίνησαν την ένατη ημέρα. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 1 σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (30.40 °C) και η ελάχιστη κατά την 9^η ημέρα (26.00°C).

Ο αισθητήρας 2, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων, κατέγραψε τις υψηλότερες θερμοκρασίες UTCI. Αυτό συνέβη λόγω έλλειψης πυκνής βλάστησης στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, από τις θερμοκρασίες UTCI που εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων που κατέγραψε ο αισθητήρας 2, το 54.55% των θερμοκρασιών αντιστοιχεί σε ισχυρή θερμική καταπόνηση, το 40.91% σε μέτρια θερμική καταπόνηση και το υπόλοιπο 4.54% δεν προκάλεσε καμία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 2 σημειώθηκε την 29^η ημέρα του μήνα (38.10 °C) και η ελάχιστη κατά την 9^η ημέρα του μήνα (25.70°C).

Ο αισθητήρας 3 κατά τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε κατά 68.18% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 31.8% δεν προκάλεσε καμία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 3 σημειώθηκε κατά την 30^η ημέρα του μήνα (29.30 °C) και η ελάχιστη κατά την 9^η ημέρα (25.20°C).

Ο αισθητήρας 5 κατά τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε κατά 77.27% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 22.73% δεν προκάλεσε καμία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 5 σημειώθηκε κατά την 30^η ημέρα του μήνα (29.50 °C) και η ελάχιστη κατά την 9^η ημέρα (25.40°C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI ολόκληρου του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούνιο παρατηρείται πως το 95.45% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 4.55% δε προκάλεσε καμία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούνιο σε ολόκληρο τον πράσινο χώρο καταγράφηκε την 29^η ημέρα (31.68°C) και η ελάχιστη την 9^η ημέρα (25.58°C).

Πίνακας 10. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουλίου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο

ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΧΩΡΟΣ															
Ιούλιος	Αισθητήρας 1			Αισθητήρας 2			Αισθητήρας 3			Αισθητήρας 5			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
1	28.59	65.29	30.10	33.25	70.41	37.10	27.56	65.09	28.90	27.78	65.09	29.10	31.30	29.30	66.47
2	32.50	44.13	32.80	37.56	50.46	39.90	30.98	45.57	31.10	31.20	45.57	31.40	33.80	33.06	46.43
3	29.03	59.67	30.20	35.25	63.66	39.10	28.10	60.54	29.10	28.32	60.54	29.30	31.93	30.18	61.10
4	28.48	71.11	30.60	32.81	75.45	37.40	27.07	75.21	29.20	27.29	75.21	29.50	31.68	28.91	74.25
5	30.22	52.70	30.90	35.88	64.17	40.20	28.86	56.95	29.70	29.08	56.95	29.90	32.68	31.01	57.69
6	30.17	57.84	31.40	35.63	58.01	38.60	28.59	61.01	29.70	28.81	61.01	30.00	32.43	30.80	59.47
7	31.09	46.86	31.40	36.69	47.52	38.30	30.06	43.93	30.00	30.28	43.93	30.10	32.45	32.03	45.56
8	30.82	54.97	31.80	35.31	55.03	37.60	29.89	49.68	30.20	30.11	49.68	30.50	32.53	31.53	52.34
9	29.51	46.10	29.50	33.63	61.19	36.20	28.43	49.01	28.50	28.65	49.01	28.80	30.75	30.05	51.33
10	28.54	54.53	29.10	33.13	57.61	35.00	28.10	53.26	28.50	28.32	53.26	28.70	30.33	29.52	54.67
11	30.27	41.99	30.00	36.00	42.49	36.90	30.22	43.70	30.10	30.44	43.70	30.30	31.83	31.73	42.97
12	29.62	62.50	31.20	34.56	63.79	37.90	28.59	59.79	29.60	28.81	59.79	29.80	32.13	30.40	61.47
13	31.47	46.08	31.80	37.56	47.33	39.50	30.60	42.86	30.40	30.82	42.86	30.70	33.10	32.61	44.78
14	33.42	39.66	33.50	40.38	38.14	41.90	32.23	37.83	31.90	32.45	37.83	32.10	34.85	34.62	38.37
15	34.02	39.17	34.20	39.88	39.08	41.40	33.42	39.17	33.50	33.64	39.17	33.70	35.70	35.24	39.15
16	30.82	63.10	32.70	35.94	66.70	40.80	30.44	64.67	32.30	30.66	64.67	32.60	34.60	31.96	64.79
17	30.93	36.53	30.40	35.88	59.20	39.10	30.55	38.39	30.00	30.77	38.39	30.30	32.45	32.03	43.13
18	31.85	43.37	32.00	36.75	44.13	38.00	29.68	45.36	29.60	29.90	45.36	29.90	32.38	32.05	44.56
19	32.06	46.92	32.60	36.94	50.68	39.10	30.44	51.21	31.00	30.66	51.21	31.30	33.50	32.52	50.01
20	31.20	60.28	32.80	36.63	52.88	39.00	30.33	47.72	30.50	30.55	47.72	30.80	33.28	32.18	52.15
21	36.41	24.70	35.80	42.50	25.20	43.00	34.78	32.51	34.50	35.00	32.51	34.70	37.00	37.17	28.73
22	33.15	41.99	33.40	38.69	44.22	40.50	31.58	46.03	31.90	31.80	46.03	32.20	34.50	33.80	44.57
23	36.24	30.01	36.00	42.50	31.38	43.60	34.83	29.37	34.30	35.05	29.37	34.50	37.10	37.16	30.03
24	32.39	38.90	32.20	37.06	66.51	42.90	31.68	49.79	32.30	31.90	49.79	32.60	35.00	33.26	51.25

25	32.77	33.85	32.30	38.13	34.35	38.70	31.63	37.86	31.30	31.85	37.86	31.50	33.45	33.59	35.98
26	38.36	24.42	38.10	43.25	34.84	45.10	37.27	24.92	36.80	37.49	24.92	37.00	39.25	39.09	27.28
27	32.55	32.78	31.90	37.44	54.81	40.70	31.68	49.91	32.40	31.90	49.91	32.60	34.40	33.39	46.85
28	30.98	40.51	30.70	37.81	44.35	39.40	30.06	46.23	30.10	30.28	46.23	30.40	32.65	32.28	44.33
29	29.51	60.02	30.70	34.82	73.21	39.30	28.54	67.74	30.20	28.76	67.74	30.50	32.68	30.41	67.18
30	30.55	56.95	31.70	35.88	55.54	38.40	28.81	59.74	29.80	29.03	59.74	30.10	32.50	31.07	57.99
31	31.47	42.15	31.40	37.25	46.39	38.90	30.38	36.69	29.70	30.60	36.69	29.90	32.48	32.43	40.48
Μέσος όρος	31.58	47.07	32.04	36.93	52.22	39.47	30.50	48.77	30.87	30.72	48.77	31.12	33.38	32.43	49.20

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 1 για μήνα Ιούλιο κατέγραψε κατά 58.06% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, κατά 38.71% θερμοκρασίες που προκαλούσαν ισχυρή θερμική καταπόνηση και κατά 3.23% θερμοκρασίες της κατηγορίας της πολύ ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 1 σημειώθηκε κατά την 26^η ημέρα του μήνα (38.10°C) και η ελάχιστη κατά την 10^η ημέρα (29.10°C).

Ο αισθητήρας 2, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων, κατέγραψε τις υψηλότερες θερμοκρασίες UTCI. Αυτό συνέβη λόγω έλλειψης πυκνής βλάστησης στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, από τις θερμοκρασίες UTCI που εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων που κατέγραψε ο αισθητήρας 2, το 25.81% των θερμοκρασιών αντιστοιχεί σε ισχυρή θερμική καταπόνηση, ενώ το 74.19% σε πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 2 σημειώθηκε την 26^η ημέρα του μήνα (45.10°C) και η ελάχιστη κατά την 10^η ημέρα του μήνα (35.00 °C).

Ο αισθητήρας 3 κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε κατά 77.5% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 22.59% αντιστοιχούσε σε θερμοκρασίες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 3 σημειώθηκε κατά την 26^η ημέρα του μήνα (36.80°C) και η ελάχιστη κατά την 9^η και τη 10^η ημέρα (28.50°C).

Ο αισθητήρας 5 κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε κατά 70.97% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 29.03% αντιστοιχούσε σε θερμοκρασίες που προκαλούν ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 5 σημειώθηκε κατά την 26^η ημέρα του μήνα (37.00 °C) και η ελάχιστη κατά την 10^η ημέρα (28.70°C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI ολόκληρου του πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούλιο παρατηρείται πως το 19.36% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, το 77.42% σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης και

μόλις το 3.23% σε πολύ έντονη καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούλιο σε ολόκληρο τον πράσινο χώρο καταγράφηκε την 26^η ημέρα (39.25 °C) και η ελάχιστη την 10^η ημέρα (30.33°C).

Πίνακας 11. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Αυγούστου για ολόκληρο τον πράσινο χώρο

ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΧΩΡΟΣ															
Αύγ.	Αισθητήρας 1			Αισθητήρας 2			Αισθητήρας 3			Αισθητήρας 5			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
1	30.11	63.32	31.80	35.31	64.27	39.20	29.08	64.91	30.60	29.30	64.91	30.90	33.13	30.95	64.35
2	30.93	63.19	32.80	36.63	64.80	41.80	29.79	61.02	31.20	30.01	61.02	31.50	34.33	31.84	62.51
3	32.39	51.14	33.40	37.88	53.15	41.00	30.98	53.17	31.80	31.20	53.17	32.10	34.58	33.11	52.66
4	31.74	59.30	33.40	36.38	66.29	41.60	30.22	59.37	31.50	30.44	59.37	31.80	34.58	32.19	61.08
5	31.58	55.02	32.80	37.88	56.91	41.90	30.98	50.53	31.60	31.20	50.53	31.80	34.53	32.91	53.25
6	30.87	48.85	31.30	36.75	56.89	40.10	29.84	46.29	29.90	30.06	46.29	30.10	32.85	31.88	49.58
7	30.17	53.23	31.50	35.44	56.93	38.10	28.86	56.04	29.60	29.08	56.04	29.90	32.28	30.89	55.56
8	29.35	69.17	31.50	34.69	69.86	39.30	28.21	70.13	30.10	28.43	70.13	30.40	32.83	30.17	69.82
9	29.41	54.02	30.10	34.56	55.22	36.60	28.05	59.64	28.90	28.27	59.64	29.20	31.20	30.07	57.13
10	29.30	53.47	29.90	35.50	53.55	37.60	27.78	55.16	28.30	28.00	55.16	28.50	31.08	30.15	54.34
11	29.08	56.20	29.90	33.69	62.98	36.60	27.99	50.17	28.10	28.21	50.17	28.40	30.75	29.74	54.88
12	29.41	51.77	29.90	34.38	53.81	36.20	27.67	54.08	28.10	27.89	54.08	28.30	30.63	29.84	53.44
13	28.32	62.44	29.50	33.56	66.57	36.90	27.34	61.50	28.30	27.56	61.50	28.50	30.80	29.20	63.00
14	29.62	60.39	27.70	34.81	63.43	38.20	27.94	63.45	29.10	28.16	63.45	29.40	31.10	30.13	62.68
15	29.84	64.92	31.70	34.63	66.44	38.50	27.94	60.04	28.90	28.16	60.04	29.10	32.05	30.14	62.86
16	30.49	63.64	32.30	35.31	63.87	39.00	28.59	62.66	29.80	28.81	62.66	30.10	32.80	30.80	63.21
17	30.38	67.06	32.60	34.94	66.79	39.00	28.81	67.96	30.60	29.03	67.96	30.80	33.25	30.79	67.44
18	30.49	69.72	33.10	36.06	66.70	41.00	29.84	54.38	30.60	30.06	54.38	30.80	33.88	31.61	61.30

19	30.55	62.58	32.20	35.63	66.16	40.20	29.57	50.22	29.90	29.79	50.22	30.20	33.13	31.38	57.30
20	30.11	58.81	31.40	35.31	60.84	38.40	28.59	55.93	29.20	28.81	55.93	29.50	32.13	30.71	57.88
21	30.93	60.20	32.50	35.50	62.80	39.10	28.75	62.24	30.00	28.97	62.24	30.30	32.98	31.04	61.87
22	30.49	63.57	32.30	35.13	64.06	38.90	28.81	65.31	30.40	29.03	65.31	30.60	33.05	30.86	64.56
23	30.55	67.70	32.90	35.13	68.79	39.80	28.75	69.02	30.70	28.97	69.02	31.00	33.60	30.85	68.63
24	31.31	55.24	32.40	36.25	56.27	39.10	29.95	49.13	30.30	30.17	49.13	30.50	33.08	31.92	52.44
25	31.85	50.19	32.60	42.13	48.42	46.50	30.65	43.78	30.60	30.87	43.78	30.80	35.13	33.87	46.54
26	31.85	52.17	32.80	40.13	49.57	43.50	30.22	49.83	30.60	30.44	49.83	30.80	34.43	33.16	50.35
27	31.36	53.92	32.40	39.13	54.81	43.20	29.41	52.33	29.90	29.63	52.33	30.20	33.93	32.38	53.35
28	31.09	54.92	32.20	38.81	75.70	51.80	29.24	56.73	30.10	29.46	56.73	30.30	36.10	32.15	61.02
29	34.02	42.34	34.40	41.44	41.16	43.70	32.39	37.84	32.10	32.61	37.84	32.30	35.63	35.11	39.80
30	30.49	50.76	31.10	39.94	53.99	44.30	29.24	50.92	29.50	29.46	50.92	29.80	33.68	32.28	51.65
Μέσος Όρος	30.60	57.98	31.81	36.43	60.37	40.37	29.18	56.46	30.01	29.40	56.46	30.26	33.11	31.40	57.82

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 1 για τον μήνα Αύγουστο κατέγραψε κατά 43,34% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης και κατά 56,66% θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία Ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 1 σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (34.40 °C) και η ελάχιστη κατά την 14^η ημέρα (27.7 °C).

Ο αισθητήρας 2, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων, κατέγραψε τις υψηλότερες θερμοκρασίες UTCI. Αυτό συνέβη λόγω έλλειψης πυκνής βλάστησης στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, από τις θερμοκρασίες UTCI που εξήχθησαν από την επεξεργασία των δεδομένων που κατέγραψε ο αισθητήρας 2, το 16.66.% των θερμοκρασιών αντιστοιχεί σε ισχυρή θερμική καταπόνηση, το 76.67% σε μέτρια θερμική καταπόνηση και το υπόλοιπο 6.67% των θερμοκρασιών αντιστοιχεί σε ακραία θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 2 σημειώθηκε την 28^η ημέρα του μήνα (51.8 °C) και η ελάχιστη κατά την 12^η ημέρα του μήνα (36.2 °C).

Ο αισθητήρας 3 κατά τον μήνα Αύγουστο κατέγραψε κατά 96.67% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 3.33% θερμοκρασίες που προκαλούν Ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 3 σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (32.10 °C) και η ελάχιστη κατά την 11^η και 12^η ημέρα (28.10°C).

Ο αισθητήρας 5 κατά τον μήνα Αύγουστο κατέγραψε κατά 93,33% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 6.67% των θερμοκρασιών προκαλούν Ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 5 σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (32.30 °C) και η ελάχιστη κατά την 11^η ημέρα (28.30°C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI ολόκληρου του πράσινου χώρου για τον μήνα Αύγουστο παρατηρείται πως το 80% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 20% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Αύγουστο σε ολόκληρο τον πράσινο χώρο καταγράφηκε την 29^η ημέρα (35.63 °C) και η ελάχιστη την 12^η ημέρα (30.63°C).

Ακολουθεί ο πίνακας με τις θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου από τον αισθητήρα 4, που τοποθετήθηκε στα 150 μέτρα έξω από τον πράσινο χώρο, και από τον μετεωρολογικό σταθμό του κέντρου των Χανίων (βλ. Πίνακας 12) ώστε να υπάρξουν συμπεράσματα για τον αστικό χώρο και να γίνει σύγκριση με τον πράσινο χώρο στη συνέχεια. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν με τη βοήθεια λογισμικού (21) από τις τιμές της μέγιστης θερμοκρασίας αέρα κάθε ημέρας του μήνα και από τις τιμές της σχετικής υγρασίας (RH%) των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών. Ένας μέσος όρος των ημερήσιων θερμοκρασιών UTCI για το σύνολο του αστικού χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα αυτού του πίνακα. Όμοιοι πίνακες για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο παρατίθενται ακολούθως (βλ. Πίνακας 13 και Πίνακας 14 αντίστοιχα).

Πίνακας 12. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουνίου για ολόκληρο τον αστικό χώρο

ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ									
Ιούνιος	Αισθητήρας 4			Μετεωρολογικός Σταθμός			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
9	25.50	57.21	25.90	26.40	57.21	26.90	26.40	25.95	57.21
10	25.82	59.99	26.40	29.40	59.99	30.50	28.45	27.61	59.99
11	26.10	62.65	26.90	27.30	62.65	28.30	27.60	26.70	62.65
12	27.02	63.74	28.10	26.40	63.74	27.30	27.70	26.71	63.74
13	29.30	58.90	30.30	27.40	58.90	28.10	29.20	28.35	58.90
14	29.41	55.22	30.20	26.30	55.22	26.60	28.40	27.86	55.22
15	30.00	50.22	30.40	28.60	50.22	28.80	29.60	29.30	50.22
16	29.03	65.16	30.60	29.10	65.16	30.70	30.65	29.07	65.16
17	27.56	54.41	27.90	28.20	54.41	28.70	28.30	27.88	54.41
18	28.21	58.44	29.00	26.30	58.44	26.80	27.90	27.26	58.44
19	29.84	49.86	30.10	26.80	49.86	26.70	28.40	28.32	49.86
20	30.49	47.71	30.70	27.80	47.71	27.70	29.20	29.15	47.71
21	31.41	46.85	31.70	29.10	46.85	29.00	30.35	30.26	46.85
22	31.03	46.07	31.30	29.70	46.07	29.70	30.50	30.37	46.07
23	32.23	50.77	33.10	29.00	50.77	29.30	31.20	30.62	50.77
24	34.40	39.81	34.60	29.60	39.81	29.10	31.85	32.00	39.81
25	32.50	39.60	32.40	29.90	39.60	29.40	30.90	31.20	39.60
26	31.03	56.08	32.20	29.10	56.08	29.90	31.05	30.07	56.08
27	31.09	60.18	32.70	28.80	60.18	29.90	31.30	29.95	60.18
28	32.23	48.17	32.90	29.10	48.17	29.20	31.05	30.67	48.17
29	32.61	50.24	33.50	31.60	50.24	32.30	32.90	32.11	50.24
30	31.52	50.84	32.20	28.90	50.84	29.10	30.65	30.21	50.84
Μέσος Όρος	29.92	53.28	30.60	28.40	53.28	28.82	29.71	29.16	53.28

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 για τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε κατά 59.09% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, κατά 36,36% θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής

θερμικής καταπόνησης και κατά 4.55% θερμοκρασίες της κατηγορίας που υποδηλώνει ανυπαρξία θερμικής καταπόνησης. Να σημειωθεί ότι οι μετρήσεις των αισθητήρων για τον μήνα Ιούνιο ξεκίνησαν την ένατη ημέρα. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 4 σημειώθηκε κατά την 24^η ημέρα του μήνα (34.60 °C) και η ελάχιστη κατά την 9^η ημέρα (25.90 °C).

Ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατά τον μήνα Ιούνιο κατέγραψε κατά 95.45% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 4.55% θερμοκρασίες που προκαλούν ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο Μετεωρολογικός Σταθμός σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (32.30 °C) και η ελάχιστη κατά την 14^η ημέρα (26.60 °C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούνιο παρατηρείται πως το 95.45% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 4.55% αντιστοιχεί σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούνιο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 29^η ημέρα (32.90 °C) και η ελάχιστη την 9^η ημέρα (26.4 °C).

Πίνακας 13. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Ιουλίου για ολόκληρο τον αστικό χώρο

ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ									
Ιούλιος	Αισθητήρας 4			Μετεωρολογικός Σταθμός			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
1	30.98	59.19	32.50	30.10	59.19	31.40	31.95	30.54	59.19
2	33.37	39.56	33.40	34.20	39.56	34.40	33.90	33.79	39.56
3	32.50	50.23	33.40	30.90	50.23	31.50	32.45	31.70	50.23
4	31.14	57.44	32.40	29.90	57.44	30.90	31.65	30.52	57.44
5	33.58	49.70	34.60	31.30	49.70	31.90	33.25	32.44	49.70
6	35.43	44.35	36.40	32.30	44.35	32.60	34.50	33.87	44.35
7	36.24	39.49	36.80	32.90	39.49	32.80	34.80	34.57	39.49
8	34.24	51.98	35.70	32.40	51.98	33.40	34.55	33.32	51.98
9	33.10	48.22	33.90	31.00	48.22	31.40	32.65	32.05	48.22
10	33.64	48.01	34.60	30.10	48.01	30.40	32.50	31.87	48.01
11	34.34	44.64	35.00	32.20	44.64	32.50	33.75	33.27	44.64
12	32.50	45.60	32.90	31.20	45.60	31.40	32.15	31.85	45.60
13	34.56	40.19	34.90	32.70	40.19	32.70	33.80	33.63	40.19
14	38.63	35.65	39.40	35.70	35.65	35.80	37.60	37.17	35.65
15	38.47	36.47	39.30	36.40	36.47	36.80	38.05	37.44	36.47
16	34.56	62.68	37.70	32.80	62.68	35.20	36.45	33.68	62.68
17	33.86	51.33	35.20	33.40	51.33	34.60	34.90	33.63	51.33
18	35.43	40.63	36.00	33.20	40.63	33.30	34.65	34.32	40.63
19	36.68	39.20	37.40	33.20	39.20	33.20	35.30	34.94	39.20
20	36.95	36.63	37.40	32.90	36.63	32.60	35.00	34.93	36.63
21	36.57	52.72	36.60	36.90	52.72	39.30	37.95	36.74	52.72
22	35.16	52.16	37.00	34.20	52.16	35.70	36.35	34.68	52.16
23	37.65	34.82	38.10	38.20	34.82	38.70	38.40	37.93	34.82

24	38.03	47.42	40.10	35.10	47.42	36.30	38.20	36.57	47.42
25	34.24	50.00	35.50	34.30	50.00	35.60	35.55	34.27	50.00
26	38.36	32.98	38.70	41.70	32.98	42.80	40.75	40.03	32.98
27	35.92	40.31	36.60	35.60	40.31	36.20	36.40	35.76	40.31
28	36.19	35.95	36.40	32.40	35.95	31.90	34.15	34.30	35.95
29	33.42	47.71	34.20	31.10	47.71	31.40	32.80	32.26	47.71
30	36.51	34.69	36.70	31.80	34.69	31.20	33.95	34.16	34.69
31	33.69	46.69	34.40	33.40	46.69	34.10	34.25	33.55	46.69
Μέσος Όρος	35.03	45.05	35.91	33.34	45.05	33.94	34.92	34.18	45.05

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 για τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε κατά 83.87% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης και κατά 16.13% θερμοκρασίες που αντιστοιχούν σε πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 4 σημειώθηκε κατά την 24^η ημέρα του μήνα (40.10 °C) και η ελάχιστη κατά την 4^η ημέρα (32.40°C).

Ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατά τον μήνα Ιούλιο κατέγραψε κατά 32.25% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, κατά 58.06 % θερμοκρασίες που προκαλούν ισχυρή θερμική καταπόνηση και κατά 9.68% θερμοκρασίες που προκαλούν πολύ έντονη θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο Μετεωρολογικός Σταθμός σημειώθηκε κατά την 26^η ημέρα του μήνα (42.80 °C) και η ελάχιστη κατά την 12^η ημέρα (30.40°C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Ιούλιο παρατηρείται πως το 80.65% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης, το 12.9% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 6.45% αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Ιούλιο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 26^η ημέρα (40.75°C) και η ελάχιστη την 4^η ημέρα (31.65°C).

Πίνακας 14. Θερμοκρασίες UTCI για κάθε ημέρα του μήνα Αυγούστου για ολόκληρο τον αστικό χώρο

ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ									
Αύγουστος	Αισθητήρας 4			Μετεωρολογικός Σταθμός			Μέση UTCI	Μέση Μέγιστη Θερμοκρασία αέρα	Μέση RH
	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία αέρα (°C)	RH %	UTCI (°C)			
1	33.80	51.82	35.10	30.70	51.82	31.30	33.20	32.25	51.82
2	36.13	42.22	37.00	32.40	42.22	32.50	34.75	34.27	42.22
3	34.24	45.34	35.00	34.30	45.34	35.10	35.05	34.27	45.34
4	35.86	43.52	36.80	33.80	43.52	34.30	35.55	34.83	43.52
5	37.11	40.42	38.00	33.60	40.42	33.80	35.90	35.36	40.42
6	32.12	54.58	33.30	32.90	54.58	34.30	33.80	32.51	54.58
7	33.58	47.50	34.40	31.30	47.50	31.70	33.05	32.44	47.50
8	33.10	50.25	34.10	30.80	50.25	31.40	32.75	31.95	50.25
9	31.58	52.35	32.50	30.10	52.35	30.70	31.60	30.84	52.35

10	31.96	46.90	32.40	29.90	46.90	30.00	31.20	30.93	46.90
11	30.27	52.24	30.90	30.30	52.24	30.90	30.90	30.29	52.24
12	30.17	49.32	30.50	30.10	49.32	30.40	30.45	30.14	49.32
13	29.30	58.15	30.30	29.50	58.15	30.50	30.40	29.40	58.15
14	30.33	61.39	31.90	30.80	61.39	32.40	32.15	30.57	61.39
15	30.49	54.98	31.40	30.30	54.98	31.10	31.25	30.40	54.98
16	31.52	50.23	32.20	31.60	50.23	32.30	32.25	31.56	50.23
17	31.58	62.23	33.50	31.60	62.23	33.60	33.55	31.59	62.23
18	32.99	49.40	33.90	32.60	49.40	33.40	33.65	32.80	49.40
19	32.99	47.47	33.70	32.80	47.47	33.50	33.60	32.90	47.47
20	31.25	51.98	32.00	31.30	51.98	32.00	32.00	31.28	51.98
21	31.36	57.47	32.70	31.60	57.47	33.00	32.85	31.48	57.47
22	31.36	55.64	32.50	31.20	55.64	32.30	32.40	31.28	55.64
23	31.03	53.00	31.90	31.50	53.00	32.50	32.20	31.27	53.00
24	32.01	49.71	32.70	32.90	49.71	33.80	33.25	32.46	49.71
25	32.61	42.18	32.80	33.90	42.18	34.30	33.55	33.26	42.18
26	32.12	53.99	33.30	33.20	53.99	34.60	33.95	32.66	53.99
27	32.50	45.05	32.90	32.60	45.05	33.00	32.95	32.55	45.05
28	31.31	53.78	32.20	32.00	53.78	33.10	32.65	31.66	53.78
29	34.34	39.48	34.50	36.80	39.48	37.50	36.00	35.57	39.48
30	31.52	48.71	32.00	32.20	48.71	32.80	32.40	31.86	48.71
Μέσος Όρος	32.35	50.38	33.21	31.95	50.38	32.74	32.98	32.15	50.38

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ο αισθητήρας 4 για τον μήνα Αύγουστο κατέγραψε κατά 20% θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης και κατά 80% θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο αισθητήρας 4 σημειώθηκε κατά την 5^η ημέρα του μήνα (38.00 °C) και η ελάχιστη κατά την 13^η ημέρα (30.30°C).

Ο Μετεωρολογικός Σταθμός κατά τον μήνα Αύγουστο κατέγραψε κατά 30% θερμοκρασίες UTCI που προκαλούν μέτρια θερμική καταπόνηση, ενώ το υπόλοιπο 70% θερμοκρασίες που προκαλούν Ισχυρή θερμική καταπόνηση. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI που κατέγραψε ο Μετεωρολογικός Σταθμός σημειώθηκε κατά την 29^η ημέρα του μήνα (37.50 °C) και η ελάχιστη κατά την 10^η ημέρα (30.00°C).

Τέλος, από τον υπολογισμό του μέσου όρου των θερμοκρασιών UTCI του αστικού χώρου για τον μήνα Αύγουστο παρατηρείται πως το 20% των μετρήσεων αντιστοιχεί σε συνθήκες μέτριας θερμικής καταπόνησης, ενώ το υπόλοιπο 80% αντιστοιχεί σε συνθήκες ισχυρής θερμικής καταπόνησης. Η μέγιστη θερμοκρασία UTCI για τον μήνα Αύγουστο στον αστικό χώρο καταγράφηκε την 29^η ημέρα (36.00°C) και η ελάχιστη την 13^η ημέρα (30.40°C).

Εν συνεχεία, παρουσιάζεται ο πίνακας με τους μέσους όρους των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο από τους αισθητήρες 1,2,3 και 5 που τοποθετήθηκαν μέσα στον πράσινο χώρο του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν υπολογίζοντας τους μέσους όρους από τις μέγιστες θερμοκρασίες ανά ημέρα που κατέγραψαν οι αισθητήρες κατά τη διάρκεια

ολόκληρης της θερινής περιόδου. Ένας μέσος όρος για το σύνολο του πράσινου χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα αυτού του πίνακα. (βλ. Πίνακας 15)

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

	UTCI (°C)				
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Αισθητήρας 3	Αισθητήρας 5	Πράσινος χώρος- μέσος όρος
Ιούνιος	28.00	32.30	26.90	27.10	28.58
Ιούλιος	32.00	34.90	30.80	31.10	32.20
Αύγουστος	31.80	40.00	30.00	30.20	33.00
Μέσος Όρος	30.60	35.73	29.23	29.47	31.26

Παρατηρείται πως, για όλους τους μήνες, οι αισθητήρες του πράσινου χώρου κατέγραψαν κατά 75% μέσες θερμοκρασίες UTCI που αντιστοιχούν στην κατηγορία της μέτριας θερμικής καταπόνησης, κατά 16,67% θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής καταπόνησης και κατά 8.33% σε θερμοκρασίες πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.

Ο αισθητήρας 2, για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο κατέγραψε κατά 66.7% μέσες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία της ισχυρής θερμικής καταπόνησης με το υπόλοιπο 33.3% που αντιστοιχεί στον μήνα Αύγουστο να φτάνει σε μέση θερμοκρασία UTCI της κατηγορίας της πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 2 συνέβαλλαν στην αύξηση των μέσων όρων των θερμοκρασιών και για ολόκληρο τον πράσινο χώρο ιδιαίτερα κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο όπου σε όλους τους αισθητήρες όπως και αναμενόταν καταγράφηκαν οι πιο υψηλές θερμοκρασίες της θερινής περιόδου.

Αξίζει να σημειωθεί πως στον πράσινο χώρο, με εξαίρεση τον αισθητήρα 2, σε όλους τους αισθητήρες παρατηρείται μια μέτρια θερμική καταπόνηση για ολόκληρο το καλοκαίρι.

Όπως σχολιάζεται παραπάνω οι υψηλότερες θερμοκρασίες UTCI καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 2, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στην παιδική χαρά του Δημοτικού Κήπου Χανίων. Αυτό συνέβη λόγω της έλλειψης πυκνής βλάστησης στο σημείο.

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 του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν υπολογίζοντας 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. Ένας μέσος όρος για το σύνολο του πράσινου χώρου υπολογίστηκε και προστέθηκε επίσης στα αποτελέσματα αυτού του πίνακα (βλ. Πίνακας 16).

Πίνακας 16. Μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο για τους αισθητήρες του αστικού χώρου

	UTCI (°C)		
	Αισθητήρας 4	Μετεωρολογικός Σταθμός	Αστικός χώρος- μέσος όρος
Ιούνιος	30.60	27.80	29.20
Ιούλιος	35.90	33.80	34.85
Αύγουστος	33.20	32.70	32.95
Μέσος Όρος	33.23	31.43	32.33

Παρατηρείται πως οι αισθητήρες του αστικού χώρου (α- αισθητήρας 4 ο οποίος τοποθετήθηκε σε απόσταση 150 μέτρων από τον πράσινο χώρο, β- 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 υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 4. Οι διαφορές με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του Μετεωρολογικού Σταθμού είναι μικρές και δικαιολογούνται από το γεγονός ότι λόγω ελλείψεως χώρου ο αισθητήρας 4 τοποθετήθηκε σε εξωτερικό τοίχο κτιρίου και όχι στο ελεύθερο περιβάλλον.

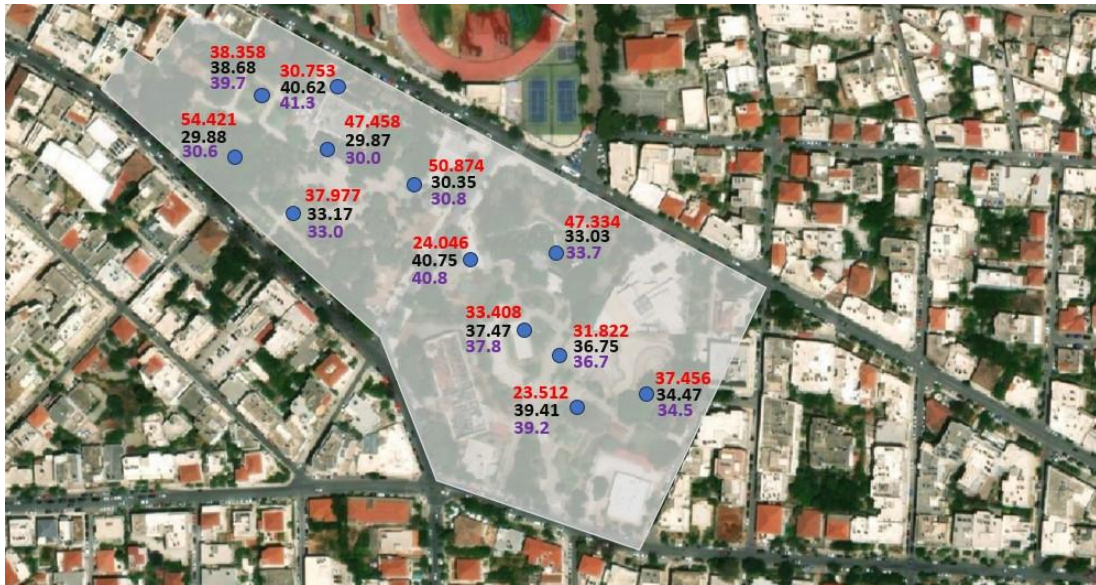
Είναι σημαντικό να γίνει η σύγκριση των θερμοκρασιών UTCI, που υπολογίστηκαν από επεξεργασία των δεδομένων με χρήση του λογισμικού για τον υπολογισμό των θερμοκρασιών UTCI (21), μεταξύ του πράσινου και του αστικού χώρου. Όπως προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες των μέσων όρων θερμοκρασιών UTCI για τους αισθητήρες του πράσινου χώρου και τους αισθητήρες του αστικού χώρου για ολόκληρη την θερινή περίοδο (βλ. Πίνακας 15 και Πίνακας 16 αντίστοιχα), το ποσοστό των θερμοκρασιών μέτριας καταπόνησης του πράσινου χώρου είναι 75% ενώ το αντίστοιχο του αστικού χώρου 33.30%. Το ποσοστό των θερμοκρασιών ισχυρής καταπόνησης για τον πράσινο χώρο είναι 16.67% ενώ για τον αστικό 66.70%. Εξάιρεση αποτελεί ένα ποσοστό 8.33% θερμοκρασιών πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης που καταγράφηκε τον μήνα Αύγουστο από τον αισθητήρα 2, ο οποίος τοποθετήθηκε στον χώρο της παιδικής χαράς του Δημοτικού Κήπου Χανίων που χαρακτηρίζεται από έλλειψη πυκνής βλάστησης.

3.1.3(ii) Αποτελέσματα από τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό

Σε αυτήν την ενότητα παρατίθενται οκτώ χάρτες (βλ. Εικόνα 44, Εικόνα 45, Εικόνα 46, Εικόνα 47, Εικόνα 48, Εικόνα 49, Εικόνα 50 και Εικόνα 51), οι οποίοι αντιστοιχούν ο κάθε ένας σε έναν από τους τέσσερις κύκλους μετρήσεων που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια των δύο ημερών με ακραίες θερμοκρασίες (καύσωνας) που πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση των θερμοκρασιών στον πράσινο χώρο (15 και 16 Ιουλίου). Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται, σχολιάζονται και συγκρίνονται στην συγκεκριμένη ενότητα και αφορούν τη διακύμανση των θερμοκρασιών UTCI προέκυψαν από την επεξεργασία των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό στα επιλεγμένα σημεία, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που περιεγράφηκε στην ενότητα 2.6.3. Οι παρακάτω χάρτες περιλαμβάνουν τις τιμές των θερμοκρασιών του αέρα που καταγράφηκαν σε κάθε σημείο μέτρησης, τις τιμές της σχετικής υγρασίας (%RH) σε κάθε σημείο, καθώς και την τιμή της θερμοκρασίας UTCI. Για την ευκολία της ανάγνωσης των αποτελεσμάτων να αναφερθεί πως με μαύρο χρώμα σημειώνονται οι μετρήσεις της θερμοκρασίας αέρα που καταγράφηκαν στα σημεία, με κόκκινο χρώμα οι τιμές της σχετικής υγρασίας (%RH) και με μοβ χρώμα οι τιμές των θερμοκρασιών UTCI. Μετά από την παρουσίαση των τεσσάρων χαρτών της κάθε ημέρας ακολουθεί ο αντίστοιχος σχολιασμός των αποτελεσμάτων της.

Παρουσιάζονται οι χάρτες με τα αποτελέσματα των μετρήσεων της πρώτης ημέρας (15 Ιουλίου) (βλ. Εικόνα 44, Εικόνα 45, Εικόνα 46, Εικόνα 47) και ακολουθεί ο σχολιασμός τους. Για τη διευκόλυνση της κατανόησης του σχολιασμού των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν για κάθε ένα από τα σημεία μέτρησης πίνακες οι οποίοι καταγράφουν για τον κάθε κύκλο μετρήσεων της ημέρας τη θερμοκρασία UTCI του σημείου και την ύπαρξη ή όχι ηλιοφάνειας στο σημείο. Επιπροσθέτως, στους πίνακες αυτούς καταγράφεται το είδος του εδάφους (βλ. Πίνακας 17, Πίνακας 18, Πίνακας 19, Πίνακας 20, Πίνακας 21, Πίνακας 22, Πίνακας 23, Πίνακας 24, Πίνακας 25, Πίνακας 26, Πίνακας 27 και Πίνακας 28).

Για την πρώτη ημέρα μετρήσεων (15 Ιουλίου) κατά τον πρώτο κύκλο μετρήσεων (8-10 π.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 44)



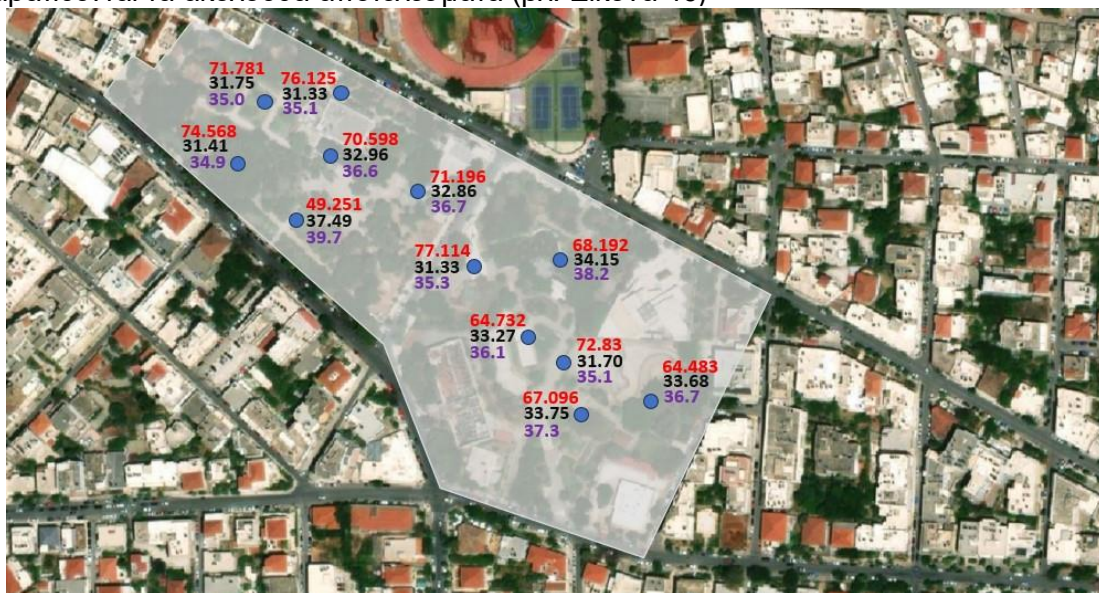
Εικόνα 44. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 8-10 π.μ. για τις 15 Ιουλίου

Για την πρώτη ημέρα μετρήσεων (15 Ιουλίου) κατά τον δεύτερο κύκλο μετρήσεων (1-3 μ.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 45)



Εικόνα 45. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 1-3 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου

Για την πρώτη ημέρα μετρήσεων (15 Ιουλίου) και τον τρίτο κύκλο μετρήσεων (5-7 μ.μ.) παρατίθενται τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 46)



Εικόνα 46. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 5-7 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου

Για την πρώτη ημέρα μετρήσεων (15 Ιουλίου) και τον τέταρτο κύκλο μετρήσεων (7-9 μ.μ.) παρατίθενται τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 47)



Εικόνα 47. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 7-9 μ.μ. για τις 15 Ιουλίου

Πίνακας 17. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 1 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 1									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		33		36,9		39,7		34	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ- 3μμ (36,9 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (39,7 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (33 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (39,7 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή και υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο. Στην ζώνη 7μμ–9μμ παρουσιάζεται μία ελαφρώς μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτήν της ζώνης 8πμ-10πμ και αυτό οφείλεται στην επιπλέον θερμοκρασία ακτινοβολίας από το είδος του εδάφους.

Πίνακας 18. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 2 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 2									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		30		34,6		36,6		33,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 2, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (34,6 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (36,6 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (30 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (33,8 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη. Στην ζώνη 7μμ–9μμ παρουσιάζεται μία μεγαλύτερη κατά 3,8 °C θερμοκρασία από αυτήν της ζώνης 8πμ-10πμ και αυτό οφείλεται στην επιπλέον θερμοκρασία ακτινοβολίας από το είδος του εδάφους.

Πίνακας 19. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 3 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 3									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων -Ωρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		30,8		40,1		36,7		33,7	
Κατηγορία καταπόνησης		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 3, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ- 3μμ (40,1 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (36,7 °C), με μεγαλύτερη αυτήν της ζώνης 1μμ–3μμ λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές

εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (30,8 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (33,7 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή και υπάρχει μεγαλύτερη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο. Στην ζώνη 7μμ-9μμ παρουσιάζεται μία μεγαλύτερη κατά 2,9 °C θερμοκρασία από αυτήν της ζώνης 8πμ-10πμ.

Πίνακας 20. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 4 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 4									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		30,6		35,1		34,9		33,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 4, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (35,1 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (34,9 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (30,6 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (33,8 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη. Στην ζώνη 7μμ-9μμ παρουσιάζεται μία μεγαλύτερη κατά 3,2 °C θερμοκρασία από αυτήν της ζώνης 8πμ-10πμ.

Πίνακας 21. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 5 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 5									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Γρασίδι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		39,7		37,9		35		33,6	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 5, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (39,7 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (37,9 °C). Οι θερμοκρασίες αυτές είναι παραπλήσιες με αυτές του σταθερού αισθητήρα που είχε τοποθετηθεί πλησίον του σημείου που έγινε η μέτρηση με τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (35 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (33,6 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες ήταν μεγάλη η έκθεση του σημείου στον ήλιο και η θερμοκρασία του αέρα ήταν υψηλή, ενώ τις απογευματινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα ήταν χαμηλότερη και η έκθεση του σημείου στον ήλιο μικρή.

Πίνακας 22. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 6 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 6									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Κύβοι από τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		41,3		35		35,1		33,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 6, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (41,3 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (35,1 °C), με μεγαλύτερη αυτή της πρωινής ζώνης λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης του σημείου στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (35 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (33,8 °C), λόγω της μικρής έκθεσης στον ήλιο.

Πίνακας 23. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 7 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 7									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		33,7		41,1		38,2		33,7	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 7, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (41,1 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (38,2 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (33,7 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (33,7 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή και υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Πίνακας 24. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 8 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 8									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Μωσαικό	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		37,8		38,9		36,1		33,5	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 8, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (37,8 °C) και στην ζώνη 1μμ–3μμ (38,9 °C) κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο και υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (36,1 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (33,5 °C) κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και η έκθεση στον ήλιο είναι μικρότερη.

Πίνακας 25. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 9 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 9									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Γρασίδι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		36,7		38,7		35,1		32,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 9, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (36,7 °C) και στην ζώνη 1μμ–3μμ (38,7 °C) κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο και υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (35,1 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (32,8 °C) κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Πίνακας 26. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 10 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 10									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Κύβοι από τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		34,5		34,7		36,7		33,6	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 10, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (34,7 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (39,7 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (33 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (36,7 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Όσον αφορά την ζώνη 5μμ-7μμ υπάρχει μεγαλύτερη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο. Στην ζώνη 7μμ–9μμ παρουσιάζεται μία ελαφρώς μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτήν της ζώνης 8πμ-10πμ και αυτό οφείλεται στην επιπλέον θερμοκρασία ακτινοβολίας από το είδος του εδάφους.

Πίνακας 27. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 11 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 11									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Χαλίκι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		39,2		36,6		37,3		32,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 11, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (39,2 °C) και στην ζώνη 5μμ–7μμ (37,3 °C) με μεγαλύτερη αυτή της πρωινής ζώνης λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης του σημείου στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (36,6 °C) και στην ζώνη 7μμ–9μμ (32,8 °C), λόγω της μικρής έκθεσης στον ήλιο.

Πίνακας 28. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 12 για τις 15 Ιουλίου

Σημείο 12									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
15.07.2023	Μαρμάρινες πλάκες	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ-7μμ	Σκιά	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		40,8		39,9		35,3		32,4	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 12, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (40,8 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (39,9 °C) κατά την διάρκεια των οποίων η έκθεση στον ήλιο ήταν μεγάλη. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (35,3 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (32,4 °C) κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και η μικρότερη έκθεση στον ήλιο.

Για το σύνολο των σημείων, στην ζώνη των ωρών 8πμ-10πμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 41,3 °C παρατηρείται στο σημείο 6 ενώ η μικρότερη 30 °C στο σημείο 2. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 8πμ-10πμ είναι 35,67 °C. Στην ζώνη των ωρών 1μμ-3μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 41,1°C παρατηρείται στο σημείο 7 ενώ η μικρότερη 34,6 °C στο σημείο 2. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 37,46 °C. Στην ζώνη των ωρών 5μμ-7μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 39,7 °C παρατηρείται στο σημείο 1 ενώ η μικρότερη 34,9 °C στο σημείο 4. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 36,39 °C. Και τέλος, στην ζώνη των ωρών 7μμ-9μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 34° C παρατηρείται στο σημείο 1 ενώ η μικρότερη 32,4 °C στο σημείο 12. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 33,46 °C.

Καθοριστικό ρόλο για τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες, όπως προκύπτει και από τους παραπάνω επισυναπτόμενους πίνακες, παίζει η μεγάλη ή μη έκθεση του σημείου στον ήλιο που καθορίζει την θερμοκρασία του αέρα, καθώς και το είδος του εδάφους εάν αυτό είναι τσιμέντο, χώμα, μαρμάρινες πλάκες, γρασίδι ή μωσαϊκό.

Οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών UTCI επιβεβαιώνουν ότι στις ζώνες 1μμ-3μμ και 5μμ-7μμ (μεσημεριανές και απογευματινές ώρες) η θερμοκρασία UTCI είναι υψηλή με την υψηλότερη να εντοπίζεται στην ζώνη 1μμ-3μμ και να αποκλιμακώνεται στην ζώνη 7μμ-9μμ (βραδινές ώρες). Το παραπάνω επιβεβαιώνεται ως εξής:

- Για την ζώνη 8πμ-10πμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 41,67%, ένα ποσοστό Μέτριας καταπόνησης τάξεως του 25% και ένα ποσοστό Πολύ έντονης καταπόνησης της τάξεως του 33,33%.
- Για την ζώνη 1μμ-3μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 58,34% και ένα ποσοστό Πολύ έντονης καταπόνησης της τάξεως του 41,66%.
- Για την ζώνη 5μμ-7μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 91,67% και ένα ποσοστό Πολύ έντονης καταπόνησης της τάξεως του 8,3%.
- Για την ζώνη 7μμ-9μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 100%.

Ακολουθούν τα ποσοστά που αντιστοιχούν στις κατηγορίες θερμικής καταπόνησης για κάθε σημείο μέτρησης για το σύνολο των κύκλων μετρήσεων της πρώτης ημέρας:

- Το σημείο 1 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 2 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.

- Το σημείο 3 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων, ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 4 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 5 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 6 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 7 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 8 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 9 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 10 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 100% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων.
- Το σημείο 11 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 12 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα Ποσοστό 25% πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.

Συνολικά, για την συγκεκριμένη ημέρα και για το σύνολο των σημείων καθ' όλη την διάρκεια των κύκλων μέτρησης εμφανίζεται ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων, ένα ποσοστό 18,75 % Πολύ έντονων θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 6,25 % Μέτριων θερμικών καταπονήσεων.

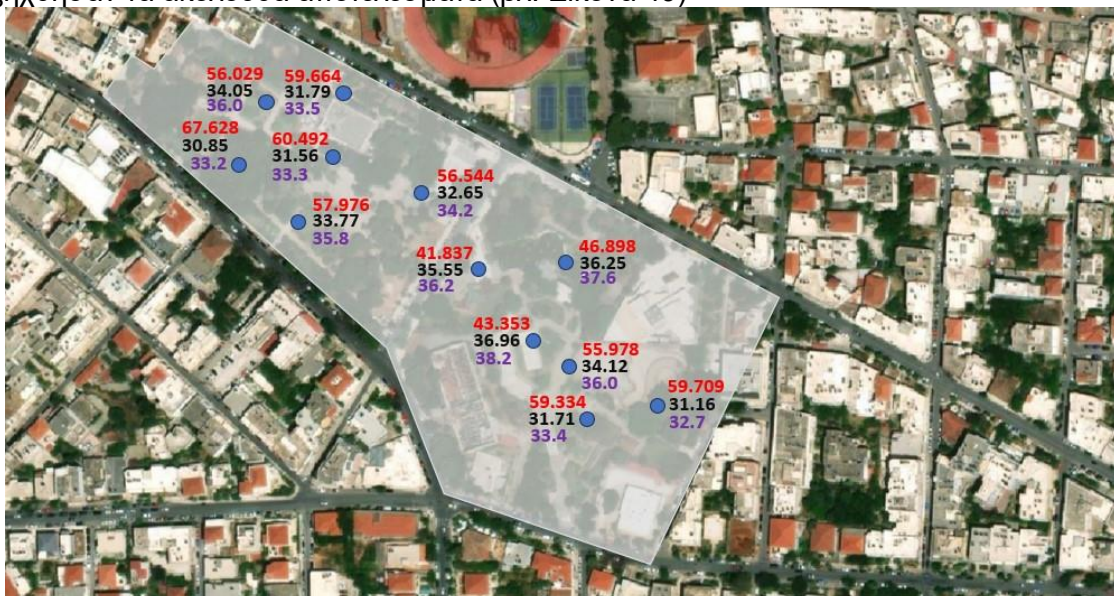
Εν συνεχεία, παρουσιάζονται οι χάρτες με τα αποτελέσματα των μετρήσεων της δεύτερης ημέρας (16 Ιουλίου) (βλ. Εικόνα 48, Εικόνα 49, Εικόνα 50 και Εικόνα 51) και ακολουθεί ο σχολιασμός τους. Για τη διευκόλυνση της κατανόησης του σχολιασμού των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν, και πάλι, για κάθε ένα από τα σημεία μέτρησης πίνακες οι οποίοι καταγράφουν για τον κάθε κύκλο μετρήσεων της ημέρας τη θερμοκρασία UTCI του σημείου και την ύπαρξη ή όχι ηλιοφάνειας στο σημείο. Επιπροσθέτως, στους πίνακες αυτούς καταγράφεται το είδος του εδάφους (βλ. Πίνακας 29, Πίνακας 30, Πίνακας 31, Πίνακας 32, Πίνακας 33, Πίνακας 34, Πίνακας 35, Πίνακας 36, Πίνακας 37, Πίνακας 38, Πίνακας 39 και Πίνακας 40).

Για την δεύτερη ημέρα μετρήσεων (16 Ιουλίου) κατά τον πρώτο κύκλο μετρήσεων (8-10 μ.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 48)



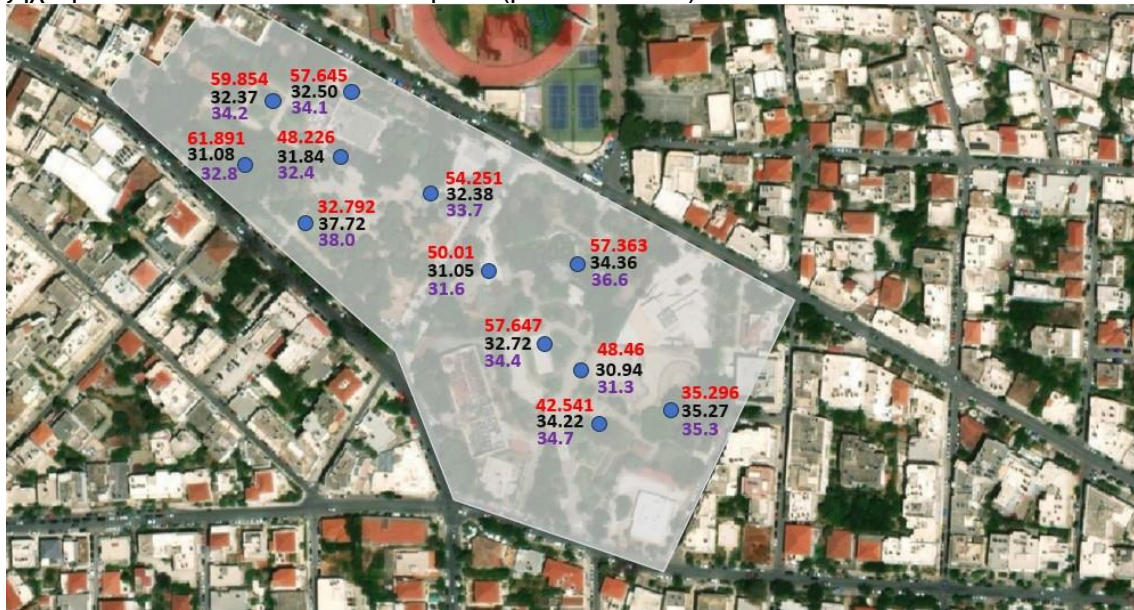
Εικόνα 48. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 8-10 π.μ. για τις 16 Ιουλίου

Για την δεύτερη ημέρα μετρήσεων (16 Ιουλίου) κατά τον δεύτερο κύκλο μετρήσεων (1-3 μ.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 49)



Εικόνα 49. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 1-3 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου

Για την δεύτερη ημέρα μετρήσεων (16 Ιουλίου) κατά τον τρίτο κύκλο μετρήσεων (5-7 μ.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 50)



Εικόνα 50. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 5-7 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου

Για την δεύτερη ημέρα μετρήσεων (16 Ιουλίου) κατά τον τέταρτο κύκλο μετρήσεων (7-9 μ.μ.) εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (βλ. Εικόνα 51)



Εικόνα 51. Θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και θερμοκρασία UTCI στο διάστημα 7-9 μ.μ. για τις 16 Ιουλίου

Πίνακας 29. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 1 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 1									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ-7μμ	Ήλιος	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		35		35,8		38		31,4	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 1, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (35,8 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (38 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (35 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (31,4 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή και υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Πίνακας 30. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 2 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 2									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ-7μμ	Σκιά	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		32		33,3		32,4		31,2	
Κατηγορία καταπόνησης		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 2, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (33,3 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (32,4 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (32 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (31,2 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη.

Πίνακας 31. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 3 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 3									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ-7μμ	Σκιά	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		35,1		34,2		33,7		31,6	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 3, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (35,1 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (34,2 °C), κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο κατά τις ώρες 8πμ-10πμ και υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (33,7 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (31,6 °C), κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και η έκθεση στον ήλιο είναι μικρότερη.

Πίνακας 32. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 4 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 4									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		31,7		33,2		32,8		30,9	
Κατηγορία καταπόνησης		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 4, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (33,2 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (32,8 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (31,7 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30,9 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη.

Πίνακας 33. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 5 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 5									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Γρασίδι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		36,9		36		34,2		29,9	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 5, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (36,9 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (36 °C). Οι θερμοκρασίες αυτές είναι παραπλήσιες με αυτές του σταθερού αισθητήρα που είχε τοποθετηθεί πλησίον του σημείου που έγινε η μέτρηση με τον φορητό τριποδικό μετεωρολογικό σταθμό. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (34,2 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (29,9 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες ήταν μεγάλη η έκθεση του σημείου στον ήλιο και η θερμοκρασία του αέρα ήταν υψηλή, ενώ τις απογευματινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα ήταν χαμηλότερη και η έκθεση του σημείου στον ήλιο μικρή.

Πίνακας 34. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 6 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 6									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Κύβοι από τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		39,8		33,5		34,1		30,4	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 6, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (39,8 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (34,1 °C), με μεγαλύτερη αυτή της πρωινής ζώνης λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης του σημείου στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (33,5 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30,4 °C), λόγω της μικρής έκθεσης στον ήλιο.

Πίνακας 35. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 7 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 7									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Χώμα	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Ηλιος	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		33,6		37,6		36,6		30,8	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 7, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (37,6 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (36,6 °C). Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (33,76°C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30,8 °C). Το προαναφερθέν δικαιολογείται καθώς κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή και υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο, ενώ τις πρωινές και βραδινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Πίνακας 36. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 8 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 8									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Μωσαικό	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ηλιος	5μμ -7μμ	Ήλιος	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		39,5		38,2		34,4		30	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 8, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (39,5 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (38,2 °C), κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο και κατά συνέπεια υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (34,4 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30 °C), κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και η έκθεση στον ήλιο είναι μικρότερη.

Πίνακας 37. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 9 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 9									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Γρασίδι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ηλιος	5μμ -7μμ	Σκιά	7μμ -9μμ	Σκιά
UTCI		37,6		36		31,3		29,7	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 9, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (37,6 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (36 °C), κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο και κατά συνέπεια υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (31,3 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (29,7 °C), κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Πίνακας 38. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 10 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 10									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Κύβοι από τσιμέντο	8 πμ-10 πμ	Σκιά	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ-7μμ	Ήλιος	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		32,8		32,7		35,3		30,3	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 10, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (32,8 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (35,3 °C), με μεγαλύτερη αυτή της ζώνης 5μμ-7μμ λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης του σημείου στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (32,7 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30,3 °C), λόγω της μικρής έκθεσης στον ήλιο.

Πίνακας 39. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 11 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 11									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Χαλίκι	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Σκιά	5μμ-7μμ	Σκιά	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		37,8		33,4		34,7		30	
Κατηγορία καταπόνησης		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 11, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ-10πμ (37,8 °C) και στην ζώνη 5μμ-7μμ (34,7 °C), με μεγαλύτερη αυτή της ζώνης 8πμ-10πμ λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης του σημείου στον ήλιο. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 1μμ-3μμ (33,4 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (30 °C), λόγω της μικρής έκθεσης στον ήλιο.

Πίνακας 40. Καταγραφές για το σημείο μέτρησης 12 για τις 16 Ιουλίου

Σημείο 12									
Ημερομηνία	Είδος Εδάφους	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά	Κύκλος μετρήσεων - Ώρα	Ήλιος / Σκιά
16.07.2023	Μαρμάρινες πλάκες	8 πμ-10 πμ	Ήλιος	1 μμ-3μμ	Ήλιος	5μμ-7μμ	Σκιά	7μμ-9μμ	Σκιά
UTCI		38,4		36,2		31,6		29,9	
Κατηγορία καταπόνησης		Πολύ έντονη θερμική καταπόνηση		Ισχυρή θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση		Μέτρια θερμική καταπόνηση	

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, στο σημείο μέτρησης 12, οι μέγιστες τιμές UTCI εμφανίζονται στην ζώνη 8πμ- 10πμ (38,4 °C) και στην ζώνη 1μμ-3μμ (36,2 °C), κατά την διάρκεια των οποίων υπήρξε μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο και κατά συνέπεια υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα. Οι ελάχιστες τιμές εμφανίζονται στην ζώνη 5μμ-7μμ (31,6 °C) και στην ζώνη 7μμ-9μμ (29,9 °C), κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται αποκλιμάκωση της θερμοκρασίας του αέρα και δεν υπάρχει μεγάλη έκθεση του σημείου στον ήλιο.

Για το σύνολο των σημείων, στην ζώνη των ωρών 8πμ-10πμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 39,8 °C παρατηρείται στο σημείο 6 ενώ η μικρότερη 31,7°C στο σημείο 4. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 8πμ-10πμ είναι 35,85 °C. Στην ζώνη των ωρών 1μμ-3μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 38,2°C παρατηρείται στο σημείο 8 ενώ η μικρότερη 32,7°C στο σημείο 10. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 35,00 °C. Στην ζώνη των ωρών 5μμ-7μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 38°C παρατηρείται στο σημείο 1 ενώ η μικρότερη 31,3°C στο σημείο 9. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 34,09 °C. Και τέλος, στην ζώνη των ωρών 7μμ-9μμ η μεγαλύτερη UTCI θερμοκρασία 31,6°C παρατηρείται στο σημείο 3 ενώ η μικρότερη 29,7°C στο σημείο 9. Ο μέσος όρος του συνόλου των θερμοκρασιών για την ζώνη 1μμ-3μμ είναι 30,50 °C.

Καθοριστικό ρόλο για τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες, όπως προκύπτει και από τους παραπάνω επισυναπτόμενους πίνακες, παίζει η μεγάλη ή μη έκθεση του σημείου στον ήλιο που καθορίζει την θερμοκρασία του αέρα, καθώς και το είδος του εδάφους εάν αυτό είναι τσιμέντο, χρώμα, μαρμάρινες πλάκες, γρασίδι ή μωσαϊκό.

Οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών επιβεβαιώνουν ότι στις ζώνες 8πμ-10πμ και 1μμ-3μμ (πρωινές και μεσημεριανές ώρες) η θερμοκρασία είναι υψηλή. Αυτό συμβαίνει διότι είναι οι ώρες με την μεγαλύτερη έκθεση των σημείων στον ήλιο, με υψηλότερη στην ζώνη 8πμ-10πμ διότι έχει ένα ποσοστό κατά 17% μεγαλύτερη έκθεση από την ζώνη 1μμ-3μμ. Η θερμοκρασία αποκλιμακώνεται στις ζώνες 5μμ-7μμ και 7μμ-9μμ (απογευματινές και βραδινές ώρες). Το παραπάνω επιβεβαιώνεται ως εξής:

- Για την ζώνη 8πμ-10πμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 58,33%, ένα ποσοστό Μέτριας καταπόνησης τάξεως του 16,67% και ένα ποσοστό Πολύ έντονης καταπόνησης της τάξεως του 25%.
- Για την ζώνη 1μμ-3μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 91,67% και ένα ποσοστό Πολύ έντονης καταπόνησης της τάξεως του 8,33%.
- Για την ζώνη 5μμ-7μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Ισχυρής καταπόνησης της τάξεως του 83,34% και ένα ποσοστό Μέτριας καταπόνησης της τάξεως του 16,66%.
- Για την ζώνη 7μμ-9μμ εμφανίζεται ένα ποσοστό Μέτριας καταπόνησης της τάξεως του 100%.

Ακολουθούν τα ποσοστά που αντιστοιχούν στις κατηγορίες θερμικής καταπόνησης για κάθε σημείο μέτρησης για το σύνολο των κύκλων μετρήσεων της δεύτερης ημέρας:

- Το σημείο 1 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 2 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 50 % Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 3 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 4 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 50% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 5 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 6 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων, ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 7 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 8 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης, ένα ποσοστό 25% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 9 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 50% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.

- Το σημείο 10 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 11 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 75% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Μέτριας θερμικής καταπόνησης.
- Το σημείο 12 εμφανίζει κατά την διάρκεια των κύκλων μέτρησης, ένα ποσοστό 50% Μέτριας θερμικής καταπόνησης, ένα ποσοστό 25% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 25% Πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης.

Συνολικά, για την συγκεκριμένη ημέρα και για το σύνολο των σημείων καθ' όλη την διάρκεια των κύκλων μέτρησης εμφανίζεται ένα ποσοστό 58,33% Ισχυρών θερμικών καταπονήσεων, ένα ποσοστό 8,33% Πολύ έντονων θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 33,34% Μέτριων θερμικών καταπονήσεων.

3.1.4 Αποτελέσματα για τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων για τον δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος. Όπως έχει σημειωθεί στο κεφάλαιο 2.3.4, οι θερμοκρασίες που προκύπτουν για την ψύξη του αστικού χώρου από τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά αντιστοιχίζονται σε μια βαθμολογία από το 1 μέχρι το 5. Για την ευκολότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκε ένας πίνακας (βλ. Πίνακας 41) ο οποίος παρουσιάζει το εύρος των τιμών που αντιστοιχούν στην κάθε βαθμολογία. Στον πίνακα αυτόν προστέθηκαν αντιπροσωπευτικά χρώματα ώστε να διευκολυνθεί η κατηγοριοποίηση των θερμοκρασιών ψύξης.

Πίνακας 41. Βαθμολογία θερμοκρασιών ψύξης 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 (βλ. Πίνακας 42) 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 (βλ. Πίνακας 9, Πίνακας 10, Πίνακας 11, Πίνακας 12, Πίνακας 13 και Πίνακας 14) για κάθε μήνα της θερινής περιόδου.

Πίνακας 42. Αποτελέσματα για την ψύξη του αέρα του αστικού χώρου από τον Δημοτικό Κήπο και το Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Ψύξη αέρα περιβάλλοντος (°C)			
	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
1	Δεν υπάρχουν δεδομένα για αυτές τις ημέρες	1.25	1.30
2		0.72	2.43
3		1.53	1.16
4		1.61	2.64
5		1.43	2.45
6		3.07	0.63

7		2.54	1.55
8		1.79	1.78
9	0.63	2.00	0.77
10	2.09	2.35	0.79
11	0.84	1.54	0.54
12	0.17	1.45	0.30
13	2.20	1.02	0.20
14	1.87	2.55	0.43
15	1.13	2.20	0.25
16	1.09	1.72	0.76
17	0.93	1.60	0.80
18	1.25	2.27	1.18
19	2.05	2.42	1.51
20	1.96	2.75	0.57
21	1.98	0.44	0.44
22	1.38	0.88	0.42
23	2.15	0.77	0.42
24	2.57	3.31	0.53
25	1.57	0.68	0.62
26	1.48	0.94	0.50
27	1.27	2.37	0.17
28	1.63	2.01	0.50
29	1.48	1.85	0.46
30	0.53	3.09	0.42
31	1.46	1.12	δεν υπάρχει τιμή

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, για τον μήνα Ιούνιο η ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο κατά 21.74% αντιστοιχεί στην βαθμολογία 1, κατά 43.48% στην βαθμολογία 2, κατά 30.43% στη βαθμολογία 3 ,και τέλος κατά 4.35% στη βαθμολογία 4 της κλίμακας. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 24^η ημέρα του μήνα Ιουνίου (2.57°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 12^η ημέρα του μήνα (0.17°C).

Για τον μήνα Ιούλιο η ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο κατά 19.35% αντιστοιχεί στη βαθμολογία 1, κατά 29.03% στην βαθμολογία 2, κατά 22.58% στην βαθμολογία 3, κατά 19.35% στην βαθμολογία 4, και τέλος κατά 9.68% στην βαθμολογία 5 της κλίμακας. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 24^η ημέρα του μήνα Ιουλίου (3.31°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 21^η ημέρα του μήνα (0.44°C).

Για τον μήνα Αύγουστο η ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο κατά 70% αντιστοιχεί στη βαθμολογία 1, κατά 16.67% στη βαθμολογία 2, κατά 3.33% στη βαθμολογία 3, και τέλος κατά 10% στη βαθμολογία 4 της κλίμακας. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 4^η ημέρα του μήνα Αυγούστου (2.64°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 27^η ημέρα του μήνα (0.17°C).

Στο Παράρτημα 2 παρουσιάζονται οι πίνακες από τρεις επιπλέον προσεγγίσεις για την εκτίμηση της ψύξης του αστικού χώρου από τον πράσινο. Στην πρώτη προσέγγιση λήφθηκαν υπόψη οι μέσες μηνιαίες τιμές των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες 1,2,3 και 5 που τοποθετήθηκαν στον πράσινο χώρο και οι αντίστοιχες τιμές που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 4 που τοποθετήθηκε στον αστικό χώρο σε απόσταση 150m από τον πράσινο, και από τον μετεωρολογικό σταθμό στο κέντρο της πόλης των Χανίων. Αποτέλεσμα της διαφοράς των μέσων μηνιαίων μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών μεταξύ αστικού και πράσινου χώρου είναι η θερμοκρασία ψύξης

για κάθε μήνα της θερινής περιόδου που αντιστοιχεί σε μία βαθμολογία όπως αυτή που παρουσιάζεται παραπάνω (βλ. Πίνακας 41). Ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες 1,2,3 και 5 του πράσινου χώρου, για τον μήνα Ιούνιο είναι 27.70 °C, για τον μήνα Ιούλιο είναι 31.59 °C και για τον μήνα Αύγουστο είναι 31.38 °C. Ο μέσος όρος των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 4 και τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκονται στον αστικό χώρο είναι για τον μήνα Ιούνιο 28.73 °C, για τον μήνα Ιούλιο 34.18 °C και για τον μήνα Αύγουστο 32.15 °C. Η διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των θερμοκρασιών του αστικού και πράσινου χώρου για τον μήνα Ιούνιο είναι 1.03 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 2, για τον μήνα Ιούλιο είναι 2.60 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 4 και για τον μήνα Αύγουστο είναι 0.77 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 1. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι κατά τον μήνα Ιούλιο ο πράσινος χώρος προσφέρει στον αστικό την μεγαλύτερη ψύξη, ακολουθεί ο Ιούνιος και έπεται ο Αύγουστος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, σε αυτήν την προσέγγιση, οι ανά μήνα μέσοι όροι των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 2 του πράσινου χώρου είναι μεγαλύτεροι από αυτούς που καταγράφηκαν από τους υπόλοιπους αισθητήρες 1,3 και 5 του πράσινου χώρου. Αυτό συμβαίνει διότι ο αισθητήρας 2 είχε τοποθετηθεί στην περιοχή της παιδικής χαράς του Δημοτικού Κήπου Χανίων όπου η βλάστηση δεν είναι πυκνή. Αν υπήρχε η δυνατότητα εγκατάστασης ενός πιο πυκνού δικτύου αισθητήρων σε σημεία του πράσινου χώρου με πυκνή ή μέτρια βλάστηση τα αποτελέσματα θα ήταν πιο ρεαλιστικά, μιας και οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών που θα καταγράφονταν σε αυτούς θα ελαχιστοποιούσαν την όποια απόκλιση προς τα πάνω των μέσων μηνιαίων μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών από το σύνολο των αισθητήρων του πράσινου χώρου. Τα αποτελέσματα, σε αυτήν την προσέγγιση, των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των θερμοκρασιών του αστικού και του πράσινου χώρου εμπεριέχουν μια απόκλιση προς τα πάνω που οδηγεί στην εκτίμηση ότι κατά τον μήνα Αύγουστο ο πράσινος χώρος προσφέρει την μικρότερη ψύξη στον αστικό χώρο (0.77 °C) που αντιστοιχεί στην κατηγορία 1.

Στην δεύτερη προσέγγιση δεν λήφθηκαν υπόψη οι μετρήσεις του αισθητήρα 2. Σε αυτήν την περίπτωση ο μέσος όρος των θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες του πράσινου χώρου 1,3,5 είναι για τον μήνα Ιούνιο 26.54 °C, για τον μήνα Ιούλιο 30.93 °C και για τον μήνα Αύγουστο 29.07 °C. Αντίστοιχα οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των θερμοκρασιών μεταξύ του αστικού και του πράσινου χώρου, είναι για τον μήνα Ιούνιο 2.18 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 3, για τον μήνα Ιούλιο είναι 3.25 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 4 και για τον μήνα Αύγουστο είναι 2.42 °C που αντιστοιχεί στην βαθμολογία 4. Προκύπτει ότι ο πράσινος χώρος κατά τον μήνα Ιούλιο προσφέρει στον αστικό χώρο περισσότερη ψύξη αφού η διαφορά του μέσου όρου της θερμοκρασίας μεταξύ αστικού και πράσινου χώρου είναι η μεγαλύτερη (3.25 °C), ακολουθεί ο μήνας Αύγουστος (2.42 °C) και έπεται ο μήνας Ιούνιος (2.18 °C) μιας και οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών του αστικού και του πράσινου χώρου είναι οι μικρότεροι σε σύγκριση με αυτούς των δύο άλλων μηνών.

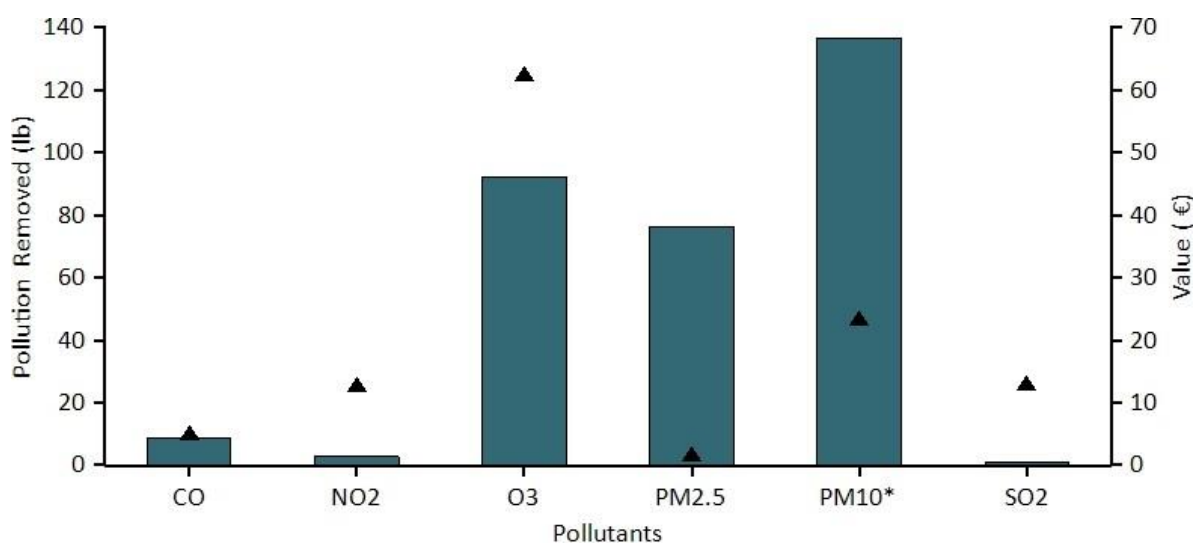
Η τρίτη προσέγγιση είναι πιο αναλυτική και λαμβάνει υπόψη τις μετρήσεις των θερμοκρασιών, ανά ημέρα και ώρα μέτρησης (οι αισθητήρες κατέγραφαν θερμοκρασίες ανά δέκα λεπτά) για κάθε μήνα, που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 3 που είναι ο πλέον αντιπροσωπευτικός για τον πράσινο χώρο καθώς βρίσκεται σε σημείο του κήπου με πυκνή βλάστηση και τις αντίστοιχες μετρήσεις του αισθητήρα 4 που τοποθετήθηκε στον αστικό χώρο και σε ακτίνα 150m από τον πράσινο. Υπολογίστηκαν οι διαφορές των θερμοκρασιών από τους δύο αισθητήρες (3 και 4), με την μικρότερη τιμή να καταγράφεται από τον πράσινο χώρο, για κάθε ώρα μέτρησης και ημέρα του μήνα και εξήχθη ο μέσος όρος των διαφορών αυτών. Για τον μήνα Ιούνιο ο μέσος όρος των διαφορών είναι 1.62 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 2, για τον μήνα Ιούλιο 2.21 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 3 και για τον μήνα Αύγουστο 1.84 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 3. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως ο πράσινος χώρος κατά τους θερινούς μήνες προσφέρει ψύξη στον αστικό κατά μέσο όρο περίπου 2 °C (για την ακρίβεια 1.89 °C). Κατά τον μήνα Ιούλιο ο πράσινος χώρος προσφέρει στον αστικό την μεγαλύτερη ψύξη με μικρή διαφορά από τον μήνα Αύγουστο και μεγαλύτερη από τον μήνα Ιούνιο. Μεταξύ Ιουλίου και Αυγούστου παρατηρείται διαφορά μέσων όρων ίση με 0.37 °C και μεταξύ Ιουλίου και Ιουνίου διαφορά

ίση με 0.59 °C. Στην δεύτερη και την τρίτη προσέγγιση εξάγονται παρόμοια συμπεράσματα ως προς το ότι κατά τον μήνα Ιούλιο, ο πράσινος χώρος προσφέρει την μεγαλύτερη ψύξη στον αστικό, ακολουθεί ο μήνας Αύγουστος και έπεται ο μήνας Ιούνιος.

3.2 Αποτελέσματα δεικτών ποιότητας του αέρα

3.2.1 Αποτελέσματα για τον δείκτη της δέσμευσης/απομάκρυνσης O_3 , SO_2 , NO_2 και CO από τη βλάστηση

Στη συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του λογισμικού I-Tree Eco για τον δείκτη της δέσμευσης/ απομάκρυνσης O_3 , SO_2 , NO_2 και CO από τη βλάστηση. Το λογισμικό εξάγει το ακόλουθο διάγραμμα (βλ. Εικόνα 52), το οποίο εκφράζει την ετήσια απομάκρυνση ρύπανσης, δηλαδή την ετήσια απομάκρυνση ποσοτήτων αέριων ρύπων από τα αστικά δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά και το οικονομικό κέρδος που προκύπτει από την απομάκρυνση των ποσοτήτων του κάθε ρύπου από τα δέντρα του πράσινου χώρου, την αξία όπως αναγράφεται στο διάγραμμα, εκφρασμένη σε ευρώ (€). Για την κατανόηση του διαγράμματος, να σημειωθεί πως η απομάκρυνση των ποσοτήτων των αέριων ρύπων αναπαρίσταται με σημεία, ενώ η αξία με ράβδους. Το γεγονός ότι το διάγραμμα εξάγεται από το λογισμικό δικαιολογεί το ότι τα στοιχεία που παρουσιάζει είναι γραμμένα στην αγγλική γλώσσα. Οπότε, επεξηγηματικά, να σημειωθεί πως ο άξονας x αντιστοιχεί στους αέριους ρύπους που απομακρύνονται από τα δέντρα του πράσινου χώρου, ο άξονας y από την αριστερή πλευρά αντιστοιχεί στην ποσότητα κάθε ρυπαντή που απομακρύνεται σε λίβρες (lb) και από τη δεξιά πλευρά στην αξία (οικονομικό κέρδος από την απομάκρυνση των ποσοτήτων του κάθε ρύπου) εκφρασμένη σε ευρώ (€). Η λίβρα (lb) του βρετανικού συστήματος μονάδων αντιστοιχεί στα 0.4535923 kg.



Εικόνα 52. Ετήσια απομάκρυνση ρύπανσης (σημεία) και αξία (ράβδοι) από τα αστικά δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, τα δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά απομακρύνουν περίπου 125 lb (περίπου 56.7 kg) O_3 από την ατμόσφαιρα. Η απομάκρυνση αυτή συνεισφέρει στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα και παράλληλα στην εξοικονόμηση 47 € ετησίως. Επιπλέον, απομακρύνουν 41.3 lb (περίπου 18.73 kg) μικροσωματιδίων PM_{10} ετησίως, συμβάλλοντας στην προστασία της υγείας των κατοίκων. Η αξία απομάκρυνσης των PM_{10} ανέρχεται σε 68 € ετησίως. Ακόμη, τα δέντρα του πράσινου χώρου συνεισφέρουν στη μείωση της ποσότητας του SO_2 στο

περιβάλλον, απομακρύνοντας περίπου 23 lb (περίπου 10.43 kg) SO₂ ετησίως, με αξία απομάκρυνσης 1 €. Συμβάλλουν στη μείωση του NO₂ κατά 25 lb (περίπου 11.34 kg) και του CO κατά 15 lb (περίπου 6.80 kg) ετησίως, με αξία απομάκρυνσης 2 € και 3 € αντίστοιχα. Τέλος, τα δέντρα συνεισφέρουν στην μείωση των μικροσωματιδίων PM_{2.5} κατά 5 lb (περίπου 2.27 kg) ετησίως, με αξία απομάκρυνσης 38 €. Συνολικά τα δέντρα απομακρύνουν 234.3 lb (περίπου 106.28 kg) ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά έτος με σχετική αξία 159€.

Επιπροσθέτως, το λογισμικό στα αποτελέσματά του παραθέτει πως για το τρέχον έτος (2023) τα δέντρα του Κήπου και του Πάρκου εκτιμάται ότι εκπέμπουν περίπου 135,6 lb (περίπου 61,6 kg) πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs). Από αυτό το σύνολο, περίπου 63,32 lb (περίπου 28,7 kg) αντιστοιχούν στο ισοπρένιο, ενώ περίπου 72,29 lb (περίπου 32,8 kg) αντιστοιχούν σε μονοτερπένια. Οι εκπομπές ποικίλλουν μεταξύ των ειδών των δέντρων με βάση τα χαρακτηριστικά των ειδών (π.χ. ορισμένα γένη, όπως οι βελανιδιές, εκπέμπουν πολύ ισοπρένιο) και την ποσότητα της βιομάζας των φύλλων. Το 44% των εκπομπών VOC του πράσινου χώρου προήλθε από το Gum spp (Ευκάλυπτος) και το Brazilian peppertree (Σχίνος του Μαϊάμι ή Βραζιλιάνικη πιπεριά). Αυτές οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι πρόδρομες χημικές ουσίες σχηματισμού του όζοντος.

Ένα ακόμη αποτέλεσμα του λογισμικού για την ποιότητα του αέρα που αξίζει να αναφερθεί αποτελεί η παραγωγή οξυγόνου από τα δέντρα του πράσινου χώρου. Συνολικά, τα δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά εκτιμάται ότι παράγουν ετησίως 16.86 τόνους οξυγόνου. Ακολουθεί πίνακας (βλ. Πίνακας 43), ο οποίος παρουσιάζει την ποσότητα οξυγόνου που παράγει κάθε ένα από τα είκοσι διαφορετικά είδη δέντρων που έχουν τη δυνατότητα παραγωγής οξυγόνου περισσότερο από τα υπόλοιπα είδη που βρίσκονται στον πράσινο χώρο. Επίσης, στον ίδιο πίνακα, παρουσιάζεται η ετήσια ποσότητα δέσμευσης άνθρακα από αυτά τα είδη των δέντρων, η επιφάνεια που καλύπτουν τα φύλλα των κομών των δέντρων, καθώς και ο αριθμός των δέντρων που ανήκουν σε κάθε είδος από αυτά. Η ετήσια ποσότητα δέσμευσης άνθρακα από τα δέντρα σχετίζεται άμεσα με την επιφάνεια που καλύπτουν τα φύλλα. Η ετήσια παραγωγή οξυγόνου από ένα δέντρο συνδέεται με την ποσότητα άνθρακα που δεσμεύεται από το δέντρο, η οποία συνδέεται με τη συσσώρευση της βιομάζας του δέντρου. Τα παραπάνω αναφέρονται και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας για τη δέσμευση άνθρακα και την παραγωγή οξυγόνου.

Πίνακας 43. Τα είκοσι είδη δέντρων του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου

Κοινή ονομασία ειδών στα Αγγλικά	Κοινή ονομασία ειδών στα Ελληνικά	Οξυγόνο (lb)	Οξυγόνο (Kg)	Δέσμευση άνθρακα (lb/yr)	Δέσμευση άνθρακα (Kg/yr)	Αριθμός δένδρων	Επιφάνεια φύλλων (στρέμματα)
Benjamin fig	Φίκος μπένζαμιν	3747.85	1699.996	1405.44	637.496	11	1.15
Gum spp	Ευκάλυπτος	3717.17	1686.079	1393.94	632.280	6	0.55
Black locust	Ροβίνια η ψευδοακακία	1947.13	883.203	730.17	331.199	48	0.23
Oleander	Πικροδάφνη ή Ροδοδάφνη	1877.76	851.737	704.16	319.401	11	0.02
Blue jacaranda	Μπλέ τζακαράντα ή Φτέρη	1876.05	851.166	703.52	319.111	48	0.19
Black poplar	Λεύκη η μαύρη	1570.05	712.162	588.77	267.061	6	0.06
Silk oak	Μεταξένια βελανιδιά	1325.05	601.032	496.90	225.390	3	0.13
Paper mulberry	Βρουσονέτια η παπυροφόρος	1277.97	579.677	479.24	217.379	20	0.24
Blue gum eucalyptus	Ευκάλυπτος ο σφαιρικός	1188.11	538.917	445.54	202.093	4	0.11
Japanese red cedar	Ιαπωνικό κυπαρίσσι	1158.66	525.559	434.50	197.085	7	0.03
Norfolk island pine	Αρωκάρια η ετερόφυλλος	1026.16	465.458	384.81	219.906	8	0.12
Mountain ebony	Μποχινία	999.69	453.451	374.89	170.047	5	0.15
Nosegay tree	Ινδικό φούλι	946.57	429.411	354.96	161.007	11	0.08
Italian stone pine	Κουκουναριά	771.04	349.737	289.14	131.151	24	0.69
Sycamore fig	Συκομουριά	732.23	332.133	274.59	124.551	2	0.28
Southern magnolia	Μανόλια μεγανθής	723.90	328.051	271.46	123.132	10	0.46
Chinese banyan	Φίκος μπονσάι	705.74	320.118	264.65	120.043	2	0.95
Mulberry spp	Μουριά	688.90	312.479	258.34	117.181	9	0.07
Sour orange	Νερατζιά	679.28	308.116	254.73	115.543	49	0.05
Japanese pittosporum	Αγγελική κοινή	677.67	307.385	254.13	115.271	39	0.12

4. Συμπεράσματα:

Στην παρούσα διπλωματική εργασία από την ανάλυση δύο πολυσύχναστων πράσινων χώρων της πόλης των Χανίων, του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών, προέκυψε ότι ο συνολικός πράσινος χώρος διαθέτει 496 δέντρα και το ποσοστό δενδροκάλυψης αντιστοιχεί σε ποσοστό 42.4% με συνολική πυκνότητα των δέντρων στον πράσινο χώρο στα 61 δέντρα/ acre (1 acre= 4.047 στρέμματα= 4047 m²). Τα τρία πιο συνηθισμένα είδη δέντρων που συναντώνται είναι η νεραντζιά (9.9%), η μπλε τζακαράντα (φτέρη)(9.7%) και η μαύρη χαρουπιιά (9.7%).

Από τις μετρήσεις των θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες του πράσινου και του αστικού χώρου, προκειμένου να εκτιμηθεί ο δείκτης της μέσης μηνιαίας τιμής της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας, προκύπτει ότι, η μέγιστη τιμή του μέσου όρου των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών καταγράφηκε κατά τον μήνα Ιούλιο από τους αισθητήρες τόσο του πράσινου όσο και του αστικού χώρου και η ελάχιστη κατά τον μήνα Ιούνιο. Στον πράσινο χώρο ο μέγιστος μέσος όρος θερμοκρασιών τον μήνα Ιούλιο είναι 31.59 °C και ο ελάχιστος τον μήνα Ιούνιο 27.7 °C. Αντίστοιχα, στον αστικό χώρο ο μέγιστος μέσος όρος θερμοκρασιών τον μήνα Ιούλιο είναι 34.18 °C και ο ελάχιστος τον μήνα Ιούνιο 28.73 °C.

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του μοντέλου για την αποθήκευση και δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση, προκύπτει ότι η ετήσια ακαθάριστη δέσμευση άνθρακα από τα δέντρα του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά ανέρχεται περίπου σε 6.321 τόνους. Επίσης τα δέντρα αποθηκεύουν 85.18 τόνους άνθρακα.

Από τον υπολογισμό του Παγκόσμιου Θερμικού Κλιματικού Δείκτη (Universal Climate Thermal Index- UTCI) προκύπτει ότι, για ολόκληρη την θερινή περίοδο, το ποσοστό των θερμοκρασιών μέτριας καταπόνησης στον πράσινο χώρο είναι 75% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στον αστικό χώρο φτάνει το 33.30%. Το ποσοστό των θερμοκρασιών ισχυρής καταπόνησης για τον πράσινο χώρο είναι 16.67% ενώ για τον αστικό 66.70%. Εξαιρέση αποτελεί ένα ποσοστό 8.33% θερμοκρασιών πολύ έντονης θερμικής καταπόνησης που καταγράφηκε τον μήνα Αύγουστο από τον αισθητήρα 2, ο οποίος τοποθετήθηκε στον χώρο της παιδικής χαράς του Δημοτικού Κήπου Χανίων που χαρακτηρίζεται από έλλειψη πυκνής βλάστησης. Συνοψίζοντας, ο πράσινος χώρος παρουσιάζει αισθητά μικρότερες θερμοκρασίες καταπόνησης από τον αστικό. Καθοριστικό ρόλο για τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες, παίζει η πυκνότητα βλάστησης στο σημείο της συλλογής δεδομένων, καθώς και το είδος του υλικού της εκάστοτε επιφάνειας (τσιμέντο, χώμα, μαρμάρινες πλάκες, γρασίδι ή μωσαϊκό).

Με βάση τις μετρήσεις του φορητού τριποδικού μετεωρολογικού σταθμού, που πραγματοποιήθηκαν για διάστημα δύο ημερών με ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (15/7/2023 και 16/7/2023) εξήχθησαν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Την πρώτη ημέρα και για το σύνολο των σημείων μέτρησης και καθ' όλη την διάρκεια των κύκλων μέτρησης παρατηρείται ένα ποσοστό 75% ισχυρών θερμικών καταπονήσεων. Επιπλέον, το 18.75% των μετρήσεων αφορά πολύ έντονες θερμικές καταπονήσεις ενώ το 6.25% μέτριες θερμικές καταπονήσεις. Την δεύτερη ημέρα των μετρήσεων, για το σύνολο των σημείων μέτρησης και καθ' όλη την διάρκεια των κύκλων μέτρησης εμφανίζεται ένα ποσοστό 58.33% ισχυρών θερμικών καταπονήσεων, ένα ποσοστό 8.33% πολύ έντονων θερμικών καταπονήσεων και ένα ποσοστό 33.34% μέτριων θερμικών καταπονήσεων. Από τα παραπάνω καταδεικνύεται μια μεγάλη διακύμανση του επιπέδου της θερμικής καταπόνησης μέσα στον ίδιο χώρο πρασίνου.

Από τους υπολογισμούς των θερμοκρασιών ψύξης του αέρα περιβάλλοντος προκύπτει ότι ο πράσινος χώρος κατά τους θερινούς μήνες προσφέρει ψύξη στον αστικό κατά μέσο όρο περίπου 2 °C (για την ακρίβεια 1.89 °C). Κατά τον μήνα Ιούλιο ο πράσινος χώρος προσφέρει στον αστικό την μεγαλύτερη ψύξη, με μικρή διαφορά από τον μήνα Αύγουστο και μεγαλύτερη από τον μήνα Ιούνιο. Για τον μήνα Ιούνιο η προσφερόμενη από τον πράσινο χώρο προς τον αστικό θερμοκρασία ψύξης είναι 1.62 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 2, για τον μήνα Ιούλιο 2.21 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 3 και για τον μήνα Αύγουστο

1.84 °C και αντιστοιχεί στην βαθμολογία 3. Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 24^η ημέρα του μήνα Ιουνίου (2.57°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 12^η ημέρα του μήνα (0.17°C). Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 24^η ημέρα του μήνα Ιουλίου (3.31°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 21^η ημέρα του μήνα (0.44°C). Η μέγιστη ψύξη του αστικού χώρου από τον πράσινο σημειώνεται την 4^η ημέρα του μήνα Αυγούστου (2.64°C), ενώ η ελάχιστη κατά την 27^η ημέρα του μήνα (0.17°C).

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του λογισμικού I-Tree Eco που αφορούν την δέσμευση/απομάκρυνση από την βλάστηση των ρύπων O₃, SO₂, NO₂ και CO, προκύπτει ότι τα δέντρα του πράσινου χώρου απομακρύνουν περίπου 56.7kg O₃ από την ατμόσφαιρα. Η απομάκρυνση αυτή συνεισφέρει στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Ακόμη, τα δέντρα του πράσινου χώρου συνεισφέρουν στη μείωση της ποσότητας του SO₂ στο περιβάλλον, απομακρύνοντας περίπου 10.43 kg SO₂ ετησίως. Συμβάλλουν στη μείωση του NO₂ κατά περίπου 11.34 kg και του CO κατά περίπου 6.80 kg ετησίως. Επιπλέον, απομακρύνουν περίπου 18.73 kg μικροσωματιδίων PM₁₀ ετησίως, συμβάλλοντας στην προστασία της υγείας των κατοίκων. Τέλος, τα δέντρα συνεισφέρουν στην μείωση των μικροσωματιδίων PM_{2.5} κατά περίπου 2.27 kg ετησίως. Συνολικά τα δέντρα απομακρύνουν περίπου 106.28 kg ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά έτος.

Από την καταγραφή των θερμοκρασιών του πράσινου χώρου παρατηρείται μια διακύμανση των θερμοκρασιών ανάλογα με το αν ο αισθητήρας τοποθετήθηκε σε σημείο με πυκνή, μέτρια ή πολύ αραιή βλάστηση. Οι θερμοκρασίες περιοχών με πυκνή βλάστηση είναι χαμηλότερες των υπολοίπων καθώς και από αυτές του αστικού χώρου. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο μέσος όρος των θερμοκρασιών που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 3, που τοποθετήθηκε σε χώρο με πυκνή βλάστηση, είναι χαμηλότερος κατά 3°C από τον αντίστοιχο του αστικού χώρου κατά τον μήνα Ιούνιο, κατά 3.7°C τον μήνα Ιούλιο και κατά 3°C κατά τον μήνα Αύγουστο. Οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν από τον αισθητήρα 2 που τοποθετήθηκε στην παιδική χαρά, είναι οι υψηλότερες διότι το σημείο αυτό έχει την χαμηλότερη βλάστηση. Αυτό επιδρά δυσμενώς τόσο στους υπολογισμούς του δείκτη UTCI, μιας και είναι η περιοχή του πράσινου χώρου με τις υψηλότερες θερμικές καταπονήσεις, όσο και στην θερμοκρασία ψύξης του αέρα περιβάλλοντος. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι η μέση θερμοκρασία που καταγράφηκε για τον μήνα Ιούνιο στην παιδική χαρά είναι υψηλότερη κατά 4.5°C από αυτές που καταγράφηκαν στις άλλες περιοχές του πράσινου χώρου, τον μήνα Ιούλιο υψηλότερη κατά 5.6°C και τον μήνα Αύγουστο κατά 6.3°C. Το γεγονός αυτό καθώς και τα αποτελέσματα των θερμοκρασιακών διαφορών στο σύνολό τους αποτελούν χρήσιμα στοιχεία για την διαδικασία λήψης μελλοντικών σχεδιαστικών αποφάσεων από πολεοδόμους μηχανικούς.

Επιπροσθέτως, αξίζει να σημειωθεί, παρόλο που δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η σημαντική επίδραση του υγρού στοιχείου (θάλασσας) στην διαμόρφωση του μικροκλίματος της περιοχής και στην ψύξη του αέρα περιβάλλοντος, καθώς γειτνιάζει τόσο με τον πράσινο όσο και με τον αστικό χώρο.

Για την πληρέστερη θερμοκρασιακή χαρτογράφηση και την εξαγωγή ακριβέστερων αποτελεσμάτων, καθίσταται αναγκαία η εγκατάσταση ενός πυκνού δικτύου αισθητήρων τόσο στον πράσινο όσο και στον αστικό χώρο. Το δίκτυο αυτό θα παρέχει συνεχή μέτρηση δεδομένων σε ετήσια βάση με σκοπό την επικύρωση των αποτελεσμάτων. Στην συγκεκριμένη διπλωματική, η χρήση του φορητού τριποδικού σταθμού μέτρησης έγινε για να καλύψει σε έναν βαθμό την έλλειψη αυτού του πυκνού δικτύου αισθητήρων μέσα στον πράσινο χώρο και συγκεκριμένα την καλύτερη θερμοκρασιακή χαρτογράφηση χαρακτηριστικών σημείων του πράσινου χώρου κατά τη διάρκεια δύο δυσμενών ημερών του Ιουλίου, ώστε να παρατηρηθούν οι διακυμάνσεις των θερμοκρασιών και μεταξύ των διαφορετικών σημείων του ίδιου του πράσινου χώρου. Προς τον σκοπό αυτό στην περιοχή των Χανίων δημιουργούνται δύο πιλοτικές λύσεις μέσω του ευρωπαϊκού προγράμματος VARCITIES. Αρχικά, ένας πολυλειτουργικός κινητός χώρος εξοπλισμένος με αισθητήρες, ταξιδεύει στους πράσινους χώρους της πόλης λειτουργώντας ως πόλος έλξης των πολιτών με σκοπό να συλλέξει δεδομένα από όλους τους πράσινους χώρους της πόλης που επισκέπτεται. Επιπλέον, τοποθετούνται αισθητήρες ακριβείας στα δημόσια ποδήλατα ώστε να χαρτογραφηθεί περιβαλλοντικά κάθε γειτονιά της πόλης. Ο συνδυασμός των παραπάνω

λύσεων φιλοδοξεί να συμβάλλει στη δημιουργία μιας εκτενούς βάσης δεδομένων για την πόλη των Χανίων.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση όλων των πράσινων χώρων των Χανίων αλλά και άλλων πόλεων με σκοπό την συγκριτική τους αξιολόγηση, τον προσδιορισμό καλών σχεδιαστικών πρακτικών και την δημιουργία συσχετίσεων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά υγείας και ευημερίας στοχευμένων κοινωνικών ομάδων του πληθυσμού.

5. Βιβλιογραφία:

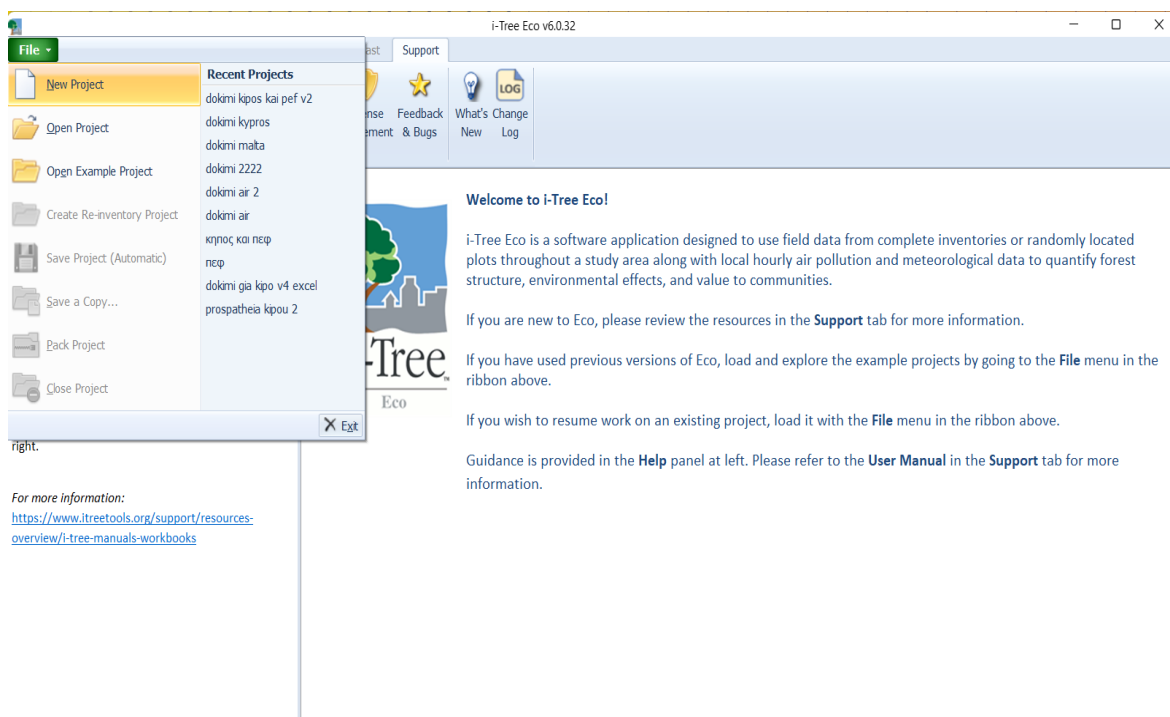
1. Kolokotsa D, Lilli A, Lilli MA, Nikolaidis NP. On the impact of nature-based solutions on citizens' health & well being. Vol. 229, Energy and Buildings. Elsevier Ltd; 2020.
2. Nielsen H, Bronwen Player KM. Urban green spaces and health. 2009.
3. Nature-based solutions to address global societal challenges. Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN International Union for Conservation of Nature; 2016.
4. Triguero-Mas M, Dadvand P, Cirach M, Martínez D, Medina A, Mompert A, et al. Natural outdoor environments and mental and physical health: Relationships and mechanisms. *Environ Int*. 2015 Apr 1;77:35–41.
5. Balseviciene B, Sinkariova L, Grazuleviciene R, Andrusaityte S, Uzdanaviciute I, Dedele A, et al. Impact of residential greenness on preschool children's emotional and behavioral problems. *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Jun 27;11(7):6757–70.
6. Grazuleviciene R, Vencloviene J, Kubilius R, Grizas V, Dedele A, Grazulevicius T, et al. The Effect of Park and Urban Environments on Coronary Artery Disease Patients: A Randomized Trial. *Biomed Res Int*. 2015;2015.
7. Thiering E, Markevych I, Brüske I, Fuertes E, Kratzsch J, Sugiri D, et al. Associations of residential long-term air pollution exposures and satellite-derived greenness with insulin resistance in German adolescents. *Environ Health Perspect*. 2016;124(8):1291–8.
8. Villeneuve PJ, Jerrett M, G. Su J, Burnett RT, Chen H, Wheeler AJ, et al. A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. *Environ Res*. 2012 May;115:51–8.
9. Δήμος Χανίων. Ανάπλαση Δημοτικού Κήπου Χανίων. In: ΕΠ ΚΡΗΤΗ 2014-2020 [Internet]. ΧΑΝΙΑ: ΔΗΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ; 2020 [cited 2023 Sep 22]. Available from: <https://baa.chania.gr/anaplasi-dimotikou-kipou-CHANION/>
10. Ολγα Κλώντζα. Ο Κήπος έχει τη δική του ιστορία. ΤΟ ΒΗΜΑ [Internet]. 2013 Aug 16 [cited 2023 Sep 22]; Available from: <https://www.tovima.gr/2013/08/16/society/o-kipos-exei-ti-diki-toy-istoria/#:~:text=%CE%9F%CE%BB%CE%B3%CE%B1%20%CE%9A%CE%BB%CF%8E%CE%BD%CF%84%CE%B6%CE%B1-%CE%9F%20%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CE%9A%CE%AE%CF%80%CE%BF%CF%82%20%CE%A7%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CF%89%CE%BD%20%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AC%20%CE%B5%CF%86%CE%AD%CF%84%CE%BF%CF%82%20143%20%CF%87%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%B1%20%CE%B6%CF%89%CE%AE%CF%82%20%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B5%CE%BB%CF%8E%CE%BD%CF%84%CE%B1%CF%82,%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%AC%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%85%20%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%BF%CF%8D>

11. Ζαχαρένια Σημανδηράκη. “Δημοτικός Κήπος Χανίων και Ιστορικό Καφέ: Μια ιστορία 150 χρόνων που συνεχίζεται.” Χανιώτικα Νέα [Internet]. 2011 Mar 19 [cited 2023 Sep 22]; Available from: <https://www.haniotika-nea.gr/dimotikos-kipos-hanion-kai-istoriko-kafe-mia-istoria-150-chronon-poy-synehizetai/#:~:text=%CE%A0%CF%81%CF%8C%CE%BA%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%B1%CE%B9%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%BF%20%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C,%CF%80%CE%BF%CF%85%20%CE%B2%CF%81%CE%AE%CE%BA%CE%B1%CE%BD%20%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%BE%CE%B5%CE%BD%CE%B7%20%CF%83%CF%84%CE%AD%CE%B3%CE%B7%20%CE%B5%CE%BA%CE%B5%CE%AF>.
12. Γιάννης Λυβιάκης ΑΠ. Μνημεία του Νομού Χανίων- Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών – Ηρώο Πεσόντων. Χανιώτικα Νέα [Internet]. 2019 Sep 19 [cited 2023 Sep 22]; Available from: <https://www.haniotika-nea.gr/parko-irinis-ke-filias-ton-laon-iroo-pesonton/>
13. Σκευάκη Κυριακή. “Ανάπλαση πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των λαών και ανέγερση κτηρίου Κέντρου Νεότητας, Χανιά.” [Internet]. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης - Πολυτεχνική Σχολή ; 2019 [cited 2023 Sep 22]. Available from: <http://www.gradreview.gr/2017/06/anaplash-parkou-eirhnhs-kai-filias-twn-lawn-kai-anegersh-kthriou-kentrou-neothtas-xania.html>
14. ΔΗΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ. Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας [Internet]. [cited 2023 Sep 22]. Available from: <https://www.chania-culture.gr/venues/parko-eirinis-kai-filias/>
15. Commission E. Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: Appendix of Methods. Available from: <http://europa.eu>
16. Nowak DJ. Understanding i-Tree [Internet]. 2021. Available from: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/63636>
17. Ma J, Li X, Baoquan J, Liu X, Li T, Zhang W, et al. Spatial variation analysis of urban forest vegetation carbon storage and sequestration in built-up areas of Beijing based on i-Tree Eco and Kriging. Urban For Urban Green. 2021 Dec 1;66.
18. Lumen Learning [Internet]. [cited 2023 Oct 2]. Anatomy and Physiology II. Available from: <https://courses.lumenlearning.com/suny-ap2/chapter/energy-and-heat-balance/>
19. Jendritzky G. “TOWARDS A UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX UTCI FOR ASSESSING THE THERMAL ENVIRONMENT OF THE HUMAN BEING.”
20. Błazejczyk K, Jendritzky G, Bröde P, Fiala D, Havenith G, Epstein Y, et al. An introduction to the Universal thermal climate index (UTCI). Geogr Pol. 2013;86(1):5–10.
21. Barbara Wojtach. UTCI [Internet]. [cited 2023 Sep 23]. Available from: <http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php>
22. Pace R, Biber P, Pretzsch H, Grote R. Modeling ecosystem services for park trees: Sensitivity of i-tree eco simulations to light exposure and tree species classification. Forests. 2018 Feb 13;9(2).

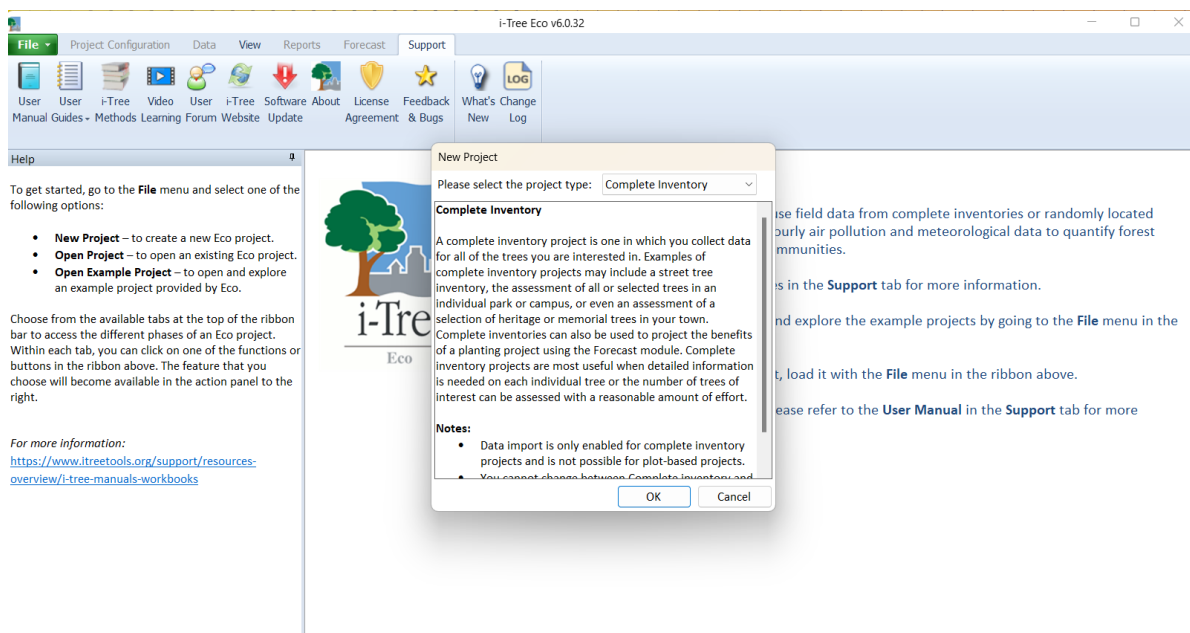
23. About i-Tree Eco UK [Internet]. Available from: <http://www.treeeconomics.co.uk/wp-content/uploads/Victoria-BID-I-Tree-Report1.pdf>
24. Forest Service U. Eco User's Manual [Internet]. Available from: www.itreetools.org
25. i-Tree Eco – Field guide for complete inventories.
26. www.wmo.int Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation [Internet]. Available from: www.wmo.int
27. FlyCarpet Inc [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 8]. Online Interactive Psychrometric Chart. Available from: <https://www.flycarpet.net/en/PsyOnline>

6. Παραρτήματα

6.1 Παράρτημα 1 (Βήματα εκτέλεσης λογισμικού I-Tree Eco)



Εικόνα 53. Δημιουργία νέου Project



Εικόνα 54. Επιλογή τύπου Project (Complete Inventory)

File > New Project

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

Project Settings Location Data Collection Options

What name would you like to give your new project?

Project Name:

What name would you like to give your series?

Series Name:

Please specify the series year for your project:

Series Year:

Please specify the following inventory information:

Inventory Type:

OK Cancel

Εικόνα 55. Εισαγωγή ονόματος Project, αριθμού εκδοχής και έτους εκπόνησης

File > New Project

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.itreetools.org/#/viableLocations>

Nation: 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:

County:

Place:

Is the study area Urban? ☒

Population:

Population per km²:

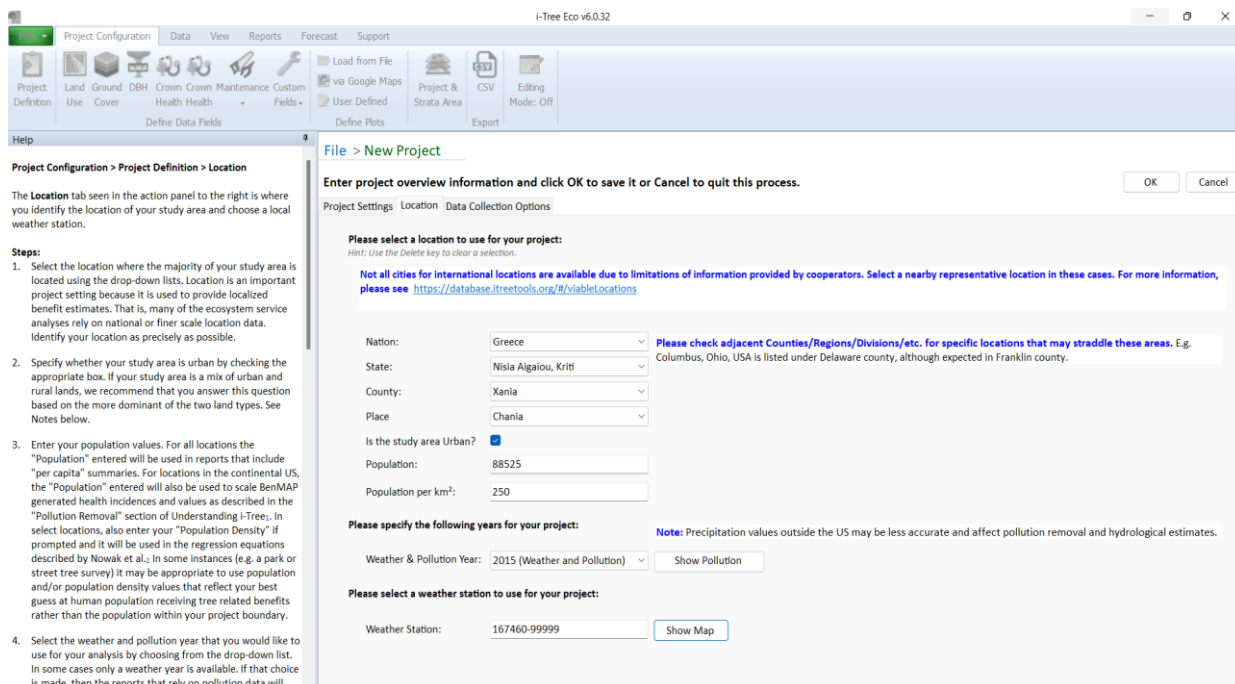
Please specify the following years for your project:

Weather & Pollution Year: Show Pollution

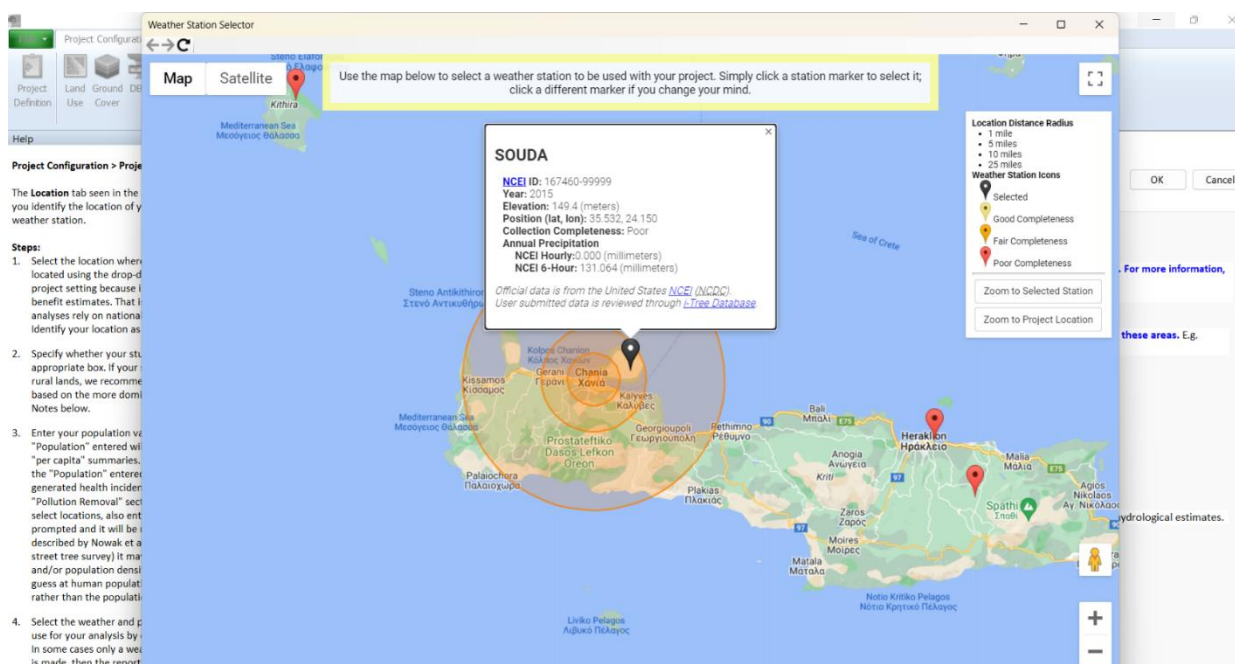
Note: Precipitation values outside the US may be less accurate and affect pollution removal and hydrological estimates.

OK Cancel

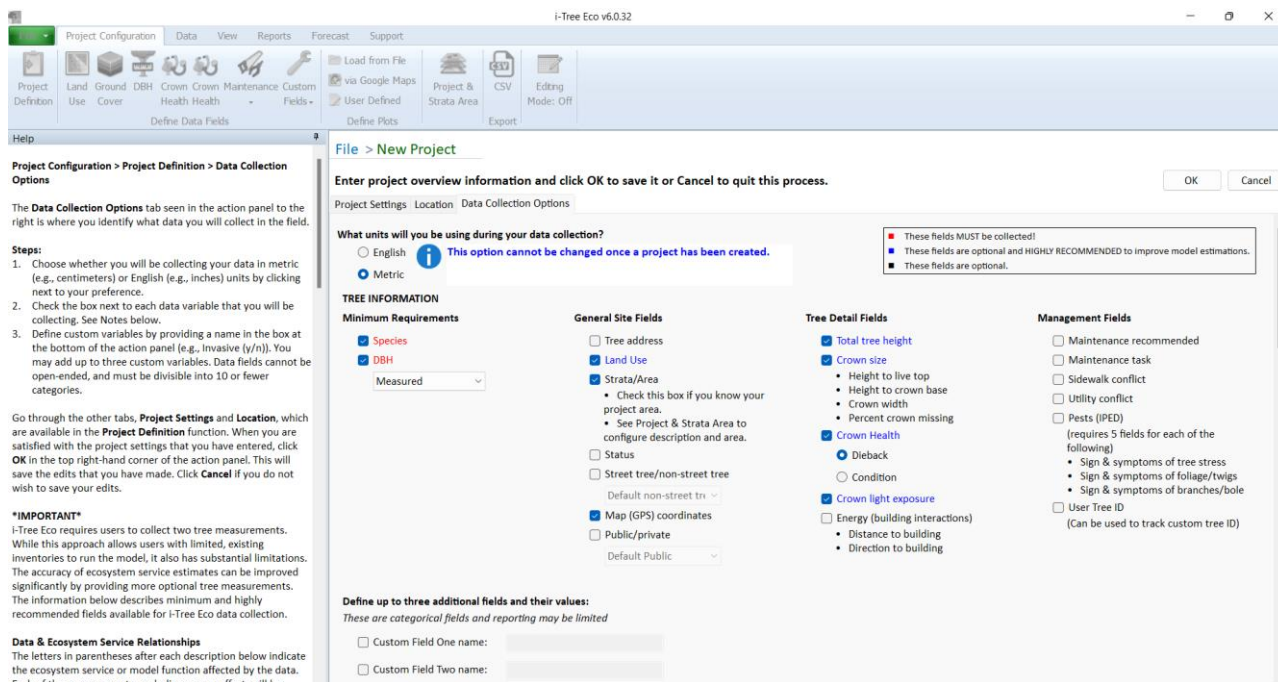
Εικόνα 56. Εισαγωγή στοιχείων τοποθεσίας, πληθυσμού και επιλογή για εισαγωγή από το λογισμικό των πιο πρόσφατων μετεωρολογικών δεδομένων και δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης



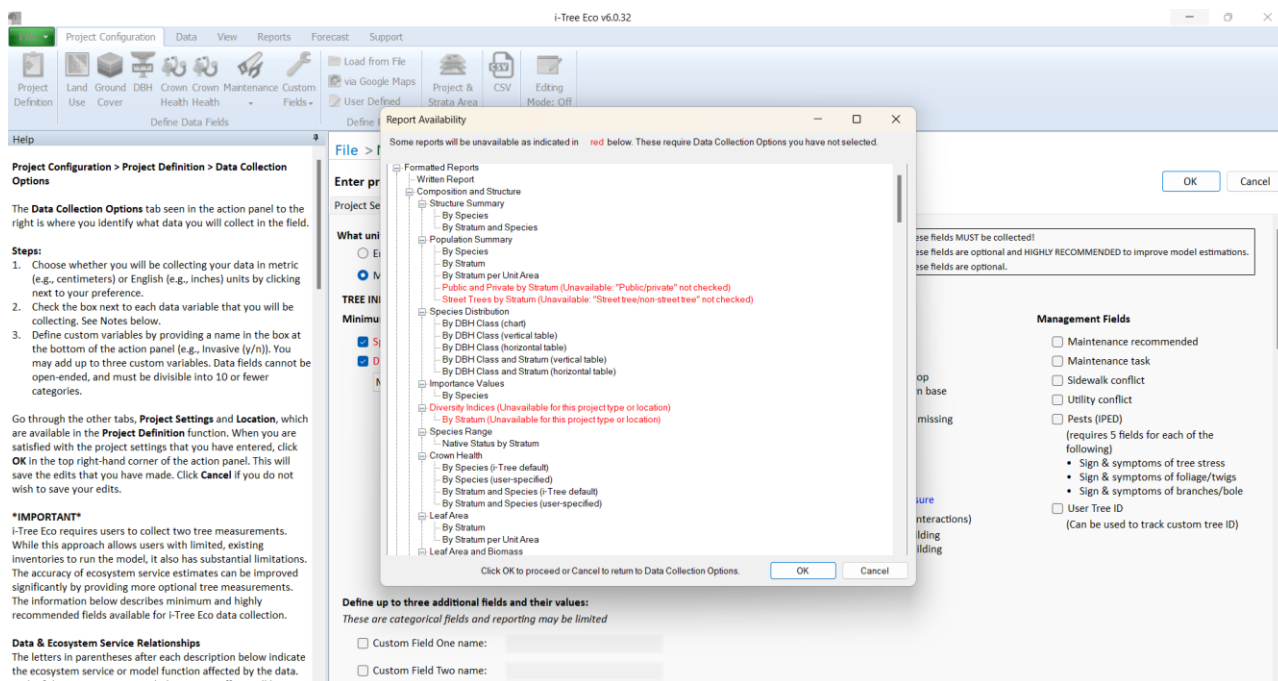
Εικόνα 57. Επιλογή του κοντινότερου μετεωρολογικού σταθμού στα Χανιά



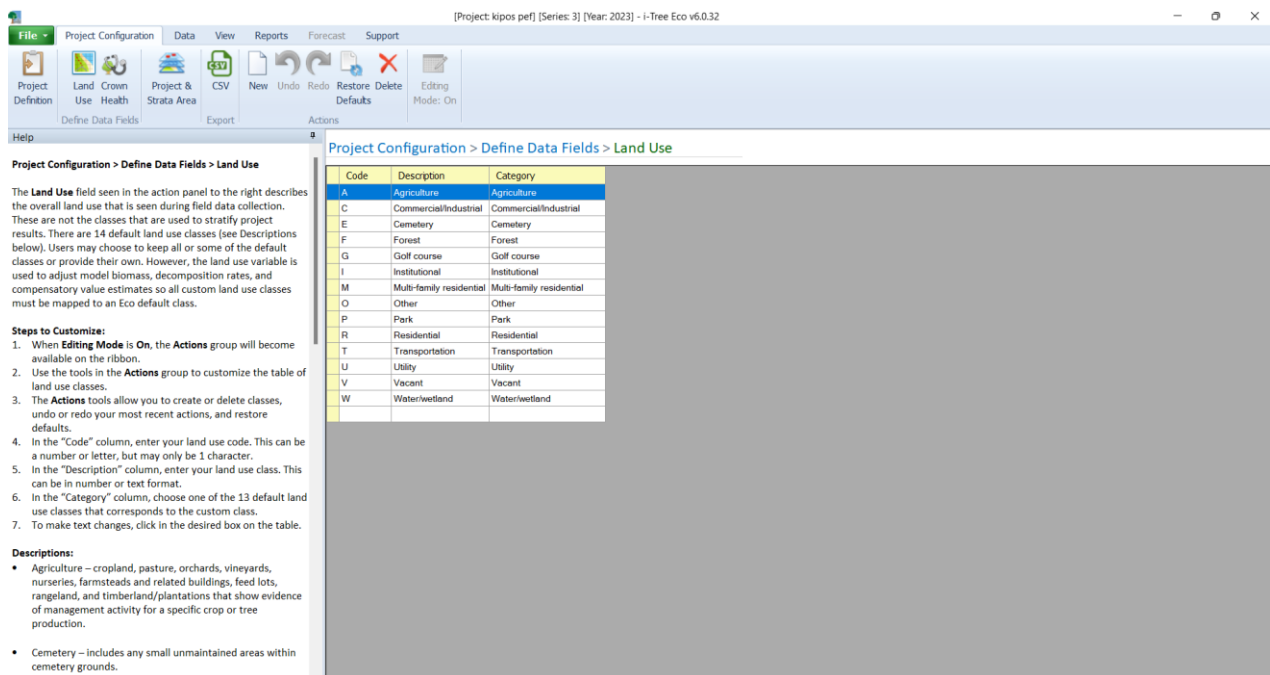
Εικόνα 58. Τοποθεσία του μετεωρολογικού σταθμού



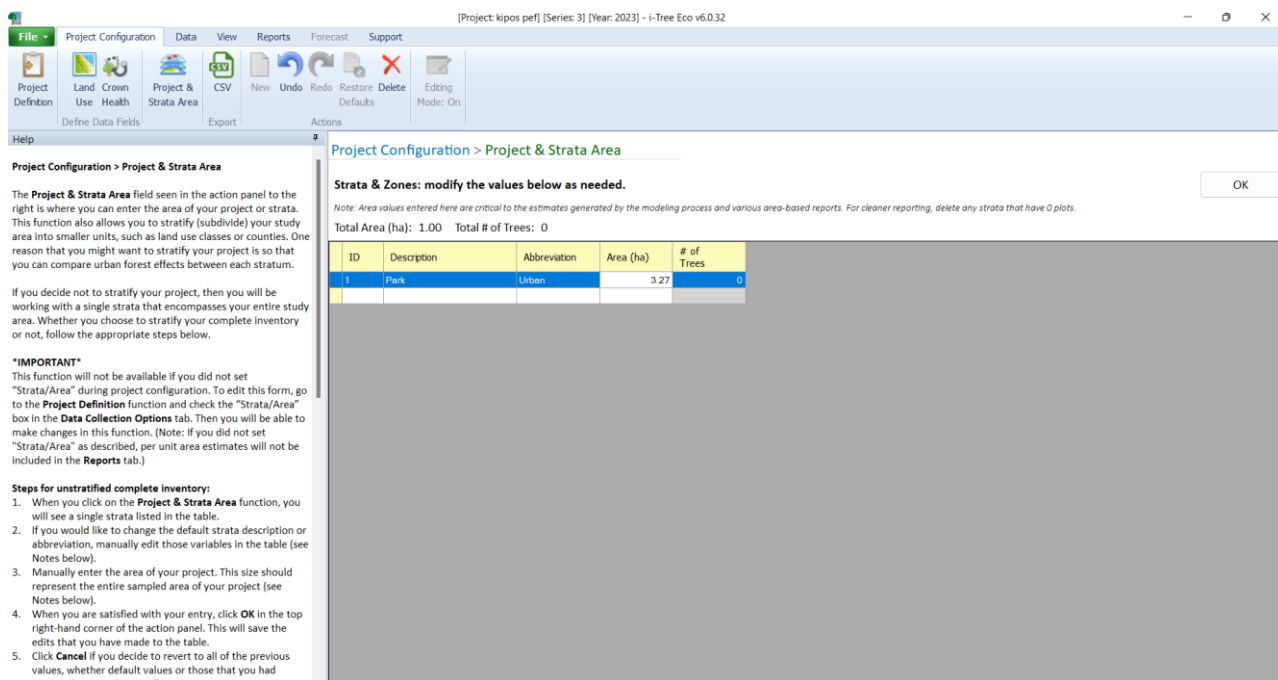
Εικόνα 59. Εισαγωγή των δεδομένων που θα επεξεργαστεί το μοντέλο



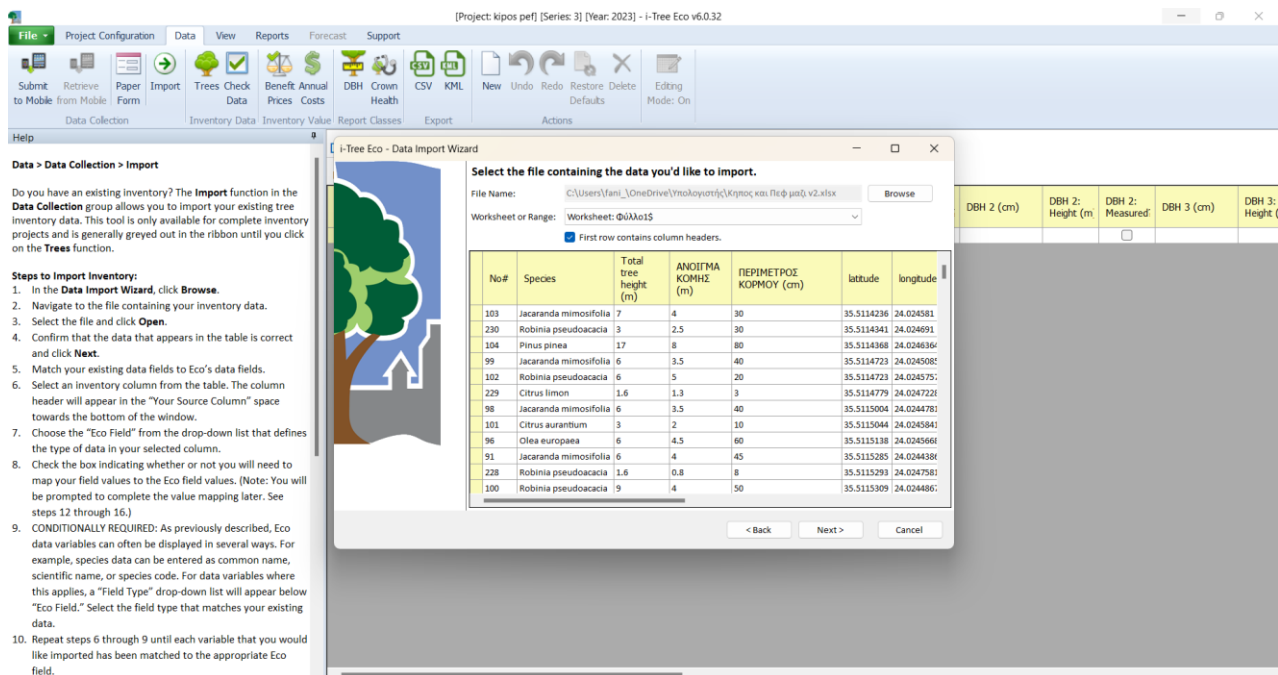
Εικόνα 60. Παρουσίαση του είδους των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν με βάση τα δεδομένα που εισήχθησαν



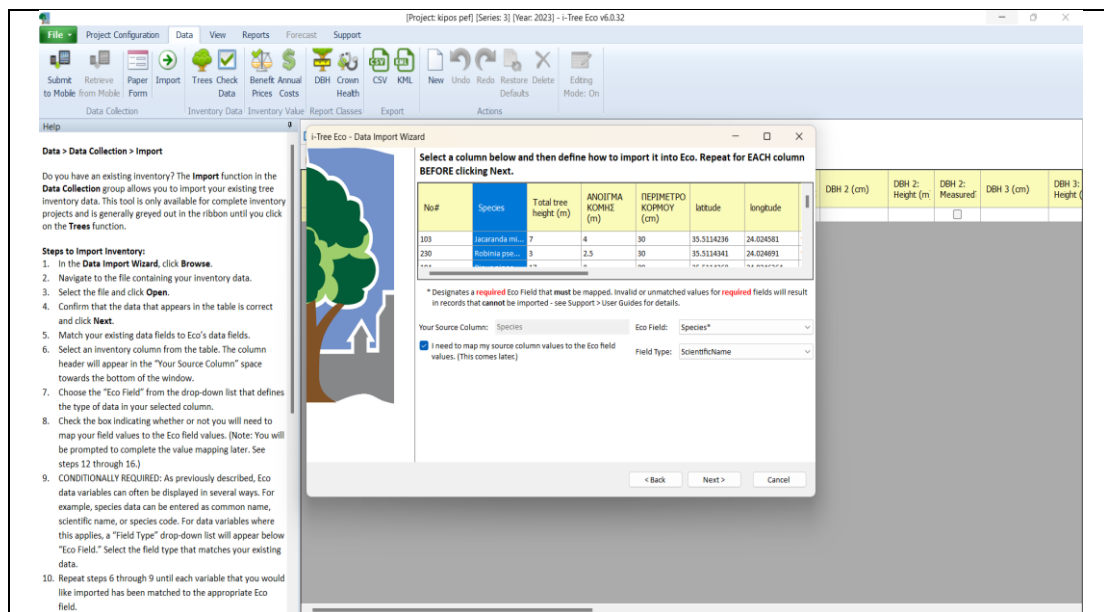
Εικόνα 61. Επιλογή της κατηγορίας Πάρκο (Park) για την περιγραφή της χρήσης γης (Land Use) της περιοχής μελέτης

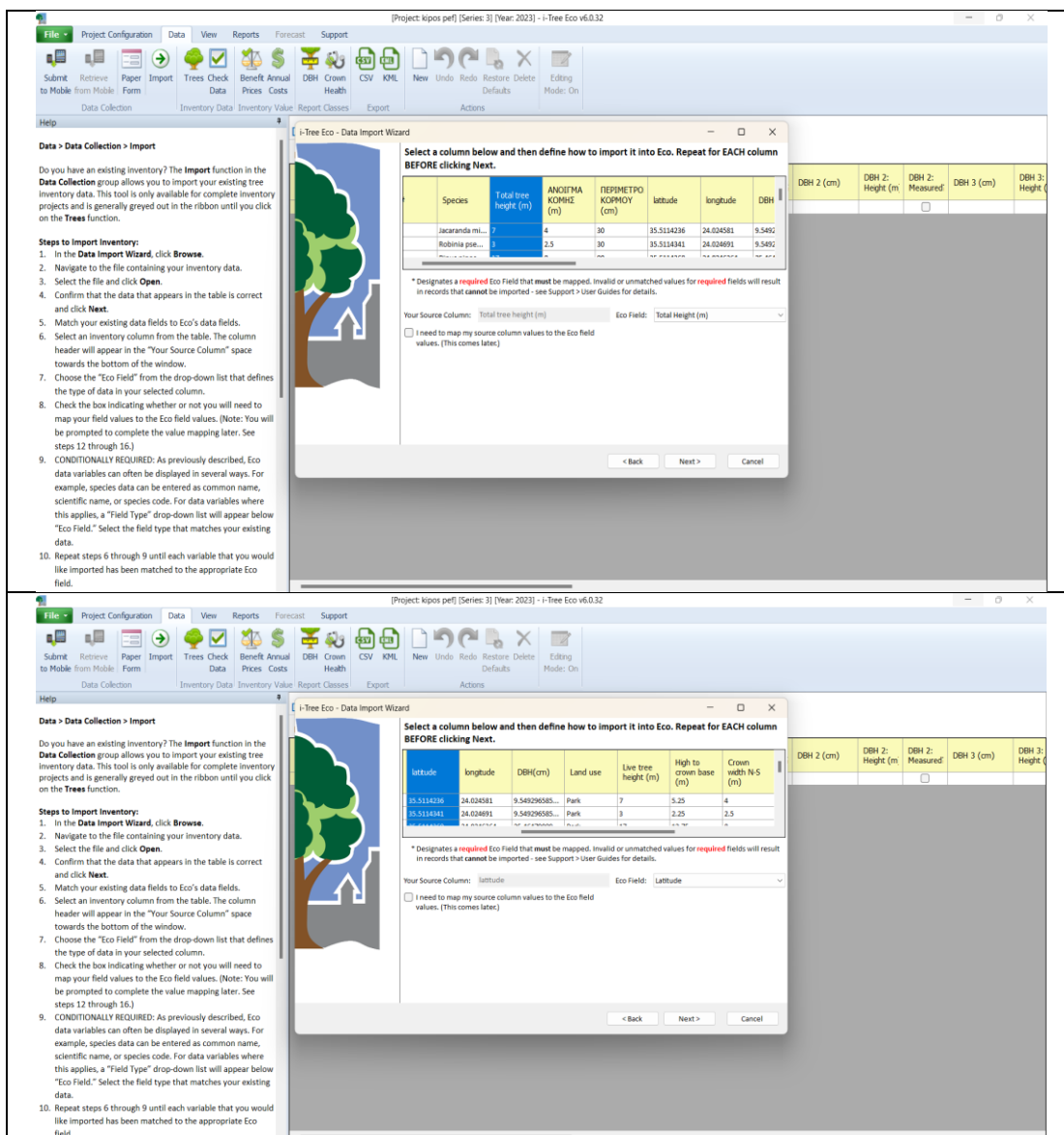


Εικόνα 62. Εισαγωγή χαρακτηριστικών στοιχείων για την περιοχή μελέτης (πχ. εμβαδόν)



Εικόνα 63. Εισαγωγή του αρχείου excel με τα συλλεχθέντα δεδομένα στο μοντέλο





Εικόνα 64. Εισαγωγή δεδομένων (των υψών των δέντρων, του γεωγραφικού πλάτους των δέντρων, του γεωγραφικού μήκους των δέντρων, της διαμέτρου στήθους (DBH) των δέντρων, της χρήσης της περιοχής (πάρκο), του ύψους ζωντανού δέντρου (Live tree height) για όλα τα δέντρα, των υψών μέχρι τη βάση της κόμης (Height to Crown Base) των δέντρων, του πλάτους της κόμης με κατεύθυνση Β/Ν (Crown Width N/S) των δέντρων, του πλάτους της κόμης με κατεύθυνση Α/Δ (Crown Width E/W) των δέντρων, την αποψίλωση της κόμης (Dieback%) των δέντρων, την έκθεση της κόμης των δέντρων στον ήλιο (Crown Light Exposure) και του ποσοστού των κενών της κόμης των δέντρων (Percent Crown Missing) και αντιστοίχισή τους

Project: kipsos pef [Series: 3] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

File Project Configuration Data View Reports Forecast Support

Submit to Mobile Retrieve from Mobile Paper Form Import Trees Check Data Benefit Annual Prices Costs DBH Crown Health CSV KML New Undo Redo Restore Defaults Delete Editing Mode: On

Data Collection Inventory Data Inventory Value Report Classes Export Actions

Help

Data > Inventory Data > Import

Do you have an existing inventory? The **Import** function in the **Data Collection** group allows you to import your existing tree inventory data. This tool is only available for complete inventory projects and is generally greyed out in the ribbon until you click on the **Trees** function.

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 9 until each variable that you would like imported has been matched to the appropriate Eco field.

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.

ID	Stratum	Crew	Survey Date	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	DBH 3 (cm)	DBH 3: Height (m)	DBH 3: Measured
1	Park			Blue jacars...	Park		9.5		✓			✓			
2	Park			Black locus...	Park		9.5		✓			✓			
3	Park			Italian ston...	Park		25.5		✓			✓			
4	Park			Blue jacars...	Park		12.7		✓			✓			
5	Park			Black locus...	Park		6.4		✓			✓			
6	Park			Lemon (Cit...	Park		1.0		✓			✓			
7	Park			Blue jacars...	Park		12.7		✓			✓			
8	Park			Sour orang...	Park		3.2		✓			✓			
9	Park			Olive (Olea...	Park		19.1		✓			✓			
10	Park			Blue jacars...	Park		14.3		✓			✓			
11	Park			Black locus...	Park		2.5		✓			✓			
12	Park			Black locus...	Park		15.9		✓			✓			
13	Park			Holly oak (...)	Park		3.2		✓			✓			
14	Park			Italian Buck...	Park		1.6		✓			✓			
15	Park			Black locus...	Park		8.9		✓			✓			
16	Park			Black locus...	Park		8.0		✓			✓			
17	Park			Sour orang...	Park		3.8		✓			✓			
18	Park			Sour orang...	Park		1.9		✓			✓			
19	Park			Italian Buck...	Park		1.6		✓			✓			
20	Park			Black locus...	Park		12.7		✓			✓			
21	Park			Sour orang...	Park		3.8		✓			✓			
22	Park			Norfolk isla...	Park		9.5		✓			✓			
23	Park			Paper mulb...	Park		15.9		✓			✓			
24	Park			Sour orang...	Park		1.9		✓			✓			
25	Park			Black locus...	Park		12.7		✓			✓			
26	Park			Italian ston...	Park		14.3		✓			✓			
27	Park			Sour orang...	Park		4.5		✓			✓			
28	Park			Blue jacars...	Park		8.0		✓			✓			

Εικόνα 65. Προβολή των μεταφορτωμένων δεδομένων

Project: kipsos pef [Series: 3] [Year: 2023] - i-Tree Eco v6.0.32

File Project Configuration Data View Reports Forecast Support

Submit to Mobile Retrieve from Mobile Paper Form Import Trees Check Data Benefit Annual Prices Costs DBH Crown Health CSV KML New Undo Redo Restore Defaults Delete Editing Mode: On

Data Collection Inventory Data Inventory Value Report Classes Export

Help

Data > Inventory Value > Benefit Prices

i-Tree Eco calculates the monetary value associated with the ecosystem services (e.g., carbon storage) provided by the trees, shrubs and grasses in your study area.

The **Benefit Prices** function seen in the action panel to the right provides advanced users with the opportunity to adjust the default benefit prices that are used by the model. Please use this function with caution!

Already submitted your project to the Eco server and retrieved your results? No problem – this form can be edited at any time and you will not be required to submit your project again. Results on the **Reports** tab will reflect the change in valuation immediately.

To define your benefit prices, do one of the following for each benefit price:

- Click on the **Default** button to use the defaults available with this version of Eco;
- Leave the space blank to use the most current default values; or
- Manually enter the benefit prices that you would like the model to use by overwriting the default values or previously entered values in the boxes.

Steps:

1. The measurement units shown in the space provided match the units specified in the **Data Collection Options** tab of the **Project Definition** function.
2. Define each benefit price using one of the methods above.
3. When you are satisfied with the benefit prices you have set, click **OK** in the top right-hand corner of the action panel. This will save the edits that you have made to the prices.
4. Click **Cancel** if you decide to revert to all of the previous values, whether default values or those that you had

Adjust your Benefit Prices (advanced users)

Notes:

- The Default values are those available at the time of software installation.
- If you leave a value blank, the most current default value will be used for processing and displayed in the footnotes of reports.
- Alternatively, you may enter your own values if you know them.
- For future reference, use the CSV Export button in the ribbon above to save your current values BEFORE changing them.
- You may change the values below and update their associated Report outputs WITHOUT resubmitting your entire Eco project.

Measurement Units: Metric

Benefit Prices

Electricity (€ (EUR)/kWh)	0.19
Heating (€ (EUR)/therm)	1.64
Carbon (€ (EUR)/metric ton)	160.67
Avoided Runoff (€ (EUR)/m³)	1.902

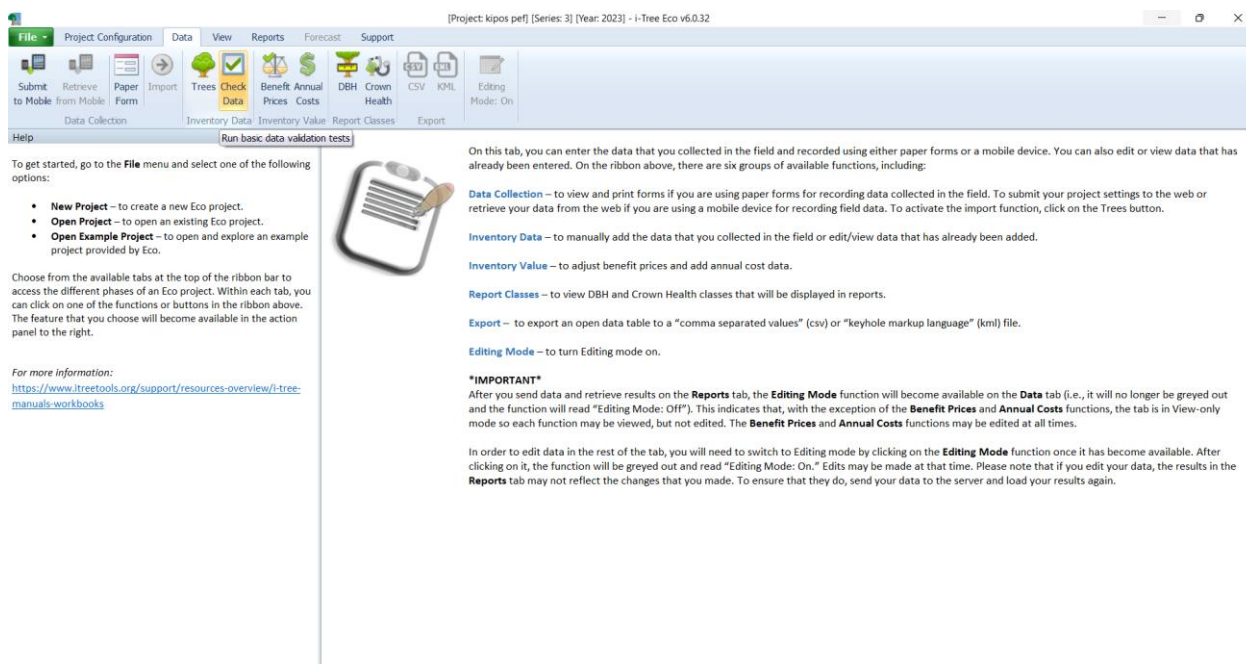
For any prices left blank or not shown here the latest default values will be used. These values will be listed in the footnotes of reports after processing.

A currency exchange rate is needed to convert some of these prices:

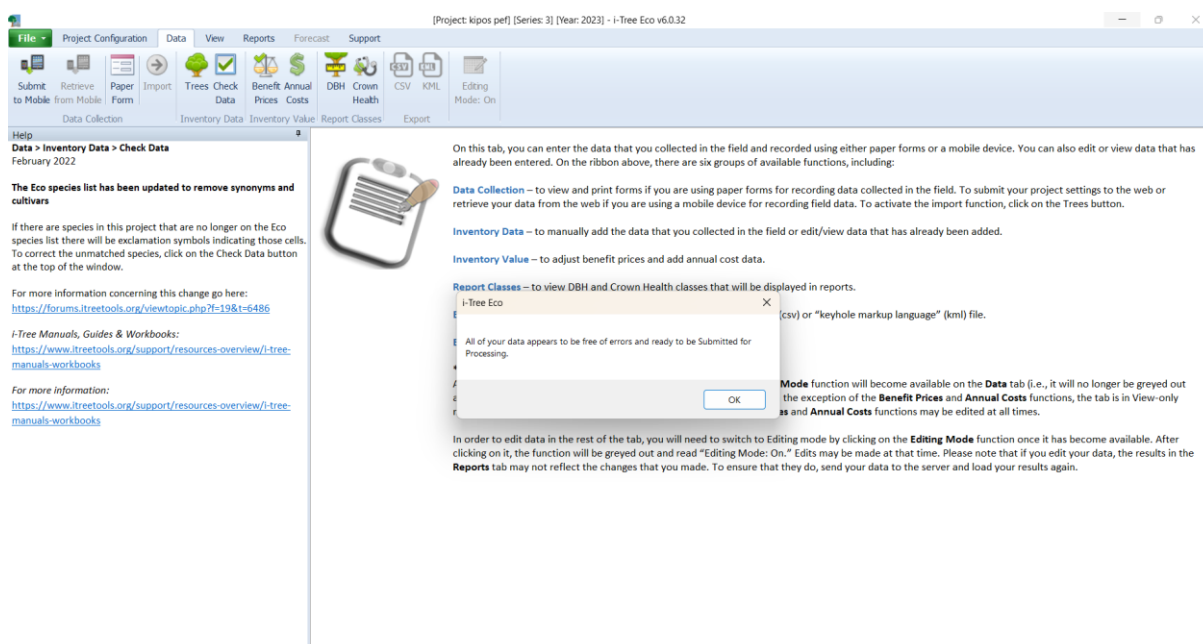
Currency Exchange Rate: 1.00 US Dollar = € (EUR) 0.92636

OK Cancel

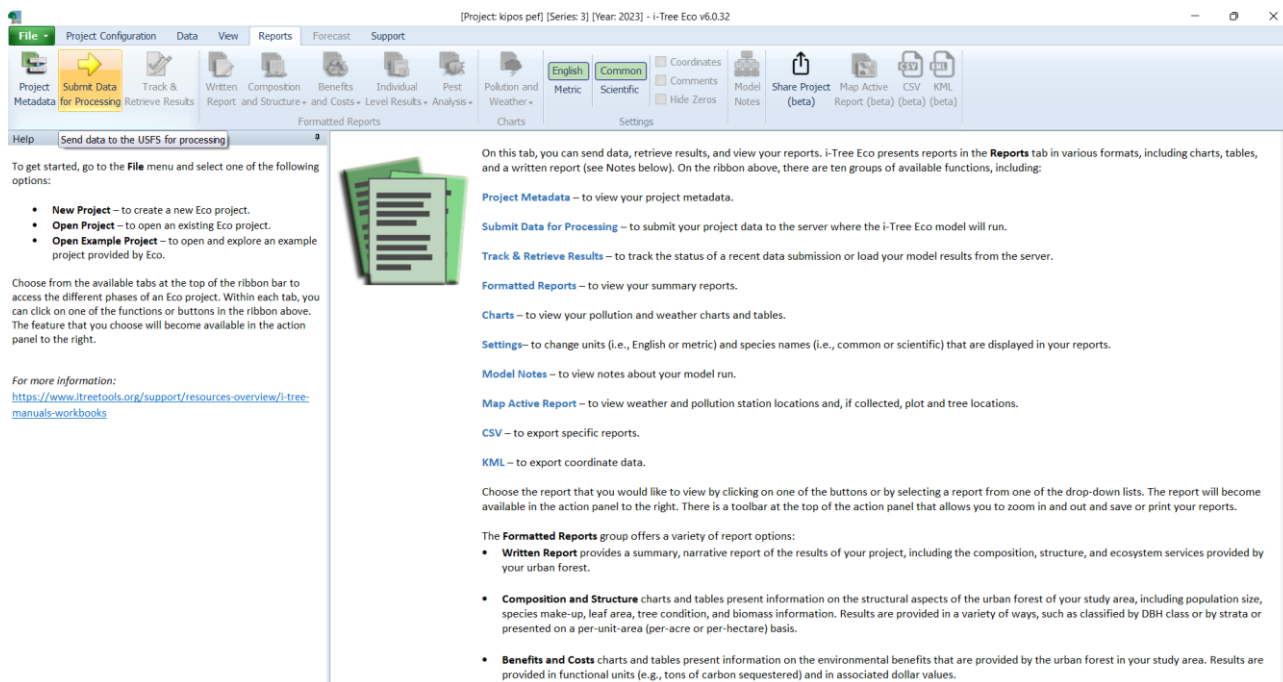
Εικόνα 66. Προσδιορισμός των τιμών των οφελών (Benefit Prices)



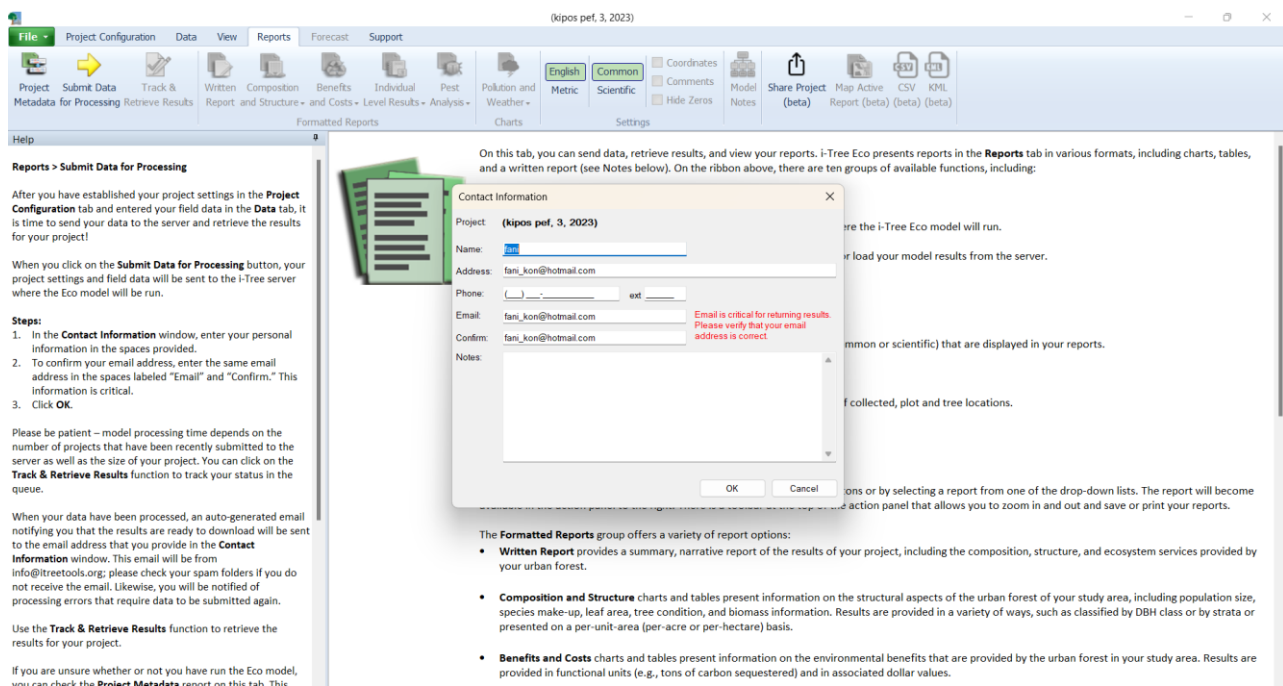
Εικόνα 67. Εντολή στο πρόγραμμα για επιβεβαίωση της εγκυρότητας των δεδομένων που εισήχθησαν



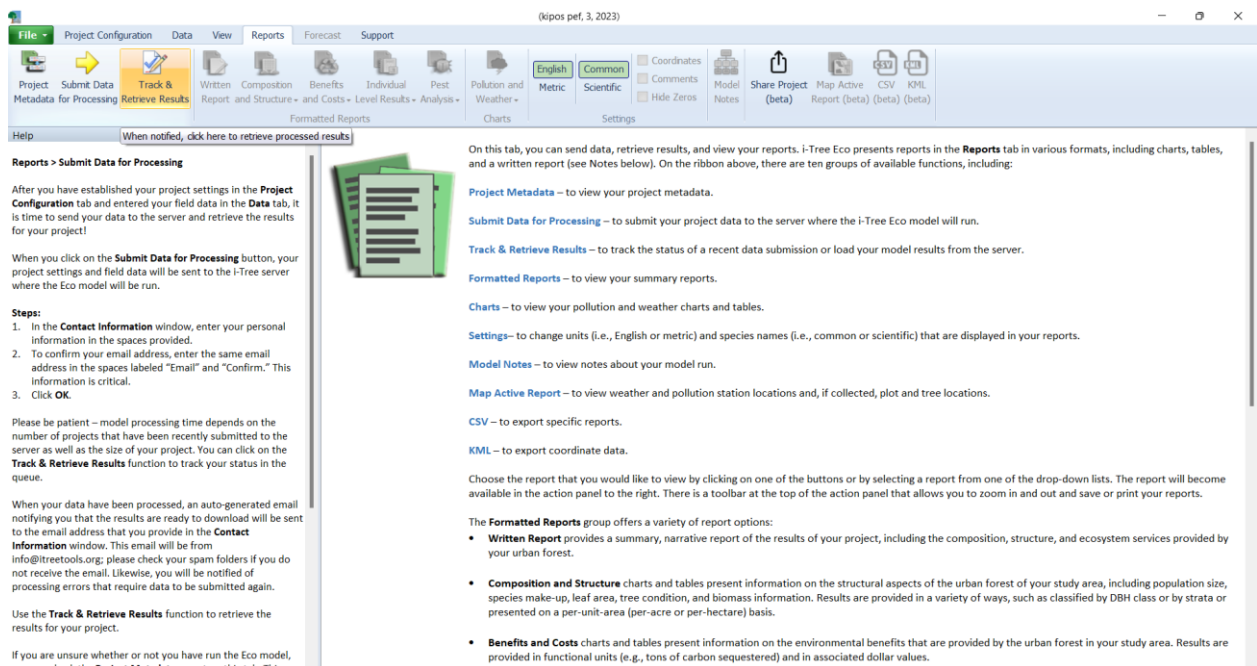
Εικόνα 68. Επιβεβαίωση της εγκυρότητας των δεδομένων από το πρόγραμμα και προτροπή για υποβολή των δεδομένων που εισήχθησαν προς επεξεργασία



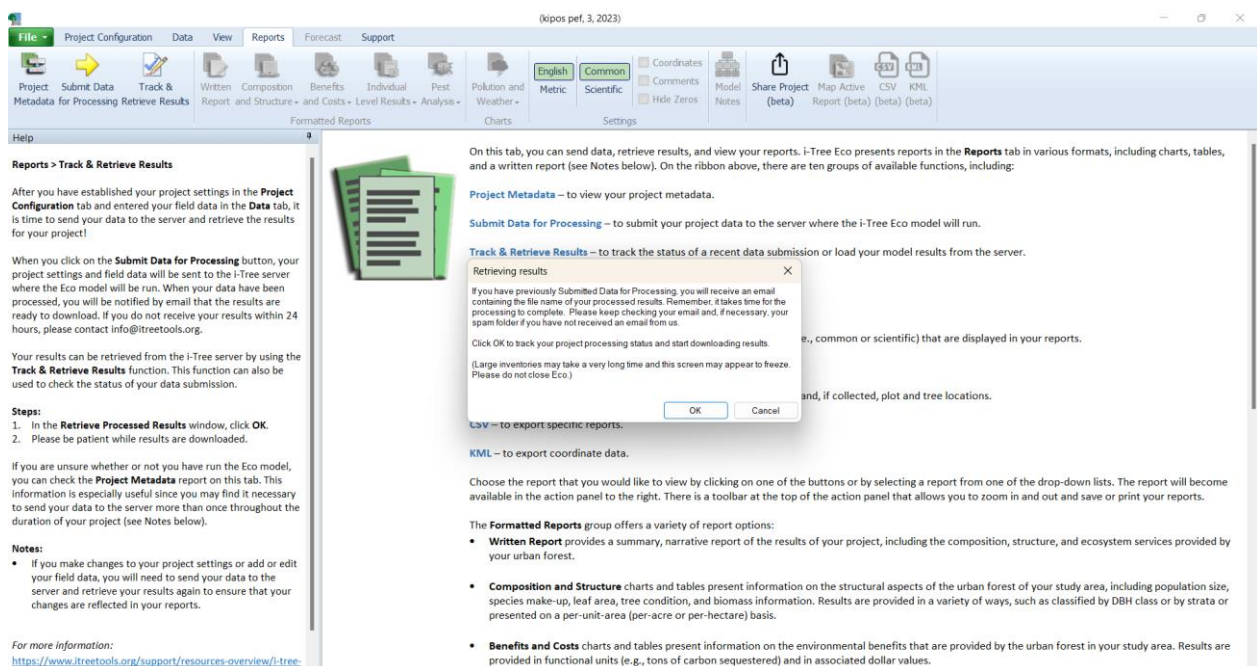
Εικόνα 69. Υποβολή των δεδομένων προς επεξεργασία μέσω της επιλογής *Submit Data for Processing*



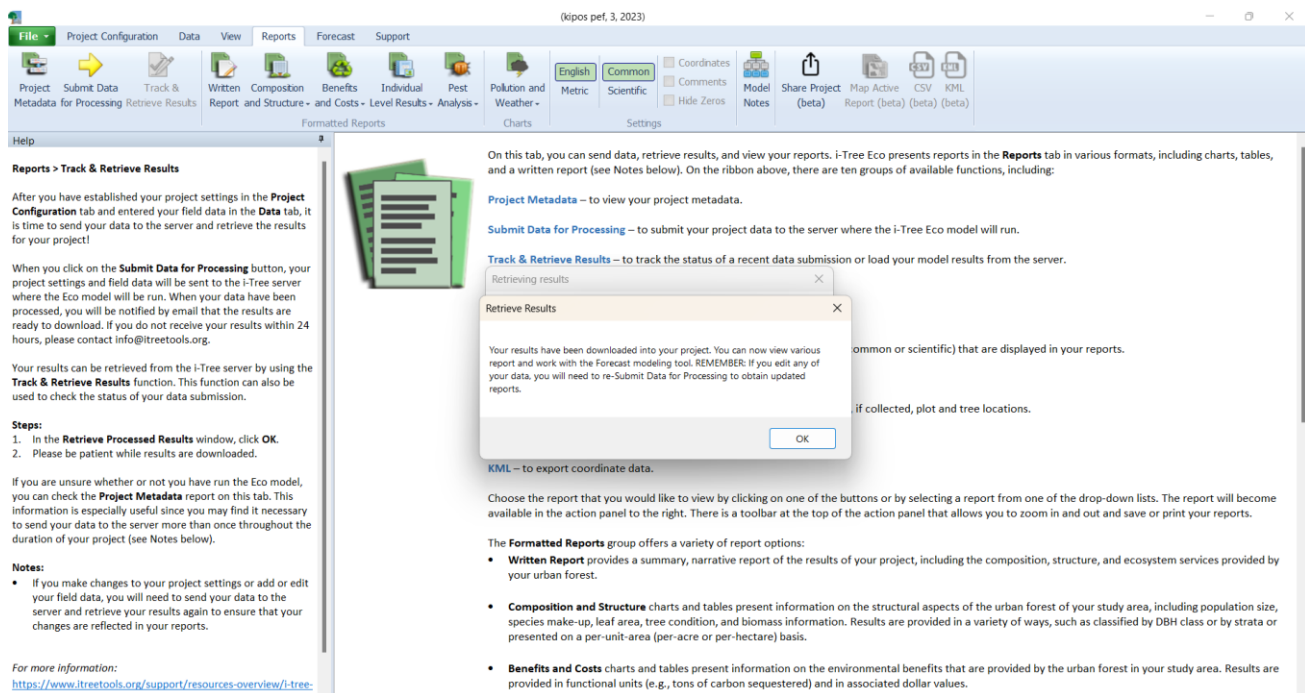
Εικόνα 70. Εισαγωγή ηλεκτρονικής διεύθυνσης (email) για επικοινωνία



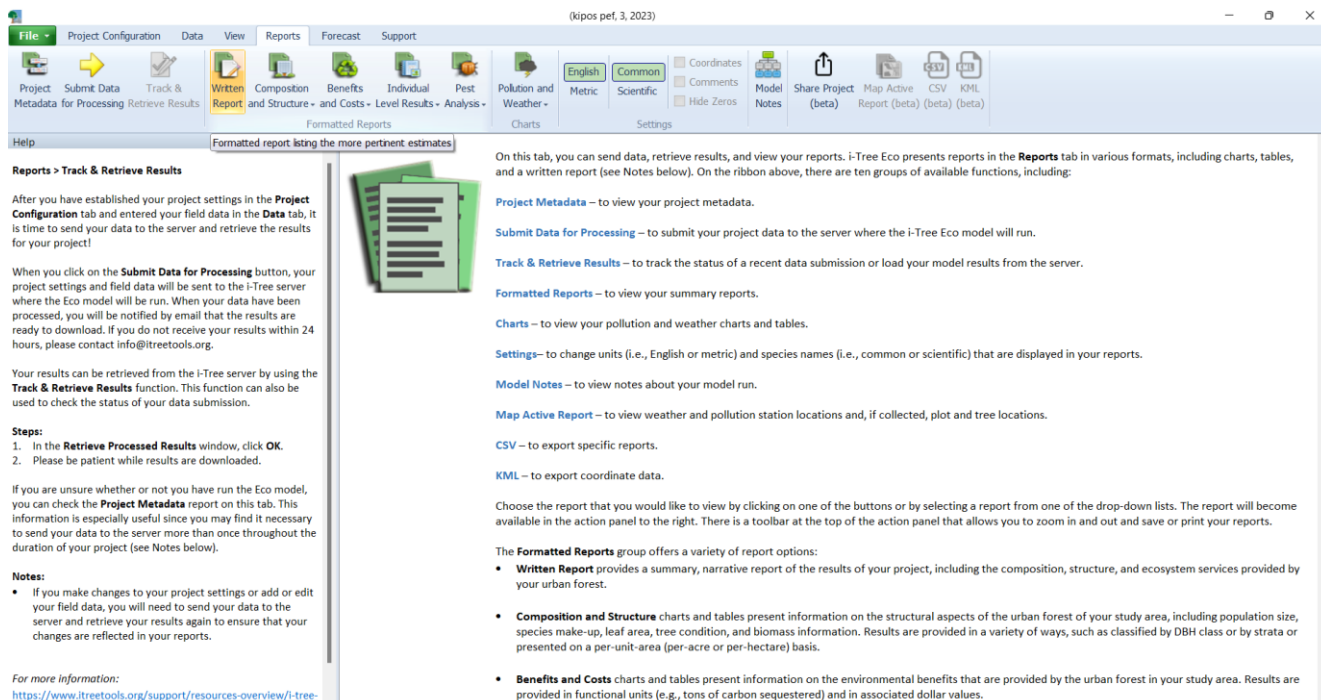
Εικόνα 71. Επιλογή παρακολούθησης και ανάκτησης αποτελεσμάτων



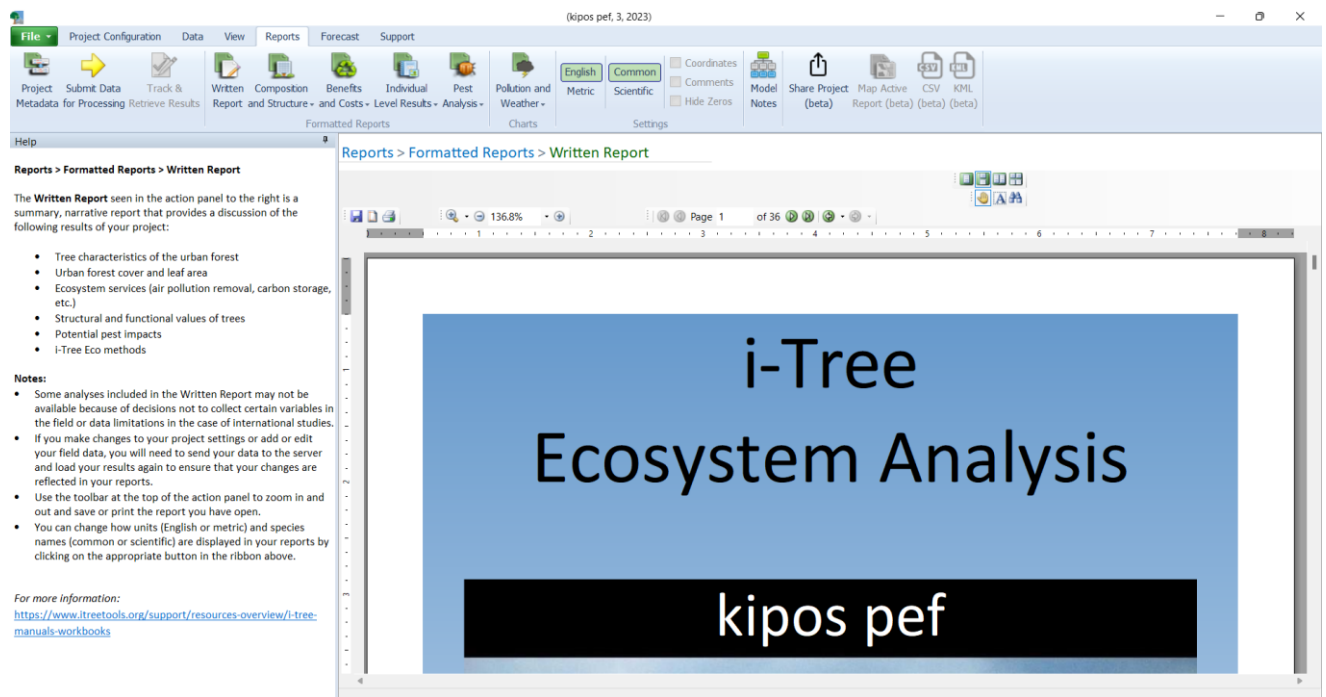
Εικόνα 72. Αποδοχή λήψης αποτελεσμάτων



Εικόνα 73. Σημείωση του μοντέλου για πραγματοποίηση λήψης των δεδομένων και δυνατότητα προβολής τους



Εικόνα 74. Επιλογή προβολής της έκθεσης αποτελεσμάτων του μοντέλου



Εικόνα 75. Η έκθεση αποτελεσμάτων του λογισμικού I-Tree Eco

6.2 Παράρτημα 2 (Επιπρόσθετες προσεγγίσεις για τα αποτελέσματα του δείκτη της ψύξης αέρα περιβάλλοντος)

	Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας (°C) – ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΧΩΡΟΣ				Προσέγγιση 1 Μέσος όρος θερμοκρασιών με τον αισθητήρα 2	Προσέγγιση 2 Μέσος όρος θερμοκρασιών χωρίς τον αισθητήρα 2	Μέση μηνιαία τιμή της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας (°C) – ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ			
	Αισθ. 1	Αισθ. 2	Αισθ. 3	Αισθ. 5	μ.ο. πράσινου χώρου	μ.ο. πράσινου χώρου		Αισθ. 4	Μετεωρ. σταθμός	μ.ο. αστικού χώρου
Ιούνιος	27.00	31.16	26.21	26.43	27.70	26.54	Ιούνιος	29.92	27.53	28.73
Ιούλιος	31.58	33.56	30.50	30.72	31.59	30.93	Ιούλιος	35.03	33.34	34.18
Αύγουστος	30.60	36.33	29.18	29.40	31.38	29.73	Αύγουστος	32.35	31.95	32.15

Προσέγγιση 1 Διαφορά μ.ο. θερμοκρασιών αστικού και πράσινου χώρου με τον αισθητήρα 2	Βαθμολογία	Προσέγγιση 2 Διαφορά μ.ο. θερμοκρασιών αστικού και πράσινου χώρου χωρίς τον αισθητήρα 2	Βαθμολογία
1.03		2.18	
2.60		3.25	
0.77		2.42	

Προσέγγιση 3								
Ιούνιος μετρήσεις από αισθητήρα 4 (αστικός χώρος)			Ιούνιος μετρήσεις από αισθητήρα 3 (πράσινος χώρος)			Διαφορά θερμοκρασιών αισθητήρα 4-αισθητήρα 3		
Temp (C)	Date	Time	Temp (C)	Date	Time			
25.5	6/9/2023	6:40 PM	25.01	6/9/2023	6:40 PM		0.49	
25.17	6/9/2023	6:50 PM	24.79	6/9/2023	6:50 PM		0.38	
24.96	6/9/2023	7:00 PM	24.58	6/9/2023	7:00 PM		0.38	
24.85	6/9/2023	7:10 PM	24.52	6/9/2023	7:10 PM		0.33	
24.85	6/9/2023	7:20 PM	24.41	6/9/2023	7:20 PM		0.44	
24.79	6/9/2023	7:30 PM	24.36	6/9/2023	7:30 PM		0.43	
24.74	6/9/2023	7:40 PM	24.3	6/9/2023	7:40 PM		0.44	
24.68	6/9/2023	7:50 PM	24.3	6/9/2023	7:50 PM		0.38	
24.63	6/9/2023	8:00 PM	24.3	6/9/2023	8:00 PM		0.33	
24.58	6/9/2023	8:10 PM	24.3	6/9/2023	8:10 PM		0.28	
24.58	6/9/2023	8:20 PM	24.2	6/9/2023	8:20 PM		0.38	
24.58	6/9/2023	8:30 PM	24.2	6/9/2023	8:30 PM		0.38	
24.47	6/9/2023	8:40 PM	24.14	6/9/2023	8:40 PM		0.33	
24.41	6/9/2023	8:50 PM	24.14	6/9/2023	8:50 PM		0.27	
24.36	6/9/2023	9:00 PM	24.14	6/9/2023	9:00 PM		0.22	
24.36	6/9/2023	9:10 PM	24.14	6/9/2023	9:10 PM		0.22	
24.25	6/9/2023	9:20 PM	24.09	6/9/2023	9:20 PM		0.16	
24.25	6/9/2023	9:30 PM	24.09	6/9/2023	9:30 PM		0.16	

Προσέγγιση 3								
Ιούλιος μετρήσεις από αισθητήρα 4 (αστικός χώρος)			Ιούλιος μετρήσεις από αισθητήρα 3 (πράσινος χώρος)			Διαφορά θερμοκρασιών αισθητήρα 4-αισθητήρα 3		
Temp (C)	Date	Time	Temp (C)	Date	Time			
24.58	7/1/2023	12:00 AM	23.11	7/1/2023	12:00 AM		1.47	
24.58	7/1/2023	12:10 AM	23.06	7/1/2023	12:10 AM		1.52	
24.52	7/1/2023	12:20 AM	22.95	7/1/2023	12:20 AM		1.57	
24.52	7/1/2023	12:30 AM	22.89	7/1/2023	12:30 AM		1.63	
24.58	7/1/2023	12:40 AM	22.79	7/1/2023	12:40 AM		1.79	
24.3	7/1/2023	12:50 AM	22.68	7/1/2023	12:50 AM		1.62	
24.09	7/1/2023	1:00 AM	22.57	7/1/2023	1:00 AM		1.52	
23.87	7/1/2023	1:10 AM	22.41	7/1/2023	1:10 AM		1.46	
23.71	7/1/2023	1:20 AM	22.3	7/1/2023	1:20 AM		1.41	
23.71	7/1/2023	1:30 AM	22.13	7/1/2023	1:30 AM		1.58	
23.71	7/1/2023	1:40 AM	22.08	7/1/2023	1:40 AM		1.63	
23.71	7/1/2023	1:50 AM	22.08	7/1/2023	1:50 AM		1.63	
23.6	7/1/2023	2:00 AM	22.03	7/1/2023	2:00 AM		1.57	
23.6	7/1/2023	2:10 AM	22.08	7/1/2023	2:10 AM		1.52	
23.54	7/1/2023	2:20 AM	22.03	7/1/2023	2:20 AM		1.51	
23.54	7/1/2023	2:30 AM	21.92	7/1/2023	2:30 AM		1.62	
23.65	7/1/2023	2:40 AM	21.92	7/1/2023	2:40 AM		1.73	
23.71	7/1/2023	2:50 AM	21.97	7/1/2023	2:50 AM		1.74	

Προσέγγιση 3								
Αύγουστος μετρήσεις από αισθητήρα 4 (αστικός χώρος)			Αύγουστος μετρήσεις από αισθητήρα 3 (πράσινος χώρος)			Διαφορά θερμοκρασιών αισθητήρα 4 - αισθητήρα 3		
Temp (C)	Date	Time	Temp (C)	Date	Time			
28.54	8/1/2023	12:00 AM	26.58	8/1/2023	12:01 AM		1.96	
28.43	8/1/2023	12:10 AM	26.48	8/1/2023	12:11 AM		1.95	
28.37	8/1/2023	12:20 AM	26.48	8/1/2023	12:21 AM		1.89	
28.32	8/1/2023	12:30 AM	26.37	8/1/2023	12:31 AM		1.95	
28.27	8/1/2023	12:40 AM	26.37	8/1/2023	12:41 AM		1.9	
28.27	8/1/2023	12:50 AM	26.31	8/1/2023	12:51 AM		1.96	
28.21	8/1/2023	1:00 AM	26.31	8/1/2023	1:01 AM		1.9	
28.05	8/1/2023	1:10 AM	26.15	8/1/2023	1:11 AM		1.9	
27.67	8/1/2023	1:20 AM	25.82	8/1/2023	1:21 AM		1.85	
27.4	8/1/2023	1:30 AM	25.61	8/1/2023	1:31 AM		1.79	
27.07	8/1/2023	1:40 AM	25.28	8/1/2023	1:41 AM		1.79	
26.69	8/1/2023	1:50 AM	25.06	8/1/2023	1:51 AM		1.63	
26.53	8/1/2023	2:00 AM	24.96	8/1/2023	2:01 AM		1.57	
26.53	8/1/2023	2:10 AM	24.85	8/1/2023	2:11 AM		1.68	
26.53	8/1/2023	2:20 AM	24.63	8/1/2023	2:21 AM		1.9	
26.42	8/1/2023	2:30 AM	24.58	8/1/2023	2:31 AM		1.84	
26.31	8/1/2023	2:40 AM	24.41	8/1/2023	2:41 AM		1.9	
26.31	8/1/2023	2:50 AM	24.3	8/1/2023	2:51 AM		2.01	

Προσέγγιση 3			
Ιούνιος			
Μέγιστη διαφορά	9.28	9:30 π.μ.	6/24/2023
Ελάχιστη διαφορά	0.02	9:20 π.μ.	6/12/2023
Μέσος όρος διαφορών	1.62		

Προσέγγιση 3			
Ιούλιος			
Μέγιστη διαφορά	11.02	9:11 π.μ.	7/30/2023
Ελάχιστη διαφορά	0.01	7:11 π.μ.	7/10/2023
Μέσος όρος διαφορών	2.21		

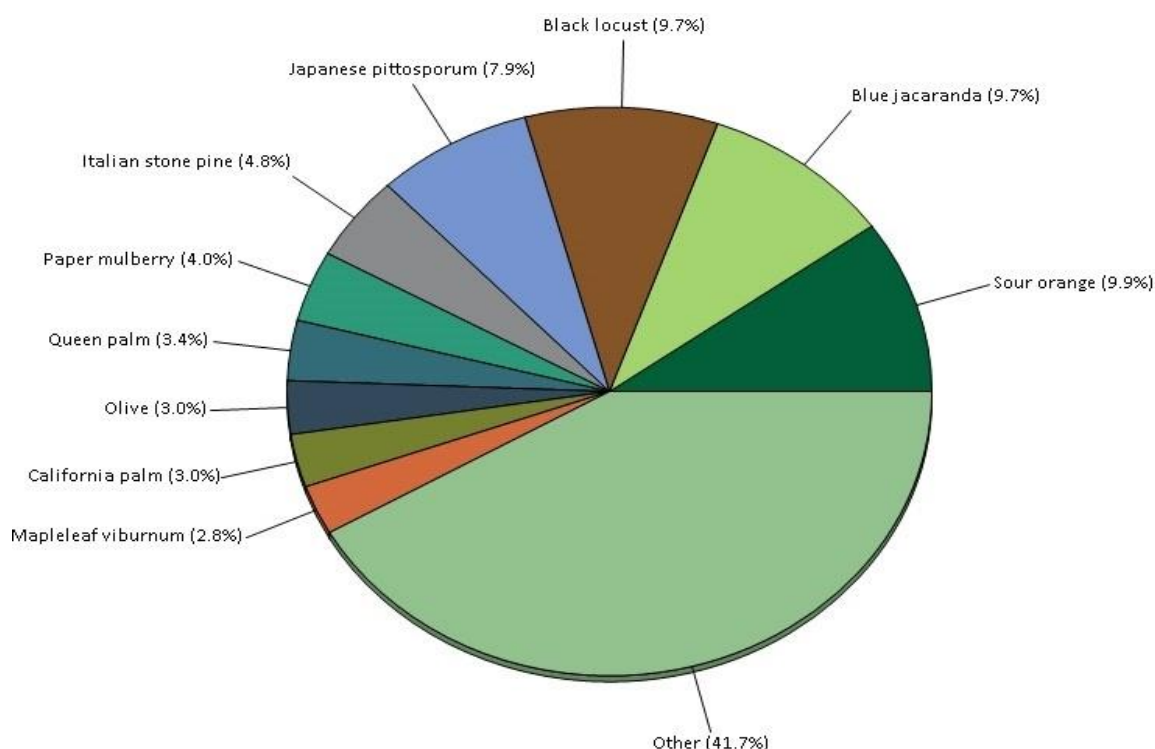
Προσέγγιση 3			
Αύγουστος			
Μέγιστη διαφορά	10.48	9,13 π.μ.	8/5/2023
Ελάχιστη διαφορά	0.05	6,23 μ.μ.	8/4/2023
Μέσος όρος διαφορών	1.84		

6.3 Παράρτημα 3 (Χαρακτηριστικά των δέντρων του πράσινου χώρου)

Στο Παράρτημα 3 παρουσιάζονται αποτελέσματα που εξήχθησαν από το λογισμικό I-Tree Eco, τα οποία αναλύουν τα χαρακτηριστικά του πράσινου χώρου του Δημοτικού Κήπου και του Πάρκου Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά, σύμφωνα με τα δεδομένα για την περιοχή που εισήχθησαν σε αυτό.

Ο πράσινος χώρος διαθέτει 496 δέντρα και ποσοστό δενδροκάλυψης της τάξης του 42.4%. Τα τρία πιο συνηθισμένα είδη που συναντώνται είναι η νεραντζιά (9.9%), η μπλε τζακαράντα (φτέρη)(9.7%) και η μαύρη χαρουπιά (9.7%). Το γράφημα πίτας που παρουσιάζεται παρακάτω (βλ. Εικόνα 76) εξήχθη από το λογισμικό και για αυτόν τον λόγο οι ονομασίες των ειδών των δέντρων είναι γραμμένες στην αγγλική γλώσσα. Για την διευκόλυνση της κατανόησης ακολουθεί πίνακας με μεταφρασμένες της ονομασίες των ειδών των δέντρων στα ελληνικά (βλ. Πίνακας 44).

Επιπροσθέτως, το λογισμικό υπολογίζει την συνολική πυκνότητα των δέντρων στον πράσινο χώρο στα 61 δέντρα/ acre (1 acre= 4.047 στρέμματα= 4047 m²) (βλ. Εικόνα 77) και κατηγοριοποιεί το πλήθος των δέντρων ανάλογα με τη διάμετρο του κορμού τους (βλ. Εικόνα 78).

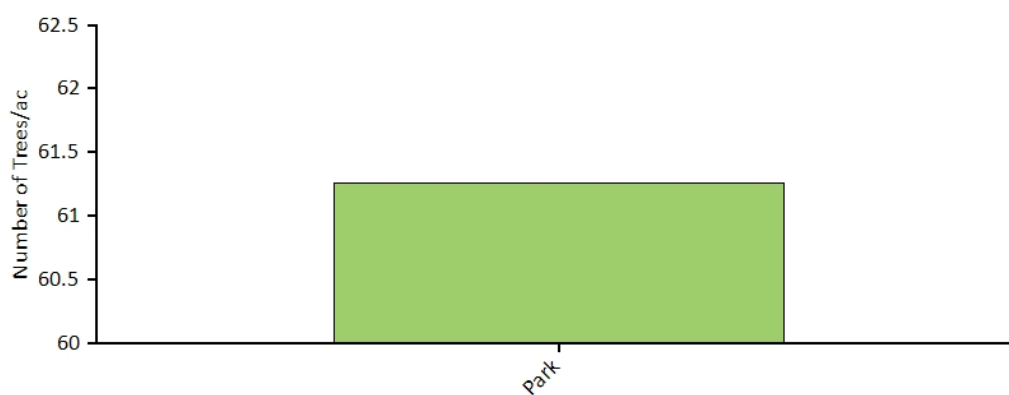


Εικόνα 76. Σύνθεση των ειδών των δέντρων στον πράσινο χώρο

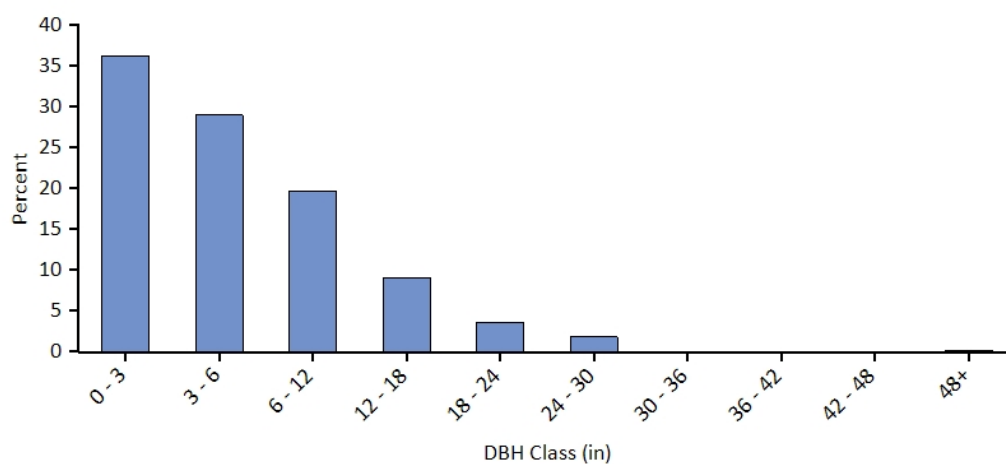
Πίνακας 44. Μετάφραση των πιο συνηθισμένων ειδών δέντρων που συναντώνται στον Δημοτικό Κήπο και στο Πάρκο Ειρήνης και Φιλίας των Λαών στα Χανιά

Κοινή ονομασία δέντρου στην αγγλική	Κοινή ονομασία δέντρου σε μετάφραση στα Ελληνικά
Benjamin fig	Φίκος μπένζαμιν
Gum spp	Ευκάλυπτος
Black locust	Ροβίνια η ψευδοακακία
Oleander	Πικροδάφνη ή ροδοδάφνη

Blue jacaranda	Μπλε τζακαράντα ή φτέρη
Black poplar	Λεύκη η μαύρη
Silk oak	Μεταξένια βελανιδιά
Paper mulberry	Βρουσονέτια η παπυροφόρος
Blue gum eucalyptus	Ευκάλυπτος ο σφαιρικός
Japanese red cedar	Ιαπωνικό κυπαρίσσι
Sour Orange	Νερατζιά
Japanese pittosporum	Αγγελική Κοινή
Italian stone pine	Ιταλικό πεύκο
Queen palm	Κοκοφοίνικας
Olive	Ελιά
California palm	Ουασιγκτονία Πισάρδια
Maple leaf viburnum	Βιβούρνο

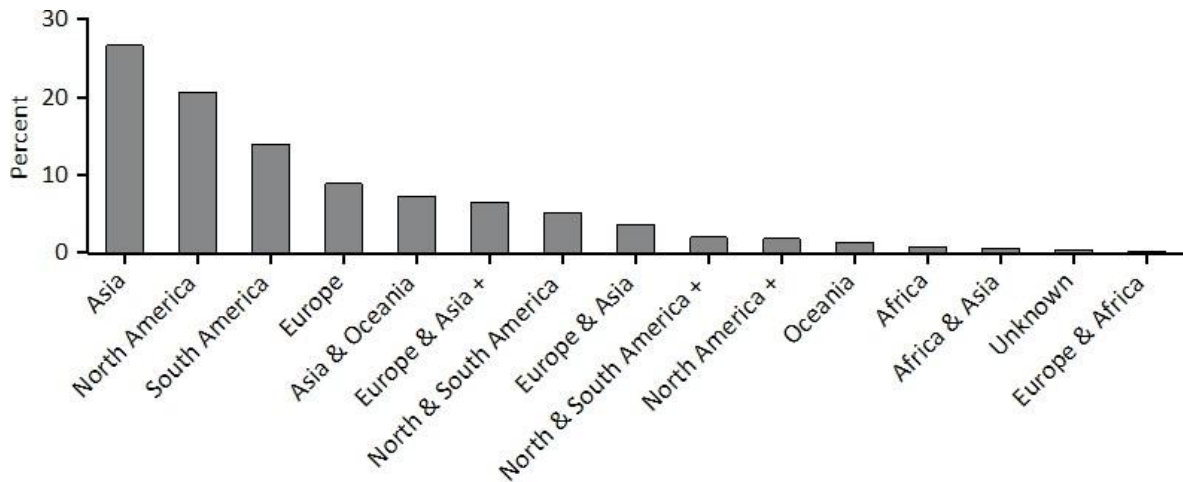


Εικόνα 77. Αριθμός δέντρων ανά ac πράσινου χώρου



Εικόνα 78. Ποσοστό πληθυσμού των δέντρων ανά κατηγορία διαμέτρου (DBH- διάμετρος στήθους κορμού (1in = 0.0254 m)

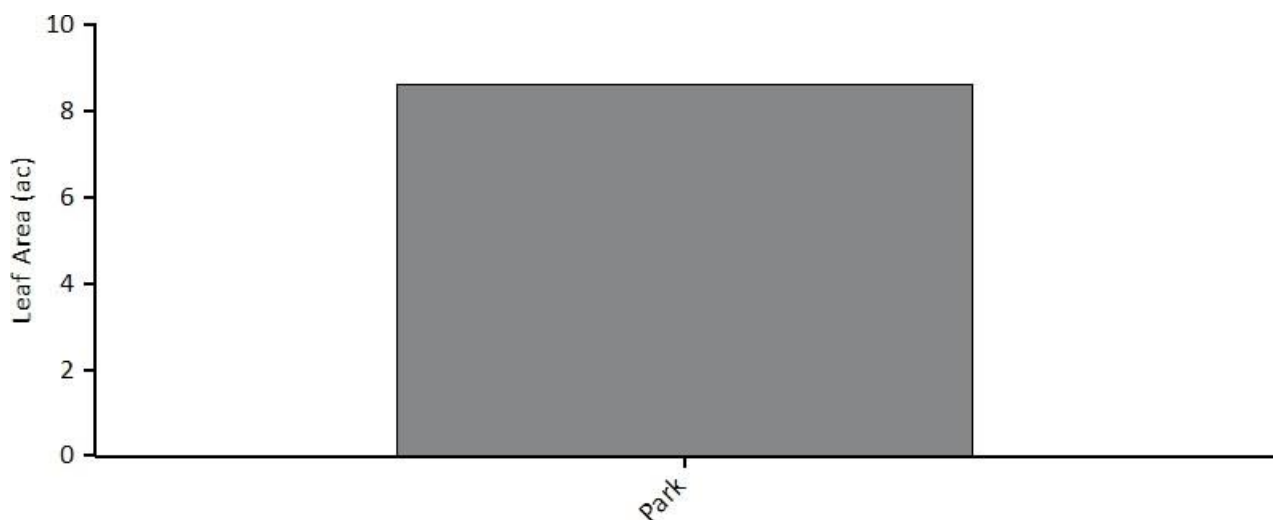
Ο πράσινος χώρος που εξετάζεται αποτελείται από ένα μείγμα ντόπιων και προερχομένων από το εξωτερικό δέντρων. Στον πράσινο χώρο, περίπου το 9% των δέντρων είναι είδη που προέρχονται από την Ευρώπη. Τα περισσότερα δέντρα έχουν προέλευση από την Ασία (27% των δέντρων) (βλ. Εικόνα 79).



Εικόνα 79. Ποσοστό του πληθυσμού των ζωντανών δέντρων στον πράσινο χώρο ανάλογα με την Ήπειρο προέλευσης

Το σύμβολο συν(+) στο παραπάνω διάγραμμα (βλ. Εικόνα 79Εικόνα 80) υποδηλώνει ότι το είδος του δέντρου είναι ενδημικό και σε άλλη ήπειρο εκτός από αυτές που αναφέρονται στην ομάδα.

Ακόμη, σημειώνεται πως τα δέντρα καλύπτουν περίπου το 42% του πράσινου χώρου και παρέχουν 8.637 ac (1 acre= 4.047 στρέμματα= 4047 m²) επιφάνειας φύλλων, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα (βλ. Εικόνα 80).



Εικόνα 80. Επιφάνεια φύλλων (ac)

Σύμφωνα με το λογισμικό, στον πράσινο χώρο, τα πιο κυρίαρχα είδη, όσον αφορά την έκταση των φύλλων, είναι ο φίκος μπέντζαμιν, ο σχίνος του Μαϊάμι και ο φίκος. Τα 10 είδη με τις μεγαλύτερες τιμές σπουδαιότητας παρατίθενται στον Πίνακα 45. Οι τιμές σπουδαιότητας (IV) υπολογίζονται ως το άθροισμα του ποσοστού του πληθυσμού και

του ποσοστού της επιφάνειας των φύλλων. Οι υψηλές τιμές σπουδαιότητας δεν σημαίνουν ότι πρέπει ο πληθυσμός αυτών των δέντρων να μεγαλώσει στο μέλλον, απλώς ότι αυτά τα είδη δέντρων επικρατούν αυτήν την στιγμή στον πράσινο χώρο.

Πίνακας 45. Τα σημαντικότερα είδη δέντρων στον πράσινο χώρο

Όνομα είδους	Ποσοστό πληθυσμού	Ποσοστό επιφάνειας φύλλων	IV
Φίκος Μπενζαμιν	2.2	13.3	15.5
Κουκουναριά	4.8	8.0	12.8
Ροβίνια η ψευδοακακία	9.7	2.7	12.4
Σχίνος του Μαϊάμι	0.8	11.1	12.0
Μπλέ τζακαράντα ή φτέρη	9.7	2.2	11.9
Φίκος	0.4	11.1	11.5
Νερατζιά	9.9	0.5	10.4
Ελιά	1.8	8.3	10.1
Αγγελική Κοινή	7.9	1.4	9.3
Ευκάλυπτος	1.2	6.4	7.6