



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΔΗΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

«ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΩΝ
ΧΩΡΩΝ Δ.Ε. ΧΑΝΙΩΝ»

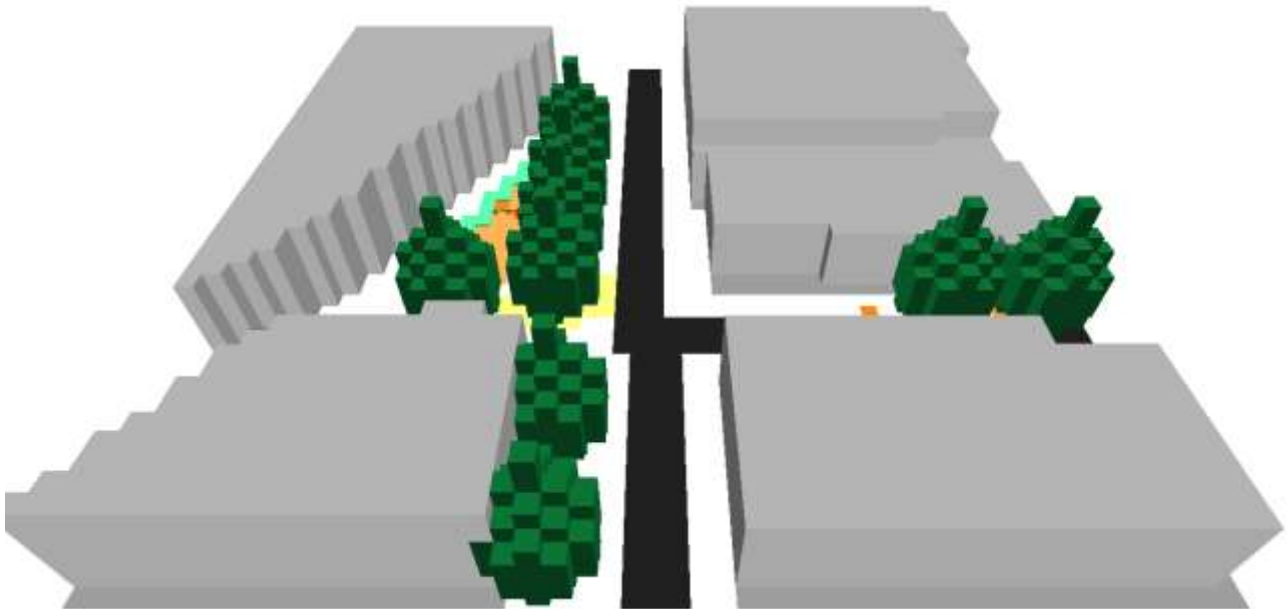
ΕΡΓΟ: Παρεμβάσεις βελτίωσης του δημόσιου χώρου Δ. Χανίων
ΥΠΟΕΡΓΟ: Στρατηγική ανάπτυξη οικιστικού κέντρου Δ. Χανίων

ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΔΗΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ: ΤΣΙΤΟΥΡΑ ΜΑΡΙΑΝΝΑ , ΔΙΠΛ.ΑΡΧ.ΜΗΧ.Α.Π.Θ. PHD

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ



ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ	4
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ	5
4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ	9
5. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ	10
6. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	13
6.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	13
6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	14
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	35

1. Εισαγωγή

Η αρχιτεκτονική μελέτη του έργου **«Παρεμβάσεις βελτίωσης του δημόσιου χώρου Δ. Χανίων, Στρατηγική ανάπτυξη οικιστικού κέντρου Δ. Χανίων»** εκπονήθηκε από την αρχιτέκτονα μηχανικό Τσίτουρα Μαριάννα σύμφωνα με την σύμβαση με Α.Π. 47501/16-09-2021 (ΑΔΑΜ: 21ΣΥΜΝ009216936 2021-09-16) με σκοπό τον σχεδιασμό και αναβάθμιση κεντρικής περιοχής της πόλης των Χανίων. Στο αντικείμενο της παρούσας μελέτης περιλαμβάνεται ο επανασχεδιασμός των οδών Μυλωνογιάννη, Σφακιανάκη, Ζυμβρακάκηδων, Παρθενίου Κελαϊδή, Μανουσογιαννάκηδων, Μαργουνίου, Ξέπαπα, Πολέντα, Καρτάκη, Ιωνίας, Λουτρών, Κωνσταντινουπόλεως – Γρηγορίου Ε', Σμύρνης, Υψηλαντών με όλους τις παρόδους τους και τους κοινόχρηστους χώρους που η περιοχή περιλαμβάνει.

Η παρούσα τεχνική έκθεση στοχεύει να αναλύσει τα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά και λειτουργία της πρότασης. Η επιστημονική τεκμηρίωση του βιοκλιματικού χαρακτήρα της πρότασης ανάπτυξης ακολουθεί διεθνή πρότυπα και επιστημονικά τεκμηριωμένη μεθοδολογία.

Γενικά ο διαμορφωμένος υπαίθριος χώρος πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του τοπικού κλίματος βελτιώνοντας την εμπειρία του επισκέπτη. Στις μέρες μας υπάρχει επαρκής τεκμηρίωση της ιδιαιτερότητας του μικροκλίματος της κάθε περιοχής και των ιδιαίτερων απαιτήσεων του.

Ο σχεδιασμός του υπαίθριου χώρου σχετίζεται με τη θερμική άνεση και την υγεία των χρηστών όπως και με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Πλέον η ανάπτυξη των τεχνολογικών μέσων όπως οργάνων μέτρησης και λογισμικών παρέχει μεγάλες δυνατότητες μελέτης και κατασκευής χώρων που ανταποκρίνονται στις παραπάνω απαιτήσεις. Είναι επίσης γνωστό πως το είδος των διαφορετικών υλικών κατασκευής των αστικών υπαίθριων χώρων, η χωροθέτηση των γειτονικών κτηρίων, η φύτευση και ο σκιασμός τροποποιούν τις κλιματικές συνθήκες σε τοπική κλίμακα παράγουν χαρακτηριστικά μικροκλιματικά αποτελέσματα όπως η μείωση ταχύτητας ανέμου, οι μεταβολές στην υγρασία και τα αυξανόμενα θερμικά φορτία (Tsitoura, 2016).

Κύριος στόχος της παρούσας μελέτης είναι η βιοκλιματική τεκμηρίωση του νέου σχεδιασμού των κοινόχρηστων χώρων της περιοχής μελέτης, ο οποίος έχει γίνει με βάση

κριτήρια λειτουργικά, αισθητικά σε συνδυασμό με κριτήρια θερμικής άνεσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

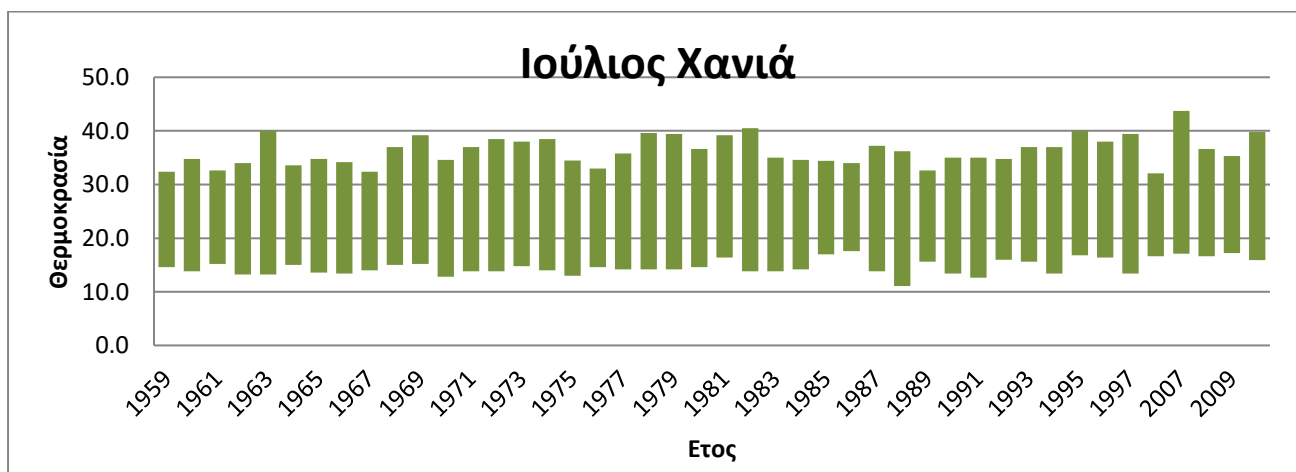
Αρχικά παρουσιάζονται τα βασικά κλιματικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής των Χανίων και ιδιαίτερα του αστικού κέντρου στο οποίο βρίσκεται και η περιοχή παρέμβασης. Σε επόμενο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία και τα εργαλεία αξιολόγησης του μικροκλίματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η πρόταση ανάπλασης και η προσομοίωση των αποτελεσμάτων στη βελτίωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, της θερμοκρασίας επιφάνειας, της ακτινοβολίας, του ανέμου, της υγρασίας, των ρύπων και της θερμικής άνεσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην μελέτη συγκεκριμένων σημείων μέσα στην περιοχή ανάλογα με το υλικό δαπεδόστρωσης και ανάλογα με το ποσοστό σκιασμού τους ώστε ο χώρος να λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας και να προσφέρει κατά το δυνατόν συνέχεια σημεία με θερμική άνεση και δυνατότητα χρήσης.

2. Κλιματικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των Χανίων

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο κέντρο των Χανίων. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από πολυόροφα κτίρια που καταλαμβάνονται από τη χρήση της κατοικίας στο μεγαλύτερο ποσοστό ενώ στις χρήσεις ισογείου εμφανίζεται περιορισμένα τοπικό εμπόριο. Οι οδοί έχουν μέσο πλάτος 10,00 m ενώ υπάρχουν και κάποιες με μικρότερη διατομή και μεσό πλάτος 6,00 m. Εντός της περιοχής μελέτης υπάρχει επίσης το ΚΤΕΛ Χανίων και υπηρεσίες του Δήμου Χανίων με το Δημαρχείο. Στην υπάρχουσα κατάσταση τα πεζοδρόμια δεν έχουν ομοιόμορφη επικάλυψη, επί το πλείστον είναι από κατεστραμμένες τσιμεντόπλακες και τσιμέντο.

Το κλίμα των Χανίων είναι χαρακτηρισμένο ως μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια. Στις ακτές οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες μετριάζονται από την επίδραση της θάλασσας. Πέρα από τους ανέμους από τη θάλασσα, χαρακτηριστικά των θερινών κλιματικών συνθηκών της πόλης αποτελούν η διαρκής ηλιοφάνεια, το φαινόμενο της αστικής νησίδας και η αυξημένη υγρασία.

Για τη βιοκλιματική μελέτη όπως θα αναλυθεί παρακάτω τα κλιματολογικά δεδομένα για την προσομοίωση λήφθηκαν από την ΕΜΥ σαν μέσο όρο του μήνα Ιουλίου των τελευταίων 10 ετών. Έτσι δημιουργήθηκε μια τυπική ημέρα όπου οι θερμοκρασίες εμφανίζονται αρκετά αυξημένες και είναι χαρακτηριστικές του καλοκαιριού. Για την σύνταξη της βιοκλιματικής τεκμηρίωσης δεν έγιναν μετρήσεις καθώς οι τρέχοντες μήνες δεν είναι χαρακτηριστικοί του καλοκαιριού και δεν θα είχε ουσιαστικά αποτελέσματα η προσομοίωση. Επιλέχθηκε η προσομοίωση με βάση μια χαρακτηριστική ημέρα του καλοκαιριού ώστε να φανεί η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης σε συνθήκες που να είναι αντιπροσωπευτικές των θερμών καλοκαιρινών ημερών.



Διάγραμμα 1: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές τον μήνα Ιούλιο στα Χανιά

3. Μεθοδολογία και εργαλεία βιοκλιματικής μελέτης υπαίθριου χώρου

Η μεθοδολογία αυτή όπως έχει διαμορφωθεί από την ομάδα μελέτης περιγράφεται από το παρακάτω Διάγραμμα 2, περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

3.1. Ανάλυση της τοποθεσίας μελέτης του χώρου

Με την ανάλυση της περιοχής μελέτης μελετώνται πριν από οποιαδήποτε παρέμβαση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας όσον αφορά τον προσανατολισμό των οδών, την γεωμετρία και όλες τις σταθερές παραμέτρους σχεδιασμού οι οποίες είναι ανελαστικές και καθορίζουν τις συνθήκες περιβάλλοντος. Μελετώνται οι ανάγκες του σχεδιασμού, οι χρήσεις γης και η θέση σε σχέση με τον πυρήνα της πόλης του χώρου αυτού.

Με το βήμα αυτό αποτυπώνονται με λεπτομέρεια όλα τα χαρακτηριστικά του χώρου που επηρεάζουν τις μικροκλιματικές συνθήκες. Οι συνθήκες που διέπουν το μικροκλίμα βασίζονται σε πολύ ευαίσθητες ισορροπίες, τα χαρακτηριστικά των υλικών των περιβαλλόντων κτιρίων, οι υπάρχουσες φυτεύσεις, τοπικά χαρακτηριστικά που αφορούν το ανάγλυφο ή τα υψόμετρα της περιοχής είναι στοιχεία που καταγράφονται με λεπτομέρεια και χρησιμοποιούνται σαν κυρίαρχες παράμετροι στην μελέτη του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

3.2. Προσδιορισμός κλιματολογικών παραμέτρων για μια τυπική μέρα του θερμότερου μήνα του καλοκαιριού

Εάν δεν είναι εφικτός ο προσδιορισμός της τυπικής ημέρας από καταγραφή μακροχρόνιων μετεωρολογικών στοιχείων είναι απαραίτητη η οργάνωση συστήματος μετρήσεων πεδίου για μετρήσεις των βασικών παραμέτρων διαμόρφωσης του μικροκλίματος. Αυτές οι παράμετροι είναι:

- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε διάφορα υψόμετρα και η θερμοκρασία επιφάνειας
- Η σχετική Υγρασία
- Η ταχύτητα και η κατεύθυνση ανέμου
- Η ένταση και κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας
- Η θερμοχωρητικότητα, απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα των υλικών
- Η θερμοκρασία υγρής σφαίρας και η θερμοκρασία ξηρής σφαίρας

Όλες οι παράμετροι πρέπει να μετρηθούν με όργανα ακρίβειας τουλάχιστον δύο ψηφίων που να έχουν διαμορφωθεί σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 7726/ 1998. Επίσης σημαντική είναι η συνεχόμενη και ταυτόχρονη καταγραφή από πολλαπλά σημεία και η δυνατότητα εύκολης συλλογής των δεδομένων. Χρησιμοποιούνται πιστοποιημένος μετρητικός εξοπλισμός, ο οποίος τοποθετείται στην περιοχή και επικοινωνεί με υπολογιστή για τη συλλογή συνεχών δεδομένων.

3.3. Χρήση κατάλληλου λογισμικού προσομοίωσης του μικροκλίματος

Το θέμα της μοντελοποίησης της εξωτερικής θερμικής άνεσης και των μικροκλιματικών συνθηκών συχνά αντιμετωπίζεται χρησιμοποιώντας απλουστευμένες μεθόδους και με λογισμικά στα οποία οι πολύπλοκες ατμοσφαιρικές διεργασίες αντικαθίστανται από σύστημα εισαγωγής δεδομένων (Huttner και Bruse, 2009). Πρόκειται ουσιαστικά για μια απλή μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων, όπου η προσομοίωση αποτελείται από ένα μοντέλο το οποίο αντικαθιστά το πραγματικό σύστημα.

Τα μοντέλα ταξινομούνται σε φυσικά (φυσική αναπαράσταση του αντικειμένου που αντιπροσωπεύεται) και μαθηματικά (χρήση μαθηματικών εννοιών για την περιγραφή των φυσικών ιδιοτήτων του συστήματος, ή των λειτουργιών του, ή των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος) (Χατζηδημητρίου 2012).

Η προσομοίωση του μικροκλίματος σε υπαίθριους χώρους περιλαμβάνει σημαντικές παραδοχές και απλοποιήσεις και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αναπαραστήσει ακριβώς την πολυπλοκότητα του αστικού χώρου και των φυσικών διεργασιών που πραγματοποιούνται μέσα σε αυτόν. Για την αναλυτική διερεύνηση του μικροκλίματος μέσω προσομοίωσης είναι απαραίτητη η αξιολόγηση και ιεράρχηση των σημαντικότερων παραμέτρων που επηρεάζουν τη διαμόρφωσή του και η επιλογή των κατάλληλων εργαλείων. Για τον λόγο αυτό η χρήση οποιουδήποτε μοντέλου ή λογισμικού πάντα συνοδεύεται από μελέτη επαλήθευσης των υπολογιζόμενων τιμών με πραγματικές μετρήσεις πεδίου.

3.4. Συμπεράσματα ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης των παραγόντων του μικροκλίματος αποτυπώνονται συνήθως σε διαγράμματα και σε χρωματικούς χάρτες με τη βοήθεια των λογισμικών. Με τη βοήθεια των χαρτών που προκύπτουν για κάθε ώρα της ημέρας κατά τη θερινή περίοδο εξετάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, της θερμοκρασίας επιφάνειας και άλλων μικροκλιματικών παραμέτρων όπως η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου

και η θερμική άνεση των χρηστών. Για όλη την περιοχή υπολογίζονται οι βιοκλιματικοί δείκτες για τον καθορισμό των προβλημάτων που η πρόταση ανάπλασης καλείται να επιλύσει.

3.5. Διαμόρφωση προτάσεων ανάπλασης

Για τη διαμόρφωση των προτάσεων ανάπλασης της κάθε περιοχής λαμβάνονται υπόψη όλα τα προβλήματα που έχουν εντοπιστεί από την προσομοίωση της υπάρχουσας κατάστασης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Στην φάση αυτή διαμορφώνεται ο προτεινόμενος σχεδιασμός και επιλέγονται τα υλικά δαπέδων, διαμορφώσεων και η φύτευση. Για την επαλήθευση ότι η πρόταση ανάπλασης επιλύει τα προβλήματα που έχουν καθοριστεί από τα προηγούμενα βήματα δημιουργείται μοντέλο προσομοίωσης του νέου σχεδιασμού και έτσι επαναυπολογίζονται όλες οι παράμετροι του μικροκλίματος.

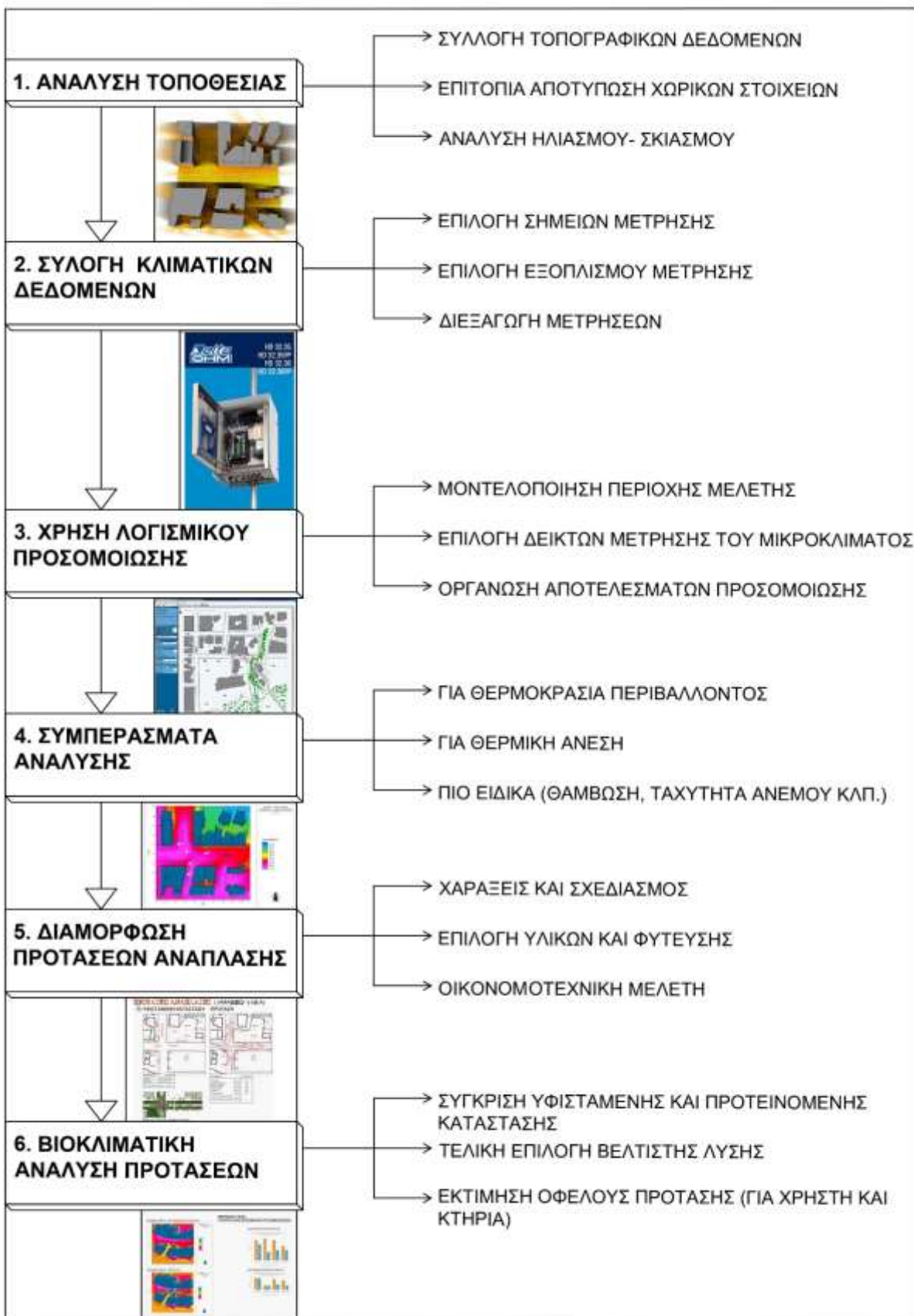
3.6. Αποτελέσματα βιοκλιματικής ανάλυσης της πρότασης

Πριν οποιαδήποτε οριστικοποίηση του νέου σχεδιασμού μελετώνται τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων (υπάρχουσα και προτεινόμενη κατάσταση). Για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του χώρου μελετώνται ένα ή περισσότερα σενάρια είτε σχεδιασμού είτε υλικών και φυτεύσεων. Κύριος στόχος είναι η μείωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος, η εξυγίανση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και η επαρκής σκίαση.

Τέλος η μεθοδολογία ολοκληρώνεται με τη βιοκλιματική ανάλυση της πρότασης. Συγκρίνεται η υφιστάμενη και η προτεινόμενη κατάσταση ως προς την άνεση του χρήστη, της εξοικονόμησης ενέργειας και του περιορισμού των εκπομπών CO₂.

Το τελευταίο στάδιο περιλαμβάνει επίσης εκτίμηση του οφέλους της πρότασης και διερεύνηση της γνώμης των χρηστών οι οποίοι είναι και οι τελικοί αποδέκτες των παρεμβάσεων. Η συλλογή καλών και κακών πρακτικών είναι αυτή που θα βελτιστοποιήσει την μεθοδολογία και το είδος των παρεμβάσεων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ



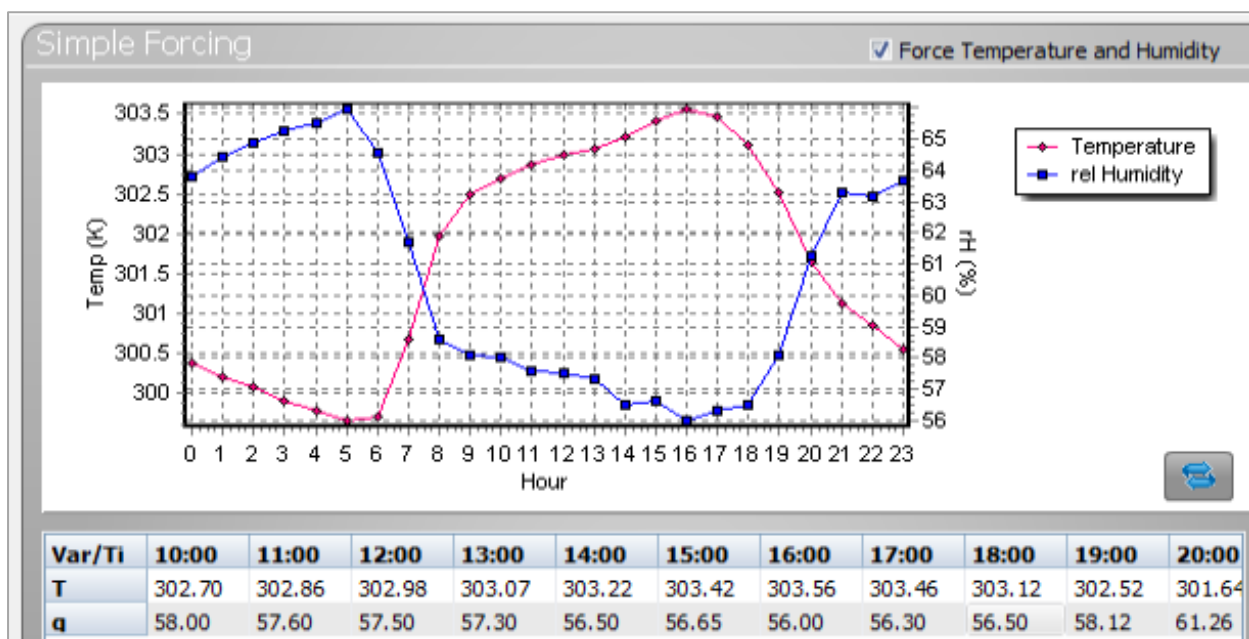
Διάγραμμα 2: Μεθοδολογία:(Τσίτουρα Μαριάννα PhD (2019))

4. Λογισμικό προσομοίωσης μικροκλίματος

Στην παρούσα μελέτη για την προσομοίωση του μικροκλίματος επιλέχτηκε η χρήση του προγράμματος ENVI-met 5, το οποίο ορίζεται από τους δημιουργούς του ως ένα τρισδιάστατο, μη υδροστατικό μοντέλο πρόγνωσης και αποτύπωσης μικροκλιματικών δεδομένων στους υπαίθριους χώρους. Πρόκειται για λογισμικό που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο του Μποχουμ στη Γερμανία και πιο συγκεκριμένα από τον καθηγητή Michael Bruse και την ομάδα του από το 1997.

Για το λογισμικό αυτό η ομάδα εργασίας διαθέτει ήδη άριστη γνώση εφαρμογής και χειρισμού του λογισμικού και των εργαλείων του καθώς έχει χρησιμοποιηθεί για μια σειρά μελετών και δημοσιεύσεων που σχετίζονται με την προσομοίωση των μικροκλιματικών παραμέτρων σε εξωτερικούς χώρους καθώς και έρευνας που διεξάγεται στο Πολυτεχνείο Κρήτης, στη Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος (Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων) Η διεθνής πρωτοτυπία των ερευνών αυτών τεκμηριώνεται και από τη δημοσίευσή τους σε μερικά από τα σημαντικότερα διεθνή επιστημονικά περιοδικά με κρίση [1–4].

Τα δεδομένα όπως τοποθετήθηκαν στο πρόγραμμα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 33 όπου δείχνει τις τιμές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας ανά ώρα οι οποίες καταχωρήθηκαν στο λογισμικό και χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση.



Διάγραμμα 3: Μετεωρολογικά δεδομένα όπως καταχωρήθηκαν στο πρόγραμμα προσομοίωσης

Οι τιμές αυτές έχουν ληφθεί από τον τοπικό μετεωρολογικό σταθμό και όχι από τον σταθμό εντός της περιοχής παρέμβασης καθώς τα δεδομένα εισαγωγής προσομοίωσης του προγράμματος απαιτούν μετεωρολογικά στοιχεία του μεσοκλίματος και όχι του μικροκλίματος τα οποία υπολογίζονται από το ίδιο το πρόγραμμα.

Τα δεδομένα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για τις οριακές συνθήκες όπως καταχωρήθηκαν για τις συγκεκριμένες μέρες αποτελούν τυπικές τιμές για τα δεδομένα του κλίματος τους καλοκαιρινούς μήνες.

5. Βιοκλιματικές παρεμβάσεις – Πρόταση ανάπλασης

Η υπάρχουσα κατάσταση της περιοχής μελέτης όπως φαίνεται και στην εικόνα και έχει αναλυθεί στην τεχνική έκθεση περιλαμβάνει τις οδούς Μυλωνογιάννη, Σφακιανάκη, Ζυμβρακάκηδων, Παρθενίου Κελαϊδή, Μανουσογιαννάκηδων, Μαργουνίου, Ξέπαπα, Πολέντα, Καρτάκη, Ιωνίας, Λουτρών, Κωνσταντινουπόλεως – Γρηγορίου Ε', Σμύρνης, Υψηλαντών με όλους τις παρόδους τους και τους κοινόχρηστους χώρους που η περιοχή περιλαμβάνει. Η περιοχή μελέτης έχει συνολικό εμβαδό περίπου 34.700,00 m² και βρίσκεται στο κέντρο της πόλης των Χανίων. Περιλαμβάνει τους κοινόχρηστους χώρους γύρω από περίπου 30 οικοδομικά τετράγωνα και οριοθετείται δυτικά από την οδό Κισσαμου και το όριο του παλιού σχεδίου πόλεως Δ. Χανίων, ανατολικά από την οδό Καραϊσκάκη, βόρεια από την οδό Κυδωνίας και νότια από την οδό Μ.Μπότσαρη.



Εικόνα 1: περιοχή παρέμβασης

Ο νέος σχεδιασμός όπως φαίνεται και στην **Error! Reference source not found.2** προσπαθεί να διορθώσει όλα προβληματικά σημεία και να δημιουργήσει έναν χώρο με βελτιωμένες μικροκλιματικές συνθήκες ο οποίος να ευνοεί την χρήση.

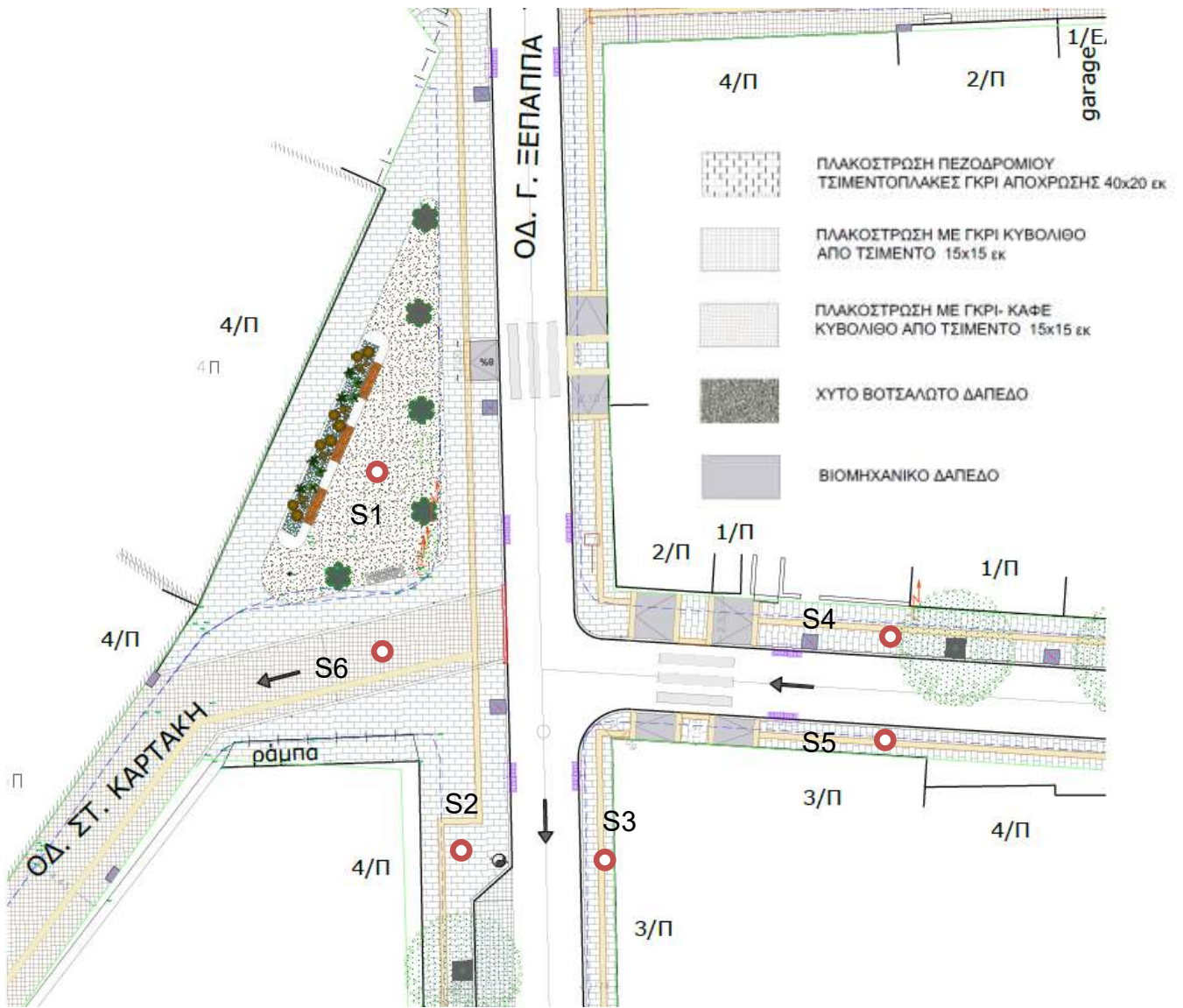
Ο Πίνακας 1 αναλύει τις ιδιότητες των υλικών που προτείνονται για χρησιμοποίηση στον νέο σχεδιασμό και τα σημεία τοποθέτησή τους περιγράφονται αναλυτικά στην τεχνική έκθεση της ανάπλασης και στις κατόψεις της μελέτης (εικόνες 3,4).

Πίνακας 1: Ιδιότητες υλικών επιστρώσεων

Υλικό	Albedo	Συντελεστής εκπομπής
Τσιμεντόπλακες	0,30	0,80
Κυβόλιθος γκρι- καφέ	0,30	0,89
Χυτό Βοτσαλωτό	0,80	0,91
Χώμα	0,01	0,90
Άσφαλτος	0,20	0,90



Εικόνα 2: Πρόταση ανάπλασης τμήματος περιοχής



Εικόνα 3: Πρόταση ανάπλασης τμήματος περιοχής με πλάτωμα

6. Προσομοίωση μικροκλίματος περιοχής μελέτης

6.1 Μεθοδολογία ανάλυσης

Το πρόγραμμα προσομοίωσης μικροκλίματος όπως αναφέρθηκε σε περασμένο κεφάλαιο επιτρέπει την τοποθέτηση κανάβου 50x50. Επειδή η περιοχή μελέτης έχει μεγάλη έκταση και το βέλτιστο μέγεθος κελιού ανάλυσης είναι το 1-1.5 μέτρο ανά σημείο για την βιοκλιματική τεκμηρίωση του νέου σχεδιασμού επιλέχθηκε να γίνει μικροκλιματική προσομοίωση σε ένα τμήμα της περιοχής μελέτης που περιλαμβάνει το πλάτωμα 1, τμήμα της οδού Ξέπαπα, η οποία έχει προσανατολισμό Β-Ν, τμήμα της οδού Λουτρού με προσανατολισμό Α-Δ και τμήμα της οδού Καρτάκη η οποία πλακοστρώνεται με κυβόλιθους. Η περιοχή ανάλυσης που επιλέχθηκε περιέχει το σύνολο των υλικών που χρησιμοποιούνται και είναι αντιπροσωπευτικό του προσανατολισμού και του μεγέθους των δρόμων υπό μελέτη.

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκε κάναβος διαστάσεων 1.00m.x 1.00m. και επιλέχθηκαν συγκεκριμένα σημεία με διαφορετικά χαρακτηριστικά (περιοχή, προσανατολισμός, υλικά δαπέδου, σκιάσεις) σαν αντιπροσωπευτικά της εκάστοτε περιοχής, για πιο λεπτομερή υπολογισμό των συνθηκών άνεσης και μικροκλίματος και σύγκριση των βιοκλιματικών δεικτών. Στην τελική επιλογή σημείων σημαντικό κριτήριο ήταν η δυσκολία στην επίτευξη θερμικής άνεσης, η συχνότητα χρήσης και η αντιπροσωπευτικότητα του σημείου. Επιλέχθηκαν δηλαδή για σύγκριση τα σημεία που εμφανίζουν τις χειρότερες μικροκλιματικές συνθήκες από άποψη θερμικής άνεσης σε συνδυασμό με τα σημεία που θα έχουν μεγαλύτερη χρήση και με σημεία που είναι χαρακτηριστικά για ανάλυση με βάση τον προσανατολισμό και την διάσταση της οδού.

Τα σημεία που έχουν επιλεγεί για ανάλυση όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 3 είναι:

- Σημείο **S1** που βρίσκεται στο κέντρο του πλατώματος 1,
- Σημείο **S2** που βρίσκεται στο δυτικό πεζοδρόμιο επί της οδού Ξέπαπα,
- Σημείο **S3** που βρίσκεται στο ανατολικό πεζοδρόμιο επί της οδού Ξέπαπα,
- Σημείο **S4** που βρίσκεται στο βόρειο πεζοδρόμιο επί της οδού Λουτρού,
- Σημείο **S5** που βρίσκεται στο νότιο πεζοδρόμιο επί της οδού Λουτρού,
- Σημείο **S6** που βρίσκεται στο κέντρο της οδού Καρτάκη που πλακοστρώνεται με κυβόλιθο.

6.2 Αποτελέσματα βιοκλιματικής προσομοίωσης περιοχής μελέτης

6.2.1 Κατανομή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε ύψος 1.70 m. από το έδαφος

Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την θερμική άνεση του χρήστη. Επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία, την ηλιοφάνεια, τον άνεμο και τις ιδιότητες των υλικών επικαλύψεων.

Το Διάγραμμα 4 παρουσιάζει την διαφορά στην θερμοκρασία περιβάλλοντος υπάρχουσας - πρότασης της περιοχής στα επιλεγμένα σημεία καθόλη την διάρκεια μιας ημέρας σε ύψος 1.70 m. άνω του εδάφους με βάση την προσομοίωση. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα η θερμοκρασία σε όλα τα σημεία βελτιώνεται σταθερά. Οι πιο αυξημένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος παρουσιάζονται κατά τις 15:00 το μεσημέρι και εκεί παρατηρούνται οι πιο σημαντικές διαφοροποιήσεις των δυο σχεδιασμών. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει την διαφορά της μέγιστης τιμής και την ποσοστιαία βελτίωση για κάθε σημείο από την περιοχή μελέτης.

Πίνακας 2: Βελτίωση θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε κάθε σημείο μελέτης

Σημείο	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Διαφορά θερμοκρασίας αέρα (°C)	3.21	3.24	3.77	4.88	3.13	3.84
Ποσοστό βελτίωσης %	11%	12%	13%	16%	11%	13%

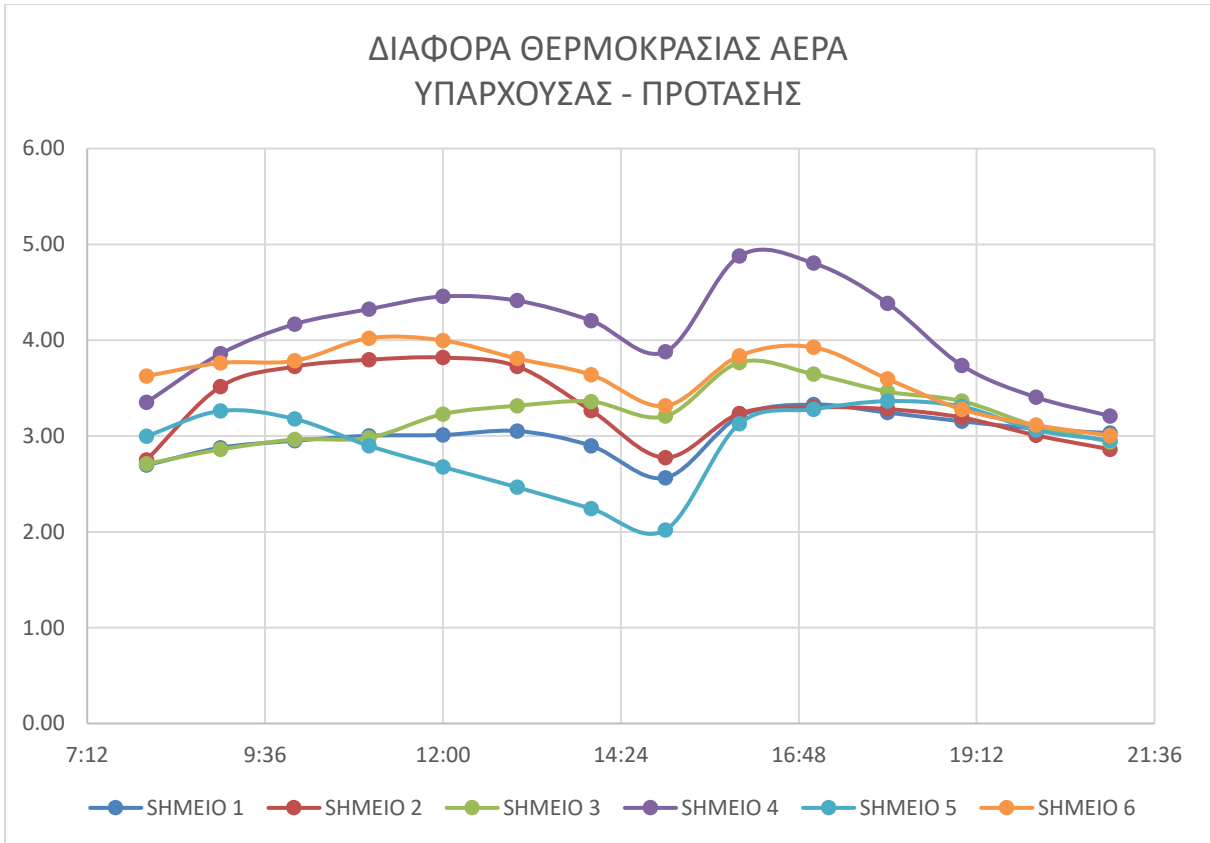
Από το Διάγραμμα φαίνεται ότι σε όλη την περιοχή μελέτης, στην υπάρχουσα κατάσταση παρατηρούνται πολύ αυξημένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Αυτό συμβαίνει λόγω των υλικών επικαλύψεων που είναι κυρίως άσφαλτος, της έλλειψης φύτευσης στις οδούς και της στενής διατομής πεζοδρομίων. Η μεγαλύτερη βελτίωση εντοπίζεται στο σημείο S4 όπου προθέτονται δέντρα αλλά και στα υπόλοιπα σημεία υπολογίζεται βελτίωση μεγαλύτερη από 3.13-4.88 °C.

Στις Εικόνες 4 και 5 παρουσιάζονται οι χρωμοχάρτες της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στις 15:00 και σε ύψος 1,70 m από το έδαφος στις περιοχές παρέμβασης πριν και μετά το σχεδιασμό με βάση την προσομοίωση. Στους χρωμοχάρτες με διαφορετικά χρώματα συμβολίζεται η διαφορά θερμοκρασίας 0,5 °C και έτσι διαμορφώνεται ξεκάθαρη εικόνα των κατανομών θερμοκρασίας. Οι χρωμοχάρτες δημιουργούνται από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που έχει γίνει για την υπάρχουσα και με τον νέο σχεδιασμό περιοχής με την χρήση του λογισμικού LEONARDO, το οποίο ομαδοποιεί τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε κάθε σημείο της περιοχής και τα αποτυπώνει με

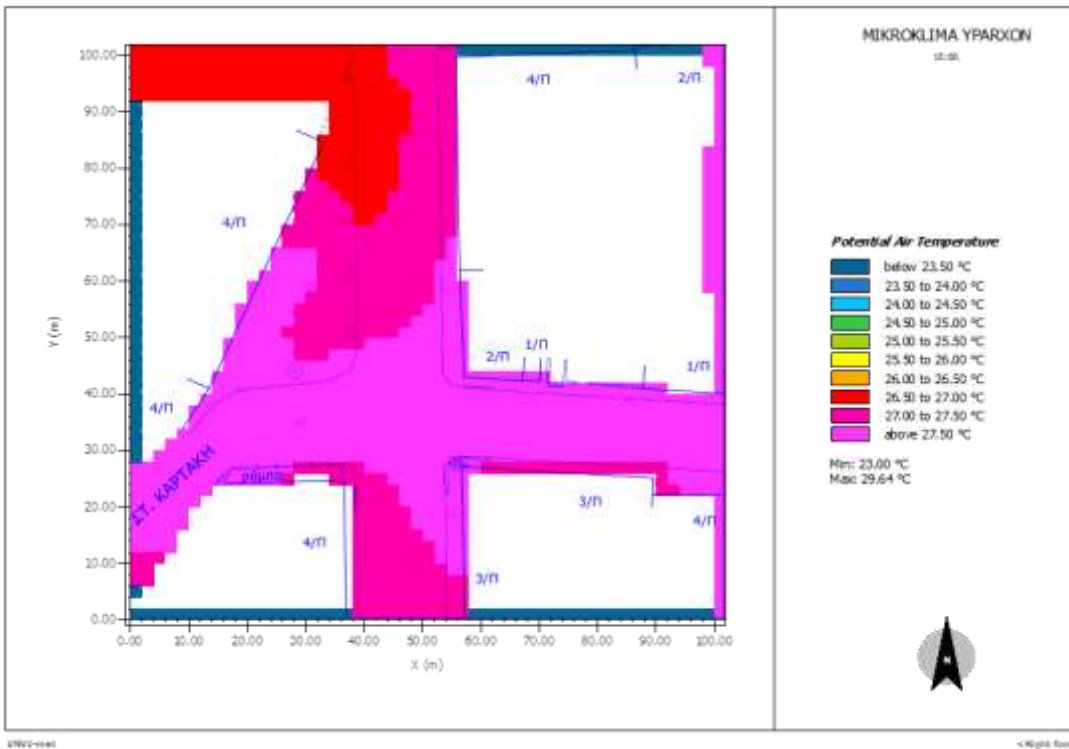
διαφορετικό χρώμα σε δισδιάστατη επιφάνεια. Με τη χρήση των θερμοχαρτών διευκολύνεται η ανάλυση του συνόλου της περιοχής και ο εντοπισμός των θερμών σημείων της περιοχής παρέμβασης.

Για την περιοχή μελέτης όπως φαίνεται στην υπάρχουσα κατάσταση (Εικόνα 4), η θερμοκρασία περιβάλλοντος ακολουθεί διακυμάνσεις από 27.50 °C μέχρι και πάνω από 31.00 °C βαθμούς ανάλογα με τον προσανατολισμό της οδού και τις φυτεύσεις. Με τον νέο σχεδιασμό όπως φαίνεται στην Εικόνα 5 βελτιώνεται θερμικά το σύνολο της περιοχής παρέμβασης. Με την μείωση του πλάτους του δρόμου, την προσθήκη δέντρων και πρόβλεψη σημείων σκίασης περιορίζεται η έντονη αύξηση της θερμοκρασίας ενώ επιτυγχάνεται ουσιαστική βελτίωση των προβληματικών από άποψη θερμοκρασίας σημείων της περιοχής. Με τον νέο σχεδιασμό όπως φαίνεται στην εικόνα 5 η προσθήκη δέντρων και η τοποθέτηση υλικών επιστρώσεων με αυξημένο δείκτη ανακλαστικότητας (albedo) βελτιώνουν σημαντικά τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Ο περιορισμός των δρόμων και η διαμόρφωση πεζοδρομίων με δέντρα σε κάθε κατεύθυνση μειώνουν τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

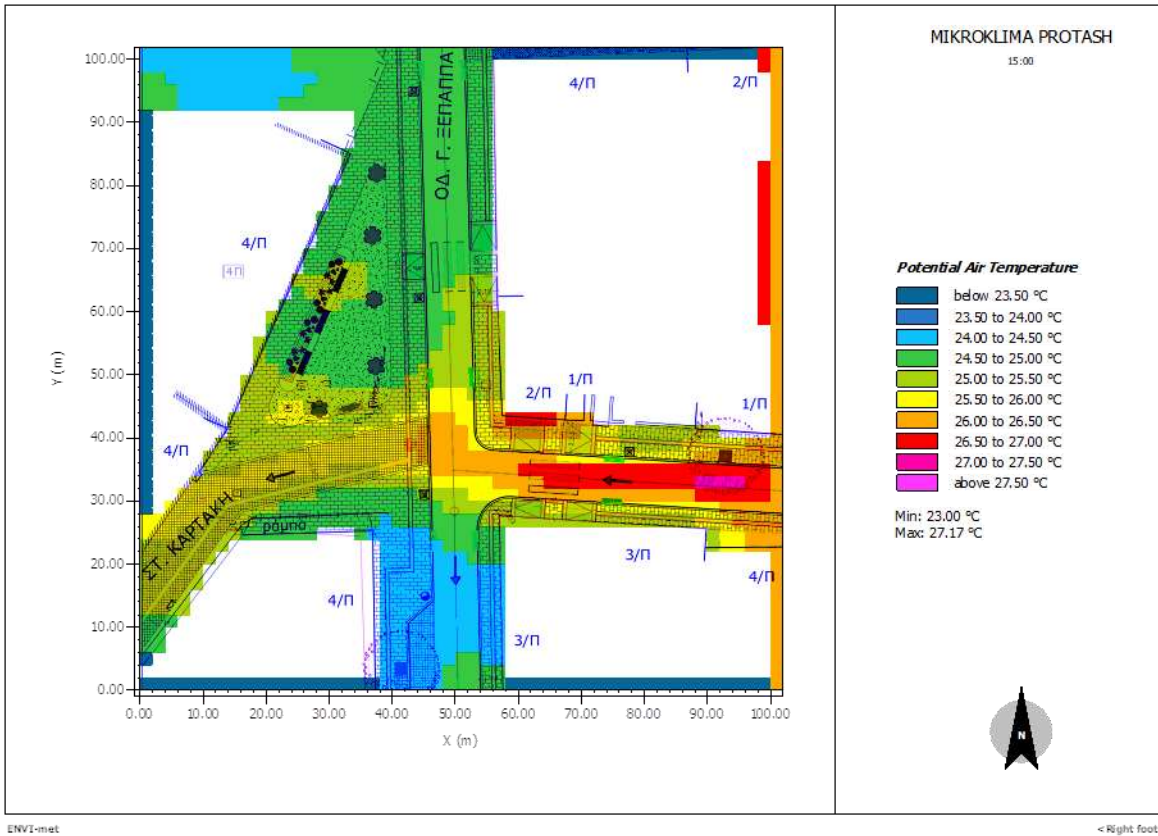
Το Διάγραμμα 5 παρουσιάζει την συχνότητα των κατανομών θερμοκρασίας περιβάλλοντος στις 15:00 με βάση την προσομοίωση για τις υπάρχουσες περιοχές ενώ το Διάγραμμα 6 για το νέο σχεδιασμό. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε τον συνολικό αντίκτυπο του νέου σχεδιασμού σε κάθε σημείο της περιοχής την ώρα που θερμοκρασία είναι στην κορύφωση της. Στα διαγράμματα των κατανομών ο άξονας Y δείχνει το ποσοστό εμφάνισης του συγκεκριμένου εύρους θερμοκρασιών που φαίνεται στον άξονα X. Παρατηρώντας τα διαγράμματα 5 και 6, φαίνεται ότι το 31 % των θερμοκρασιών περιβάλλοντος στην υπάρχουσα κατάσταση ήταν πάνω από 28 °C και το ποσοστό αυτό μειώθηκε σε 3% με το νέο σχεδιασμό.



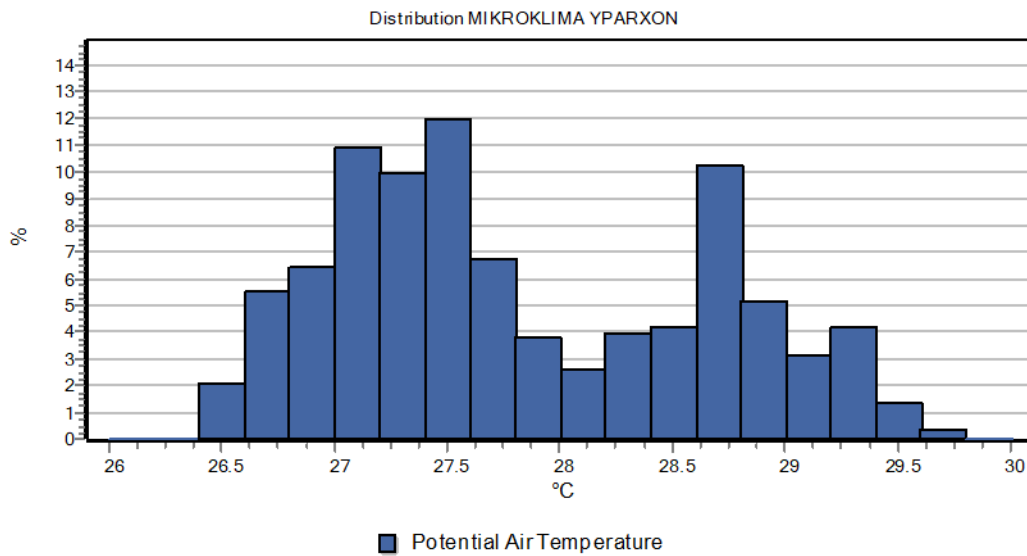
Διάγραμμα 4: Θερμοκρασίες περιβάλλοντος με βάση την προσομοίωση



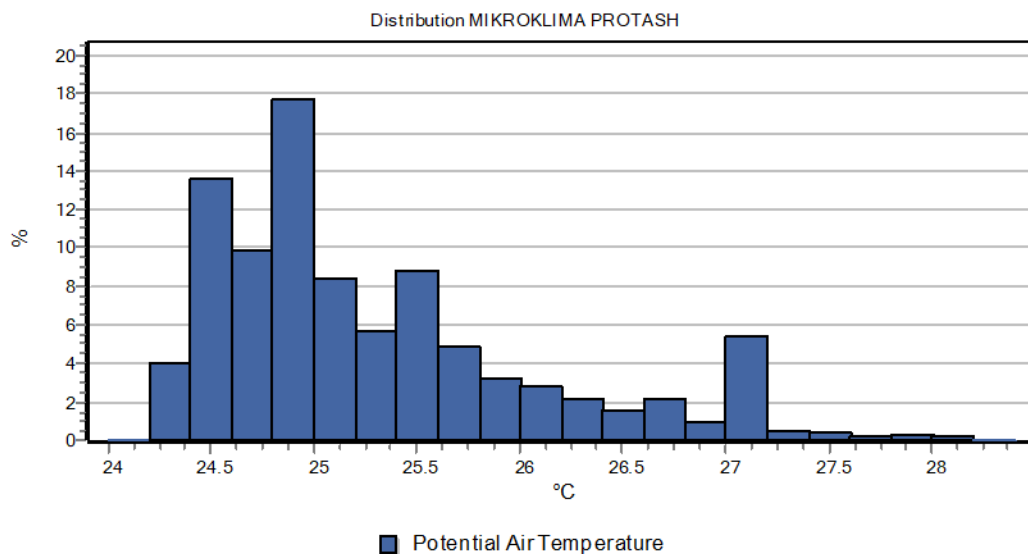
Εικόνα 4: Χρωμοχάρτης θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την υπάρχουσα κατάσταση



Εικόνα 5: Χρωμοχάρτης θερμοκρασίας περιβάλλοντος περιοχής με το νέο σχεδιασμό



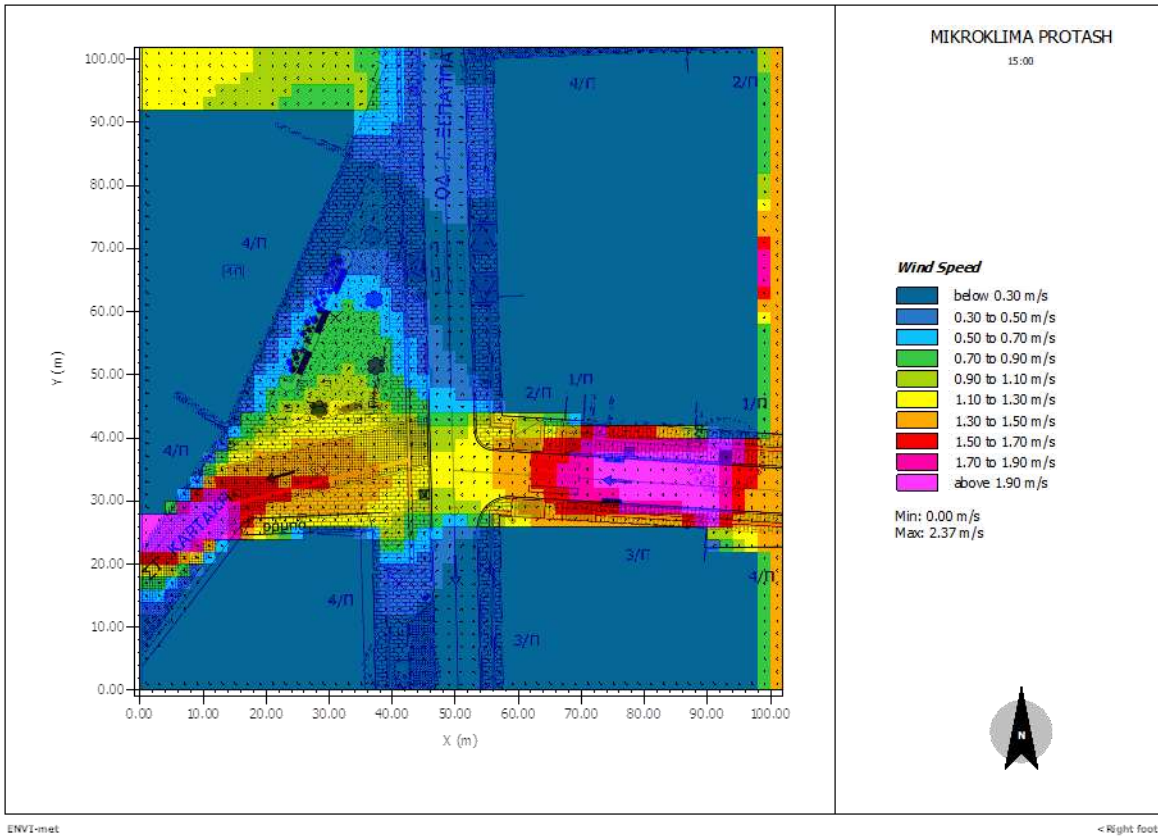
Διάγραμμα 5 : Κατανομές θερμοκρασίας περιβάλλοντος υπάρχουσας κατάστασης



Διάγραμμα 6 : Κατανομές θερμοκρασίας περιβάλλοντος νέου σχεδιασμού

6.2.2 Κατανομή της ταχύτητας του ανέμου σε ύψος 1.70m. από το έδαφος

Ο άνεμος βελτιώνει πολύ τη θερμική άνεση του χρήστη κατά την καλοκαιρινή περίοδο, και αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα κατά τον χειμώνα. Για την προσομοίωση του μικροκλίματος στην μελέτη χρησιμοποιήθηκε άνεμος με κατεύθυνση Βορρά – Νότο και ταχύτητα 4 m/s. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε ο ελάχιστος άνεμος είναι ότι η γενική κατεύθυνση του σχεδιασμού είναι βελτιστοποίηση των συνθηκών το καλοκαίρι και έτσι αν χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερες τιμές ανέμου θα επηρεάσουν θετικά τα αποτελέσματα θερμικής άνεσης. Στην Εικόνα 6 φαίνονται οι χρωμοχάρτες της περιοχής παρέμβασης για τον άνεμο. Οι χάρτες αφορούν την προσομοίωση της θερινής περιόδου. Όπως παρατηρείται οι ταχύτητες ανέμου σε γενική εικόνα δεν παρουσιάζουν μεγάλη μεταβολή εκτός από τα σημεία στα οποία προθέτονται δέντρα τα οποία επηρεάζουν την κίνηση ανέμου.



Εικόνα 6: Χρωμοχάρτες ταχύτητας ανέμου με την πρόταση σχεδιασμού στην περιοχή παρέμβασης

6.2.3 Κατανομή της θερμοκρασίας επιφάνειας υλικών

Η τιμή της θερμοκρασίας στην επιφάνεια ενός υλικού είναι σημαντική τόσο για την άνεση των χρηστών όσο και για την ένταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Η θερμοκρασία επιφάνειας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το υλικό της επιφάνειας και από το ποσοστό σκίασης της.

Στον πίνακα 5 αποτυπώνονται οι θερμοκρασίες επιφανείας ανά υλικό όπως υπολογίστηκαν από την προσομοίωση μικροκλίματος πρότασης για όλα τα σημεία μέτρησης. Οι θερμοκρασίες επιφανείας στο σύνολο της περιοχής παρέμβασης παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση λόγω του ότι στην αρχική τους κατάσταση όλοι οι δρόμοι ήταν με άσφαλτο και είχαν μεγάλη διατομή.

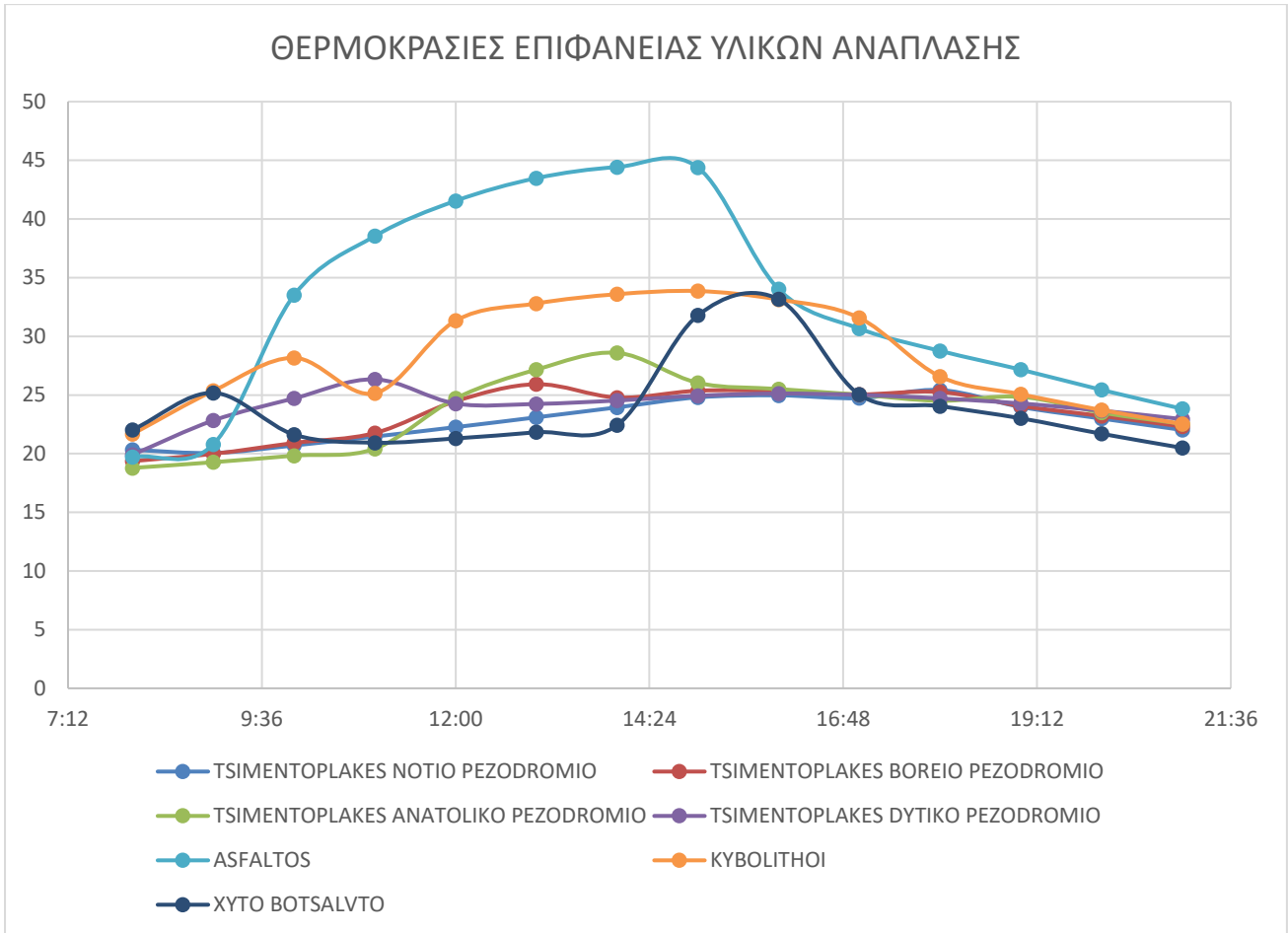
Πίνακας 3: Θερμοκρασία επιφάνειας υλικών μελέτης

Σημείο	Θερμοκρασία επιφάνειας (°C)
Χυτό βοτσαλωτό (S1)	33.86
Τσιμεντόπλακες δυτικό πεζοδρόμιο (S2)	24.94
Τσιμεντόπλακες ανατολικό πεζοδρόμιο (S3)	26.03
Τσιμεντόπλακες βόρειο πεζοδρόμιο (S4)	25.36
Τσιμεντόπλακες νότιο πεζοδρόμιο	24.8
Άσφαλτος	44.38
Κυβόλιθοι (S6)	31.78

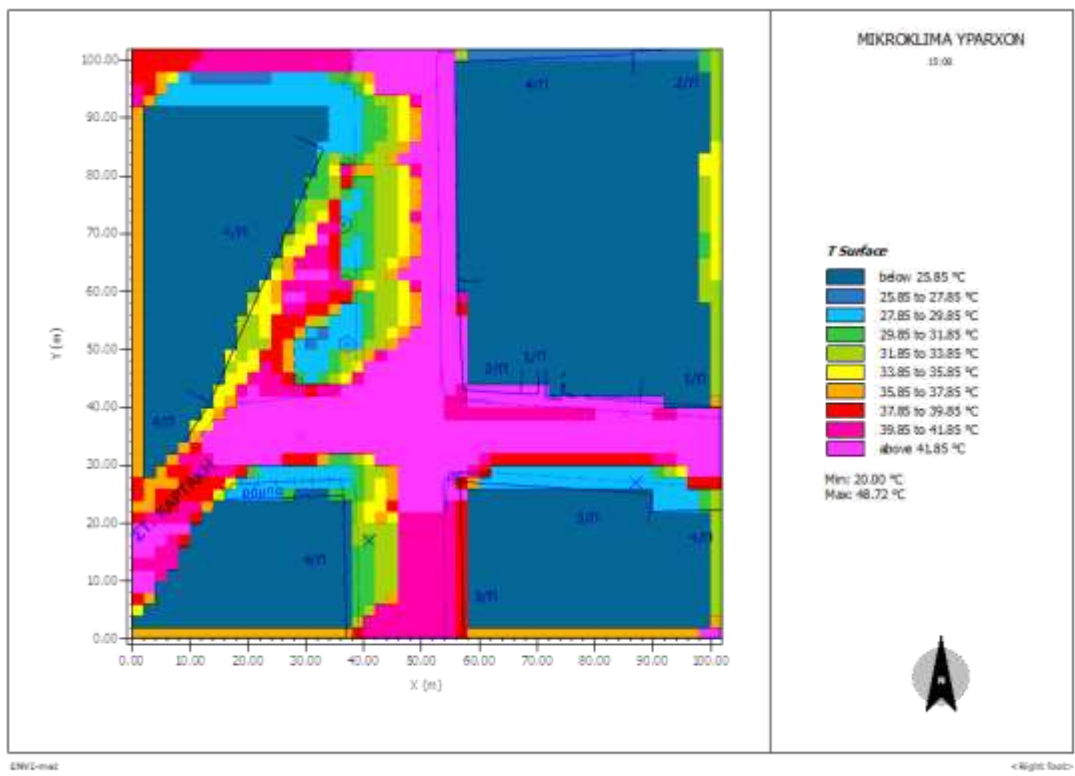
Το Διάγραμμα 7 παρουσιάζει τις θερμοκρασίες επιφάνειας κατά της διάρκεια μιας ημέρας, με βάση την προσομοίωση για το σύνολο των υλικών που χρησιμοποιούνται στην πρόταση σχεδιασμού.

Στις Εικόνες 7 και 8 παρουσιάζονται χρωμοχάρτες της τιμής των θερμοκρασιών επιφάνειας υπάρχουσας κατάστασης και πρότασης ανάπλασης αντίστοιχα. Όπως φαίνεται και στους χρωμοχάρτες η μείωση του ποσοστού της ασφάλτου από την αλλαγή πλάτους των οδών και την συνολική πλακόστρωση κάποιων από αυτές με κυβόλιθους συντελεί σημαντικά στην βελτίωση των θερμοκρασιών επιφάνειας στο σύνολο της περιοχής μελέτης. Παρατηρούμε ότι η βελτίωση που υπολογίζεται από τα σημεία ανάλυσης ακολουθεί και τα υπόλοιπα σημεία της μελέτης και οι θερμοκρασίες επιφανείας και στις δύο περιοχές παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση. Κάθε διαφορετικό χρώμα υποδεικνύει διαφορές στην θερμοκρασία επιφάνειας 2.0°C και όπως παρατηρούμε οι περιοχές με χρώμα magenta (με θερμοκρασία επιφάνειας πάνω από 44.00°C) έχουν μειωθεί σε μεγάλο ποσοστό στην πρόταση.

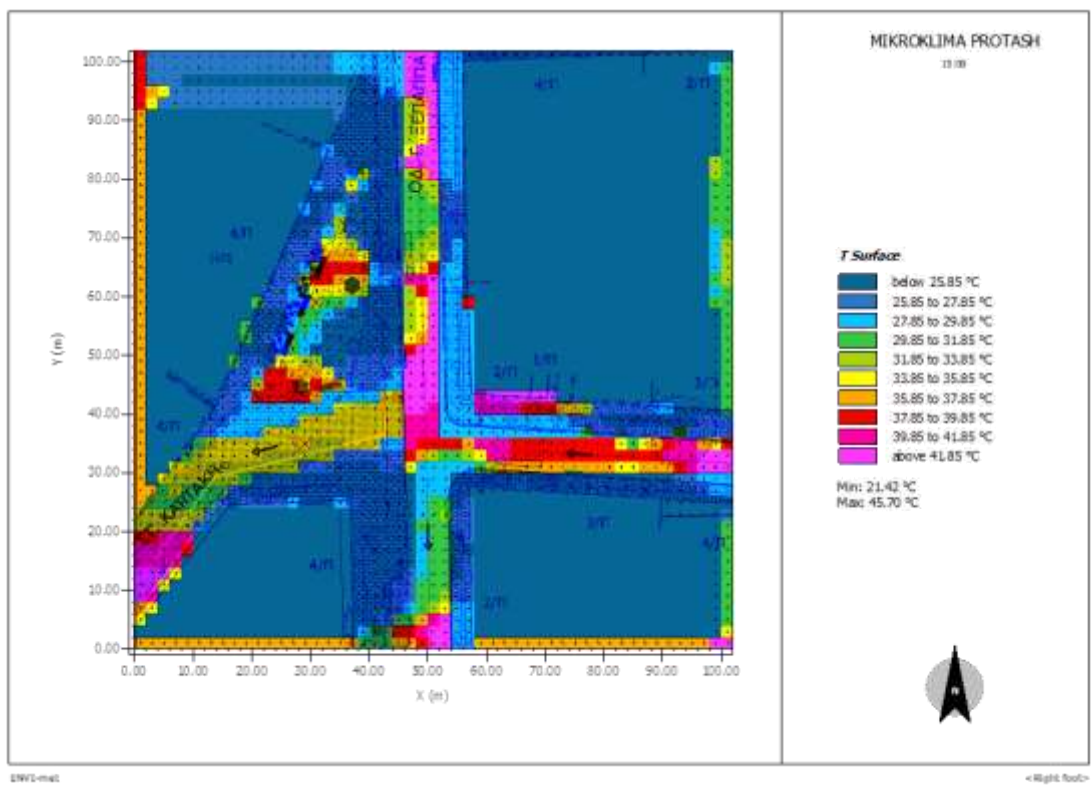
Τα Διάγραμμα 8 και 9 παρουσιάζουν την συχνότητα των κατανομών θερμοκρασίας επιφάνειας στις 15:00 για τον υπάρχον και το νέο σχεδιασμό για το σύνολο της περιοχής παρέμβασης. Όπως παρατηρείται υπάρχει έντονη διαφοροποίηση της κατανομής των θερμοκρασιών επιφάνειας που οφείλεται όπως προαναφέρθηκε στην μείωση των επιφανειών με άσφαλο και στις βελτιωμένες ιδιότητες υλικών.



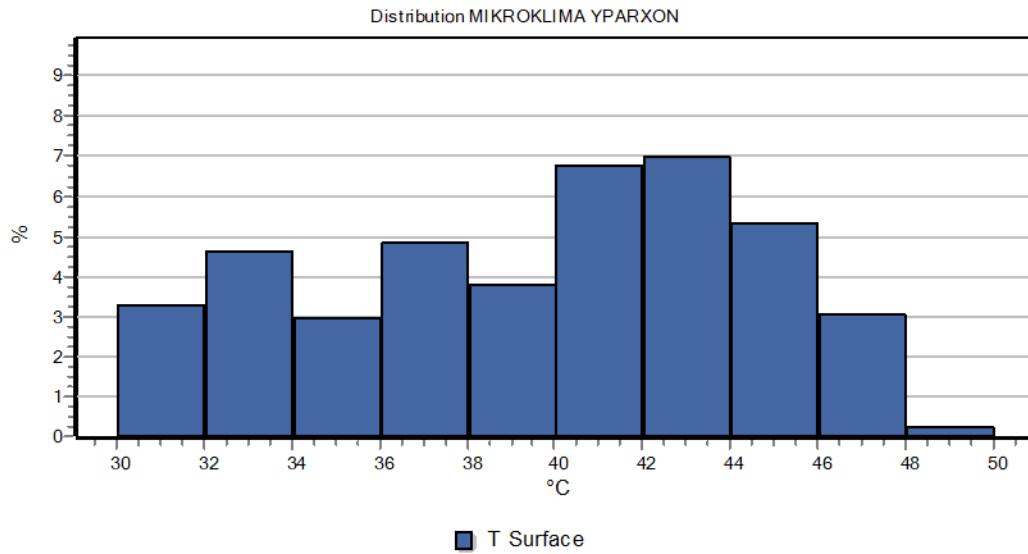
Διάγραμμα 7: Θερμοκρασίες επιφάνειας ανά υλικό με βάση την προσομοίωση



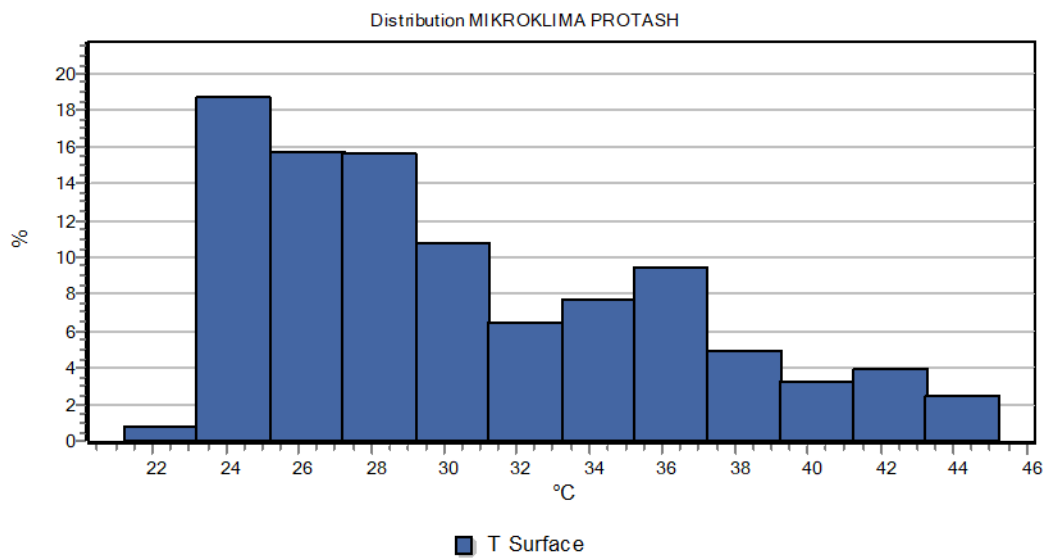
Εικόνα 7: Χρωμοχάρτες θερμοκρασίας επιφάνειας υπάρχουσας κατάστασης



Εικόνα 8: Χρωμοχάρτες θερμοκρασίας επιφάνειας νέας πρότασης σχεδιασμού



Διάγραμμα 8: Κατανομές θερμοκρασίας επιφάνειας υπάρχουσας κατάστασης

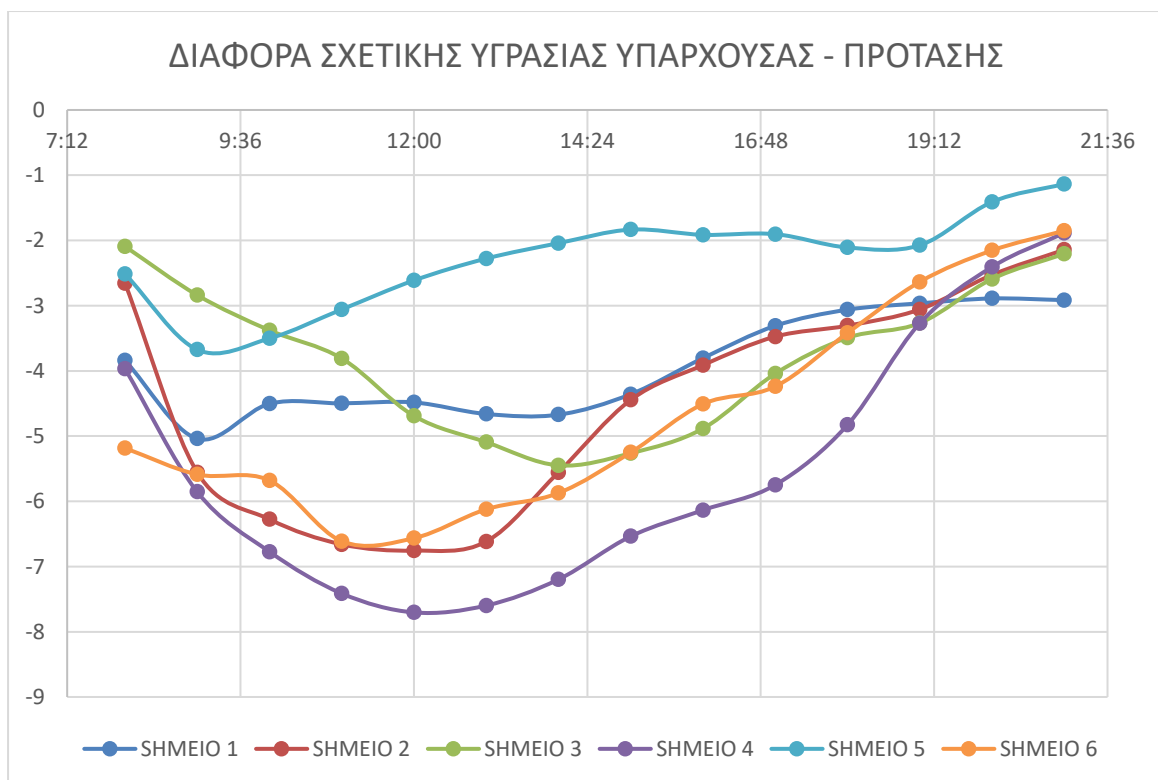


Διάγραμμα 9: Κατανομές θερμοκρασίας επιφάνειας πρότασης σχεδιασμού

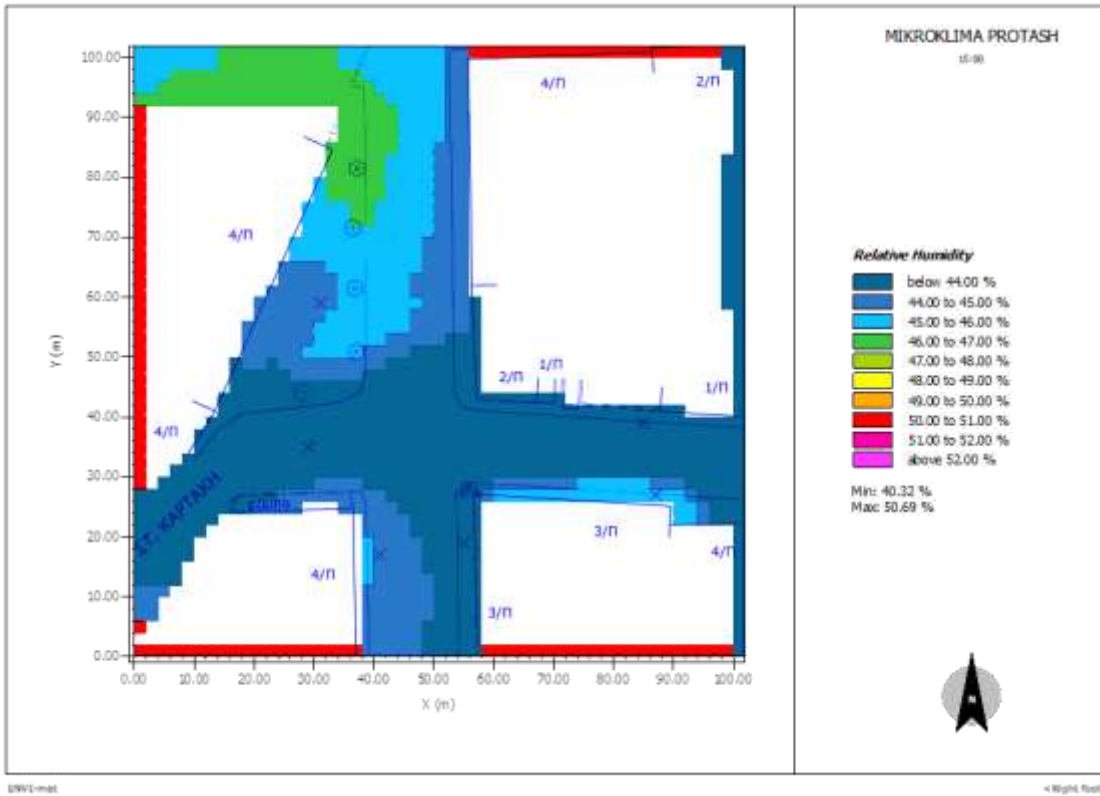
6.2.4 Κατανομή της σχετικής υγρασίας (RH) σε ύψος 1.70m. από το έδαφος

Η ανάλυση της υγρασίας απαιτείται σε κάθε μικροκλιματική ανάλυση άνεσης καθώς ο παράγοντας της υγρασίας επιδρά θετικά στην θερμική αίσθηση των χρηστών. Η διαθέσιμη υγρασία στο περιβάλλον επιτρέπει σε ένα μεγαλύτερο τμήμα της συνολικής ροής ακτινοβολίας να διοχετευτεί σε ροή λανθάνουσας θερμότητας με εξατμισοδιαπνοή, μειώνοντας έτσι τη ροή αισθητής θερμότητας, και επομένως τις επιφανειακές θερμοκρασίες. Συνεπώς με την αύξηση της σχετικής υγρασίας συνεπάγεται αύξηση των επιφανειακών θερμοκρασιών και των θερμοκρασιών περιβάλλοντος καθώς και βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης.

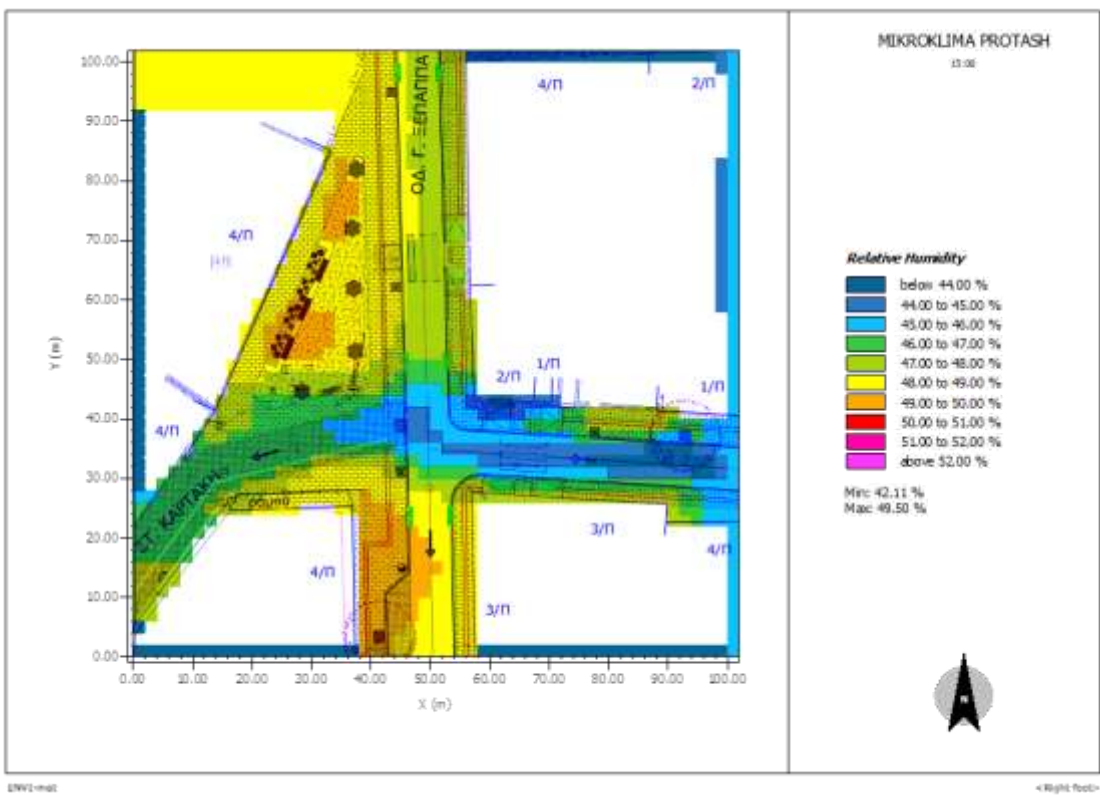
Στις εικόνες 9 και 10 παρουσιάζονται οι χρωμοχάρτες της κατανομής της σχετικής υγρασίας υπάρχουσας και πρότασης. Κάθε διαφορετικό χρώμα υποδεικνύει διαφορές 1.0% στην σχετική υγρασία στις 15:00. Όπως φαίνεται και στους χρωμοχάρτες η σχετική υγρασία με τον νέο σχεδιασμό μειώνεται λόγω της αύξησης των δέντρων και του περιορισμού του πεδίου του ανέμου.



Διάγραμμα 10: Διαφορές σχετικής υγρασίας υπάρχουσας και πρότασης σχεδιασμού στα σημεία ανάλυσης



Εικόνα 9: Χρωμοχάρτης σχετικής υγρασίας υπάρχουσας κατάστασης



Εικόνα 10: Χρωμοχάρτης σχετικής υγρασίας πρότασης

6.2.5 Κατανομή του δείκτη θερμικής άνεσης PMV σε ύψος 1,70 m. από το έδαφος

Με βάση την διεθνή έρευνα επικρατούν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις της θερμικής άνεσης και συγκεκριμένα την ψυχολογική, τη θερμο-φυσιολογική και αυτή που βασίζεται στο ενεργειακό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος. Οι δύο πρώτες έχουν υποκειμενικά κριτήρια και σχετίζονται με την νοητική και εγκεφαλική κατάσταση που εκφράζει ικανοποίηση από το θερμικό περιβάλλον κάθε χρήστη. Η άνεση που μπορεί να μοντελοποιηθεί με επιτυχία και να ποσοτικοποιηθεί είναι η θερμική άνεση με τον ενεργειακό ορισμό η οποία επιτυγχάνεται όταν η ροή θερμότητας από και προς το σώμα βρίσκεται σε ισορροπία και η θερμοκρασία δέρματος και ο ρυθμός εφίδρωσης βρίσκονται μέσα στα όρια άνεσης.

Υπάρχουν πολλοί δείκτες προσδιορισμού της θερμικής άνεσης, στην παρούσα μελέτη αναλύεται ο Μέσος Αναμενόμενος Θερμικός Δείκτης (Predicted Mean Vote, PMV).

Ο Μέσος Αναμενόμενος Θερμικός Δείκτης (Predicted Mean Vote, PMV) είναι βασισμένος στο θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος, που προβλέπει τη μέση τιμή των ψήφων μιας μεγάλης ομάδας ανθρώπων σε μια 7-βάθμια κλίμακα αίσθησης θερμότητας. Η τιμή του προκύπτει από περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία του αέρα, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, ταχύτητα ανέμου και υγρασία, καθώς και από τον μεταβολικό ρυθμό και την θερμομονωτική ικανότητα του ρουχισμού των χρηστών (ISO 7730, 1994). Εκτιμάται ότι ο PMV είναι κατάλληλος για την αξιολόγηση των συνθηκών μικροκλίματος σε εξωτερικούς χώρους. Στον Πίνακα 8 φαίνονται τα όρια του PMV σύμφωνα με τον κατασκευαστή του μοντέλου όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία (Jendritzky et al., 1976).

Πίνακας 4:Όρια θερμικού δείκτη PMV από την βιβλιογραφία

Κατηγορία άνεσης	PMV
Εξαιρετικά δυνατό κρύο	< -3.1
Δυνατό κρύο	(-2.1)- (-3.0)
Μέτριο κρύο	(-1.3)- (-2.0)
Ελαφρύ κρύο	(-0.6)- (-1.2)
Καμία επιβάρυνση	(-0.5) – 0.5
Ελαφρά ζέστη	0.6-1.2
Μέτρια ζέστη	1.3-2.0
Δυνατή ζέστη	2.1-3.0
Εξαιρετικά δυνατή ζέστη	> 3.1

Το Διάγραμμα 11 παρουσιάζει την διαφορά στον δείκτη θερμικής άνεσης PMV στα επιλεγμένα σημεία ανάλυσης υπάρχουσας και πρότασης ανά 1 ώρα κατά την διάρκεια μιας τυπικής μέρας. Για την υφιστάμενη και την προτεινόμενη κατάσταση σύμφωνα με την

προσομοίωση και τον υπολογισμό με το λογισμικό Biomet. Όπως φαίνεται σε όλα τα επιλεγμένα σημεία (S1-S6) η βελτίωση της θερμικής άνεσης είναι σημαντική και με τον τρόπο αυτό θα ενθαρρυνθεί η χρήση των χώρων. Ιδιαίτερα τα γαιώδη υλικά όπως το χώμα, και το χυτό βότσαλωτο δάπεδο δεν συγκρατούν θερμότητα με αποτέλεσμα τις απογευματινές ώρες μετά την απομάκρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας να παρουσιάζουν ιδιαίτερα καλές τιμές άνεσης

Στον Πίνακα 9 αποτυπώνονται οι διαφορές του δείκτη θερμικής άνεσης PMV ανά σημείο όπως υπολογίστηκαν από την προσομοίωση μικροκλίματος υπάρχουσας και πρότασης για όλα τα σημεία μέτρησης. Παρατηρούμε ότι τις πιο σημαντικές βελτιώσεις τις έχουν τα σημεία S3 και S4 όπου προθέτονται δέντρα.

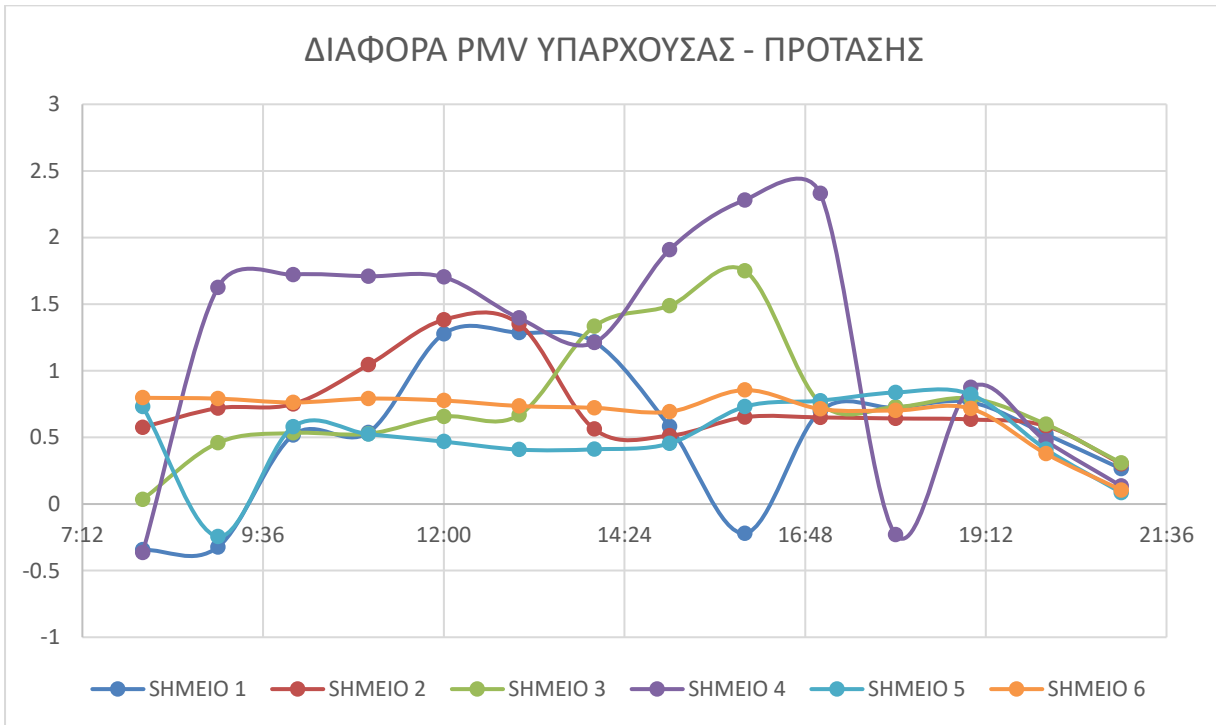
Πίνακας 5: Βελτίωση των τιμών δείκτη PMV σε κάθε σημείο της μελέτης

Σημείο	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
Διαφορά δείκτη PMV	0.5815	0.5129	1.4888	1.9086	0.4541	0.6924
Ποσοστό βελτίωσης	20.44%	26.75%	51.63%	57.47%	23.84%	22.40%

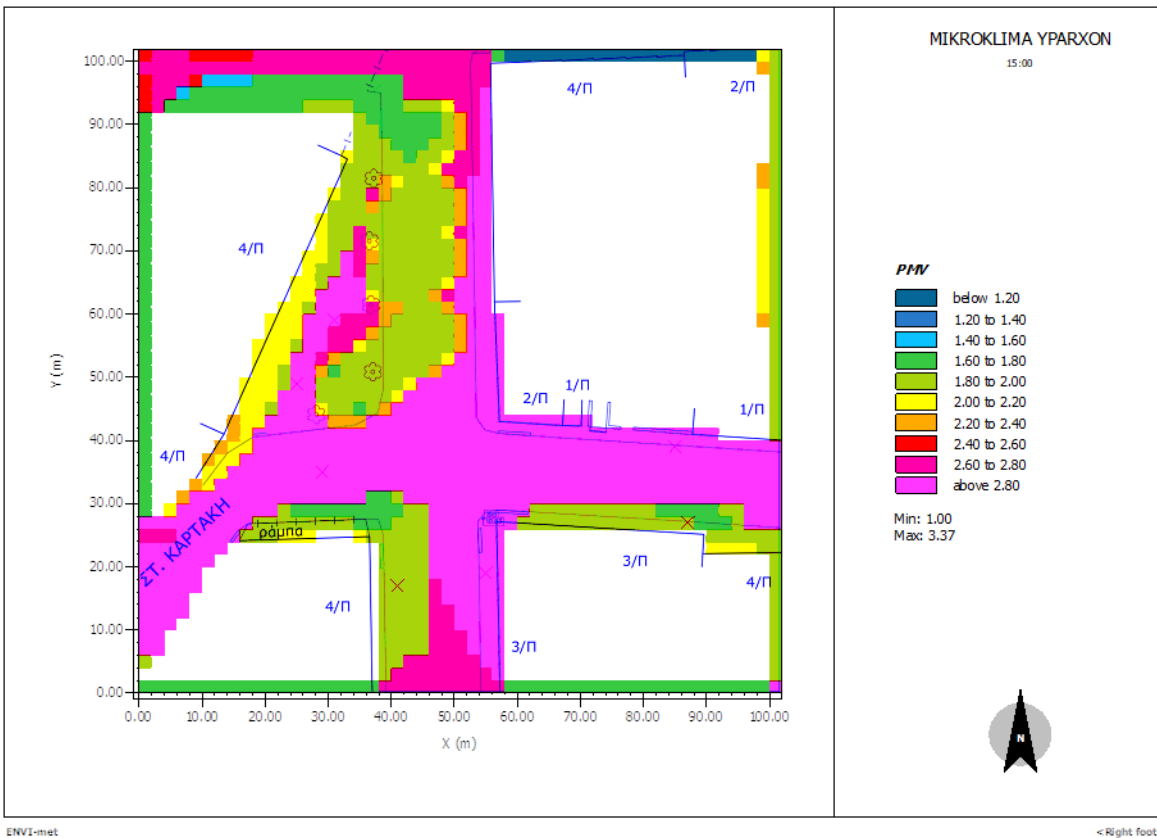
Στις Εικόνες 11 και 12 παρουσιάζονται οι χρωμοχάρτες της περιοχής παρέμβασης για τον δείκτη θερμικής άνεσης PMV πριν και μετά τον σχεδιασμό. Οι χρωμοχάρτες αναπαριστούν την κατανομή των τιμών του δείκτη στις 15:00, ενώ με διαφορετικά χρώματα συμβολίζεται η διαφορά 0.20 στην τιμή του δείκτη. Από τους χρωμοχάρτες της θερμικής άνεσης εντοπίζονται εμφανώς τα σημεία με δυνατότητα χρήσης ακόμα και τις ώρες με έντονη ηλιοφάνεια και αυξημένη θερμοκρασία και φαίνεται πως ακόμα και το μεσημέρι υπάρχουν σημεία που παρουσιάζουν πολύ καλές συνθήκες άνεσης κυρίως λόγω της ύπαρξης δέντρων και σκιάς σε αυτά. Γενικά η βελτίωση είναι συνολική καθώς όπως θα δούμε στο χρωμοχάρτη της πρότασης (Εικόνα 12) αυξάνονται οι περιοχές με σκούρο μπλε και κυανό χρώμα που παρουσιάζουν άνεση έναντι περιοχών με χρώμα Magenta που αντιπροσωπεύει τιμές εκτός ορίων θερμικής άνεσης.

Τα Διαγράμματα 12 και 13 παρουσιάζουν την συχνότητα των κατανομών του δείκτη θερμικής άνεσης PMV στις 15:00 για τον υπάρχον και το νέο σχεδιασμό για το σύνολο της περιοχής παρέμβασης. Όπως φαίνεται και στις κατανομές υπάρχει βελτίωση της θερμικής άνεσης των χρηστών και δημιουργίας σημείων με σχετικά επαρκής άνεση ακόμα και τις ώρες που η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι στην μέγιστη τιμή της και στις δύο περιοχές ανάλυσης.

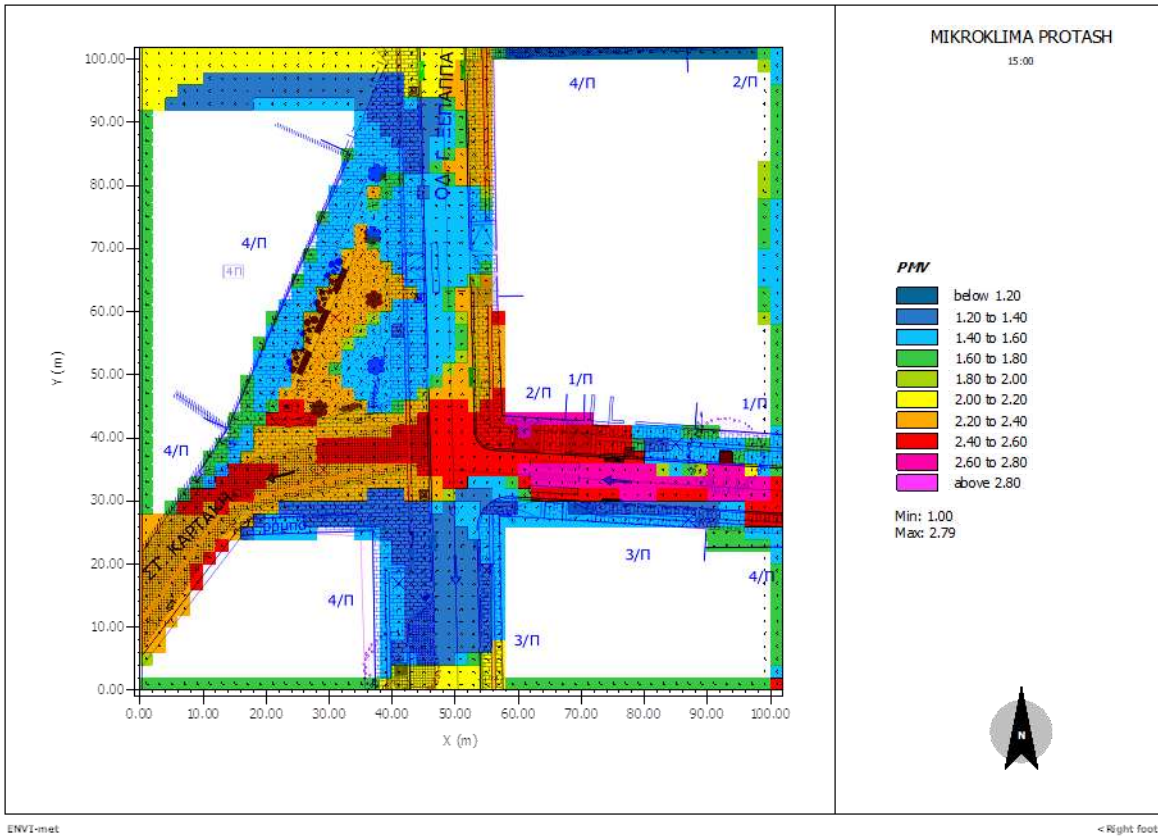
Πίνακας 6: Βελτίωση των βαθμωρών δείκτη PMV σε κάθε σημείο της μελέτης



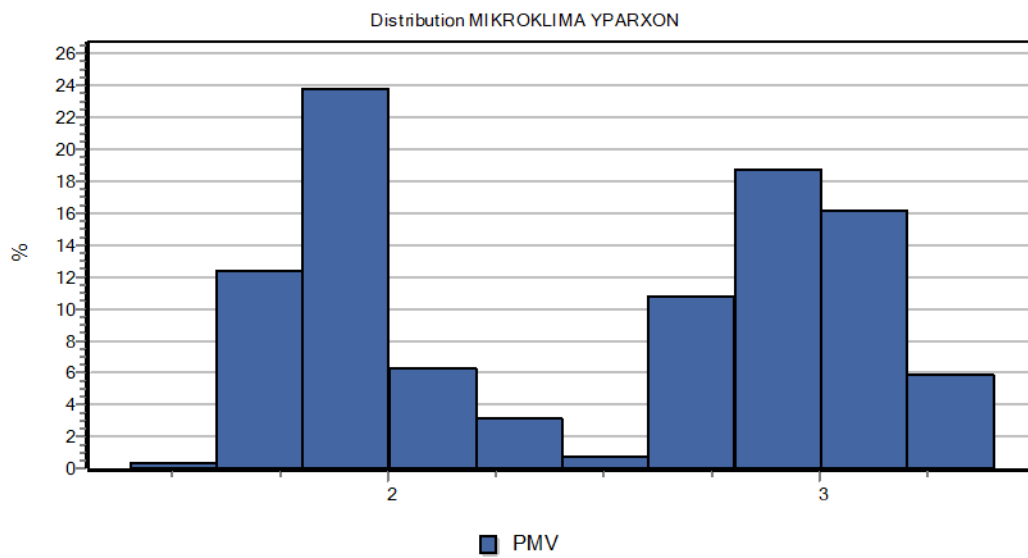
Διάγραμμα 11: Δείκτης PMV στα επιλεγμένα σημεία ανάλυσης υπάρχουσας και πρότασης



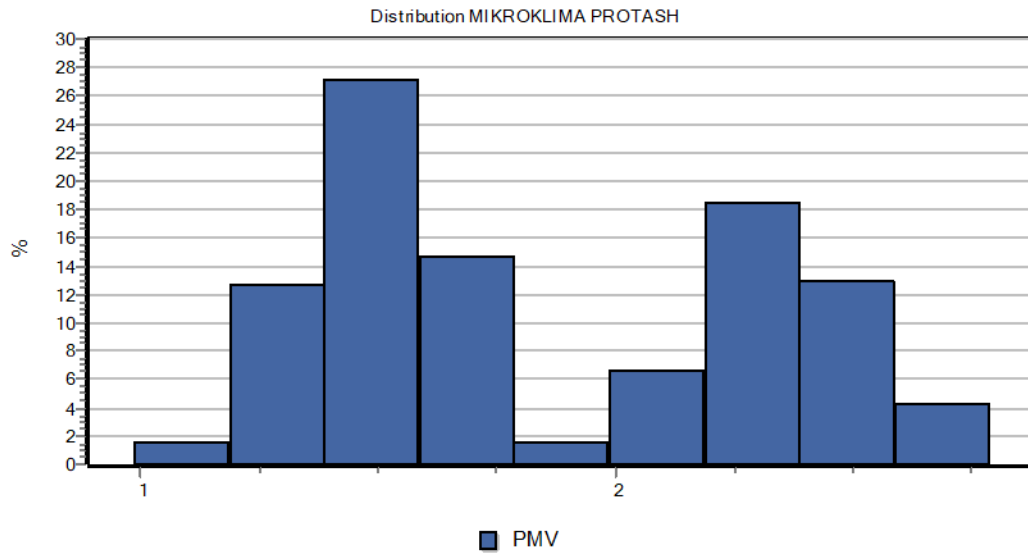
Εικόνα 11: Χρωμοχάρτες δείκτη θερμικής άνεσης PMV για την υπάρχουσα κατάσταση



Εικόνα 12 : Χρωμοχάρτες δείκτη θερμικής άνεσης PMV για τον νέο σχεδιασμό



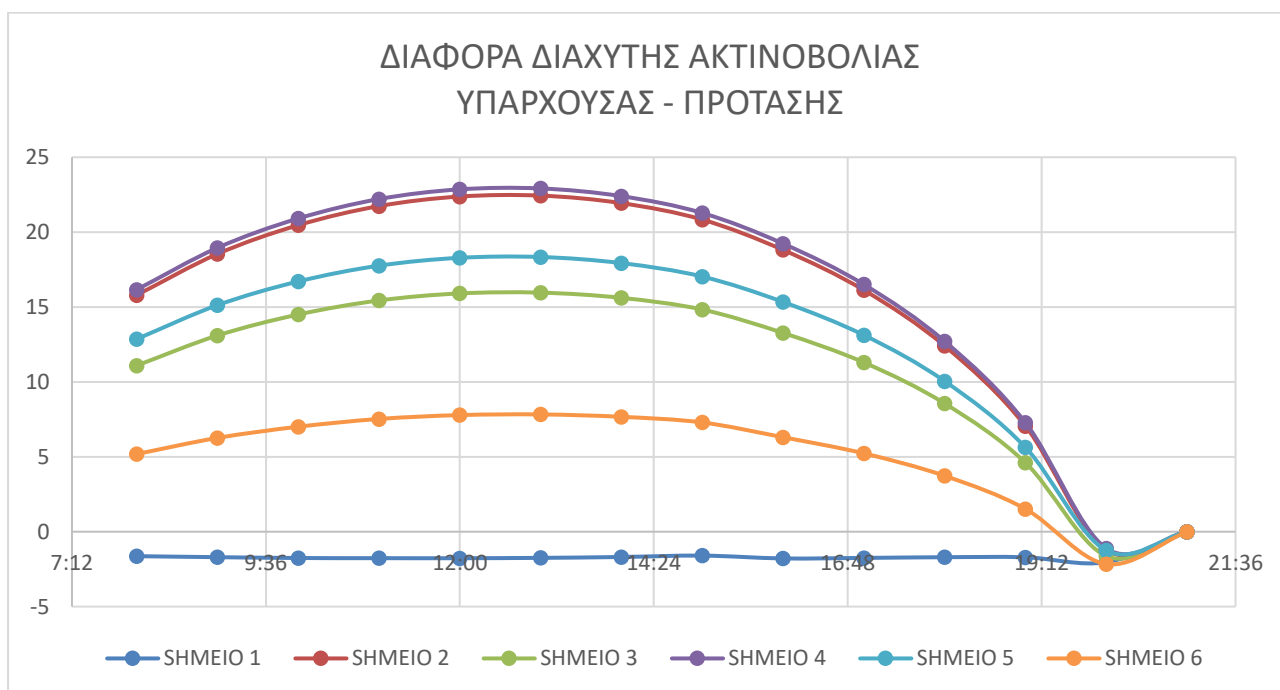
Διάγραμμα 12: Κατανομές δείκτη θερμικής άνεσης PMV υπάρχουσας κατάστασης



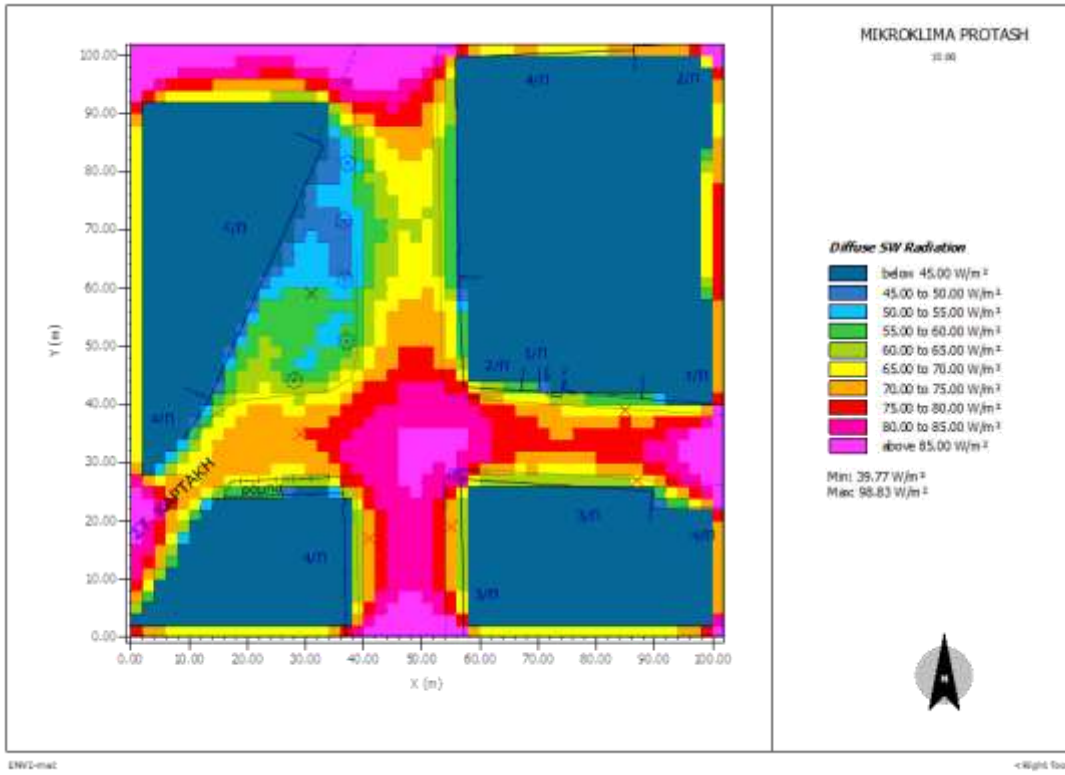
Διάγραμμα 13: Κατανομές δείκτη θερμικής άνεσης PMV νέου σχεδιασμού

6.2.6 Κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή παρέμβασης

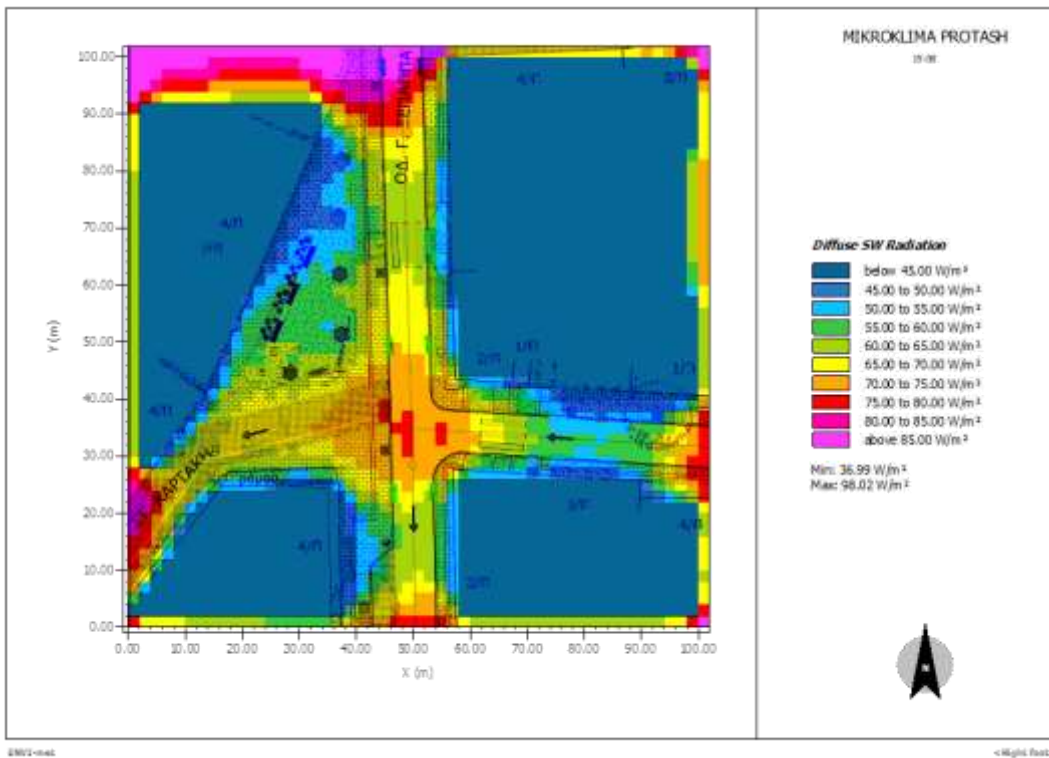
Οι συνθήκες άνεσης και η πρόθεση επιλογής σημείου στάσης ή ξεκούρασης σε ένα ελεύθερο χώρο εξαρτάται πολύ από την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στον χώρο αυτό. Ειδικά για την καλοκαιρινή περίοδο το ποσοστό σκίασης ενός χώρου ρυθμίζει την βιωσιμότητα του. Αυτό που επηρεάζει το σύνολο των σημείων στον χώρο είναι η ακτινοβολία διάχυσης η οποία εξαρτάται τόσο από την ποιότητα και ποσότητα των σκιάσεων καθώς και από την ανακλαστικότητα των υλικών. Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζονται οι διαφορές στην τιμή της διάχυτης ακτινοβολίας υπάρχουσας – πρότασης για μια μέρα, στα επιλεγμένα σημεία ανάλυσης. Στις εικόνες 13 και 14 παρουσιάζονται οι χρωμοχάρτες της περιοχής πριν και μετά τον σχεδιασμό της ηλιακής ακτινοβολίας διάχυσης (diffuse) με βάση την προσομοίωση ηλιασμού στις 15:00. Όπως φαίνεται και από τις εικόνες 13,14 οι φυτεύσεις και η ανακλαστικότητα των υλικών επιστρώσεων είναι από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες διαμόρφωσης της ακτινοβολίας διάχυσης.



Διάγραμμα 14: Διαφορά στις τιμές της διάχυτης ακτινοβολίας υπάρχουσας και πρότασης



Εικόνα 13: Χρωμοχάρτης διάχυτης ακτινοβολίας στην υπάρχουσα κατάσταση

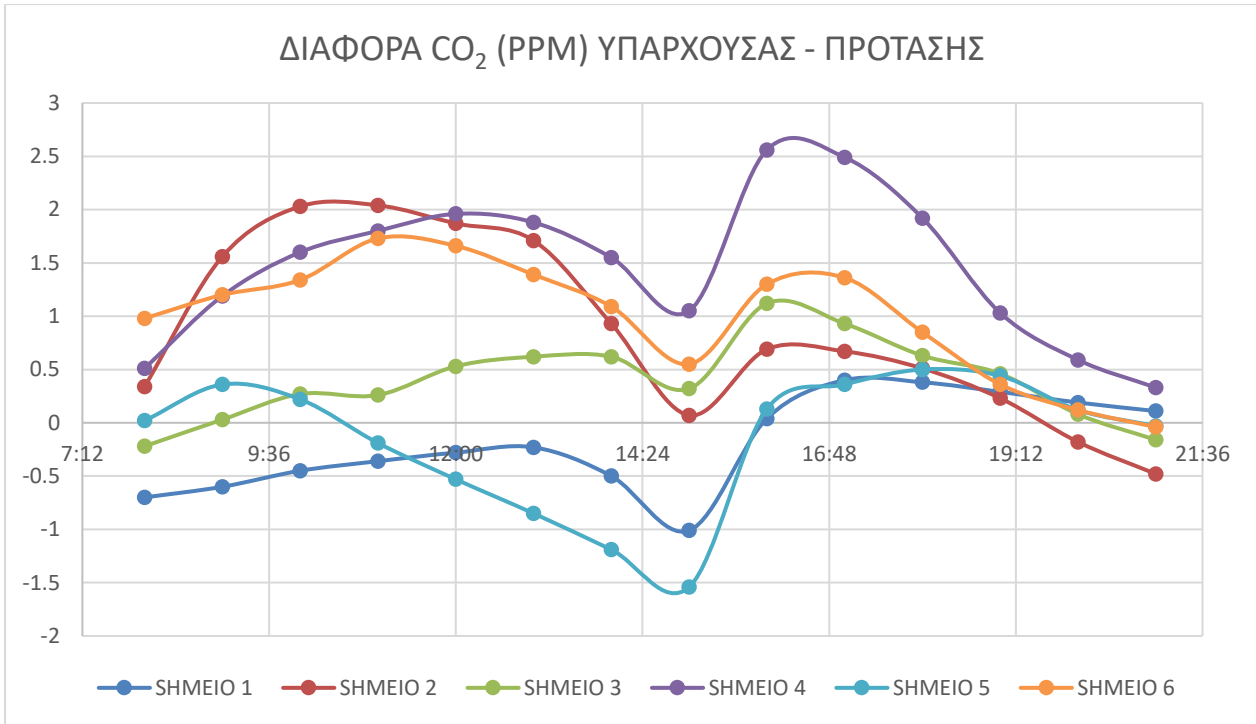


Εικόνα 14: Χρωμοχάρτης διάχυτης ακτινοβολίας στην πρόταση

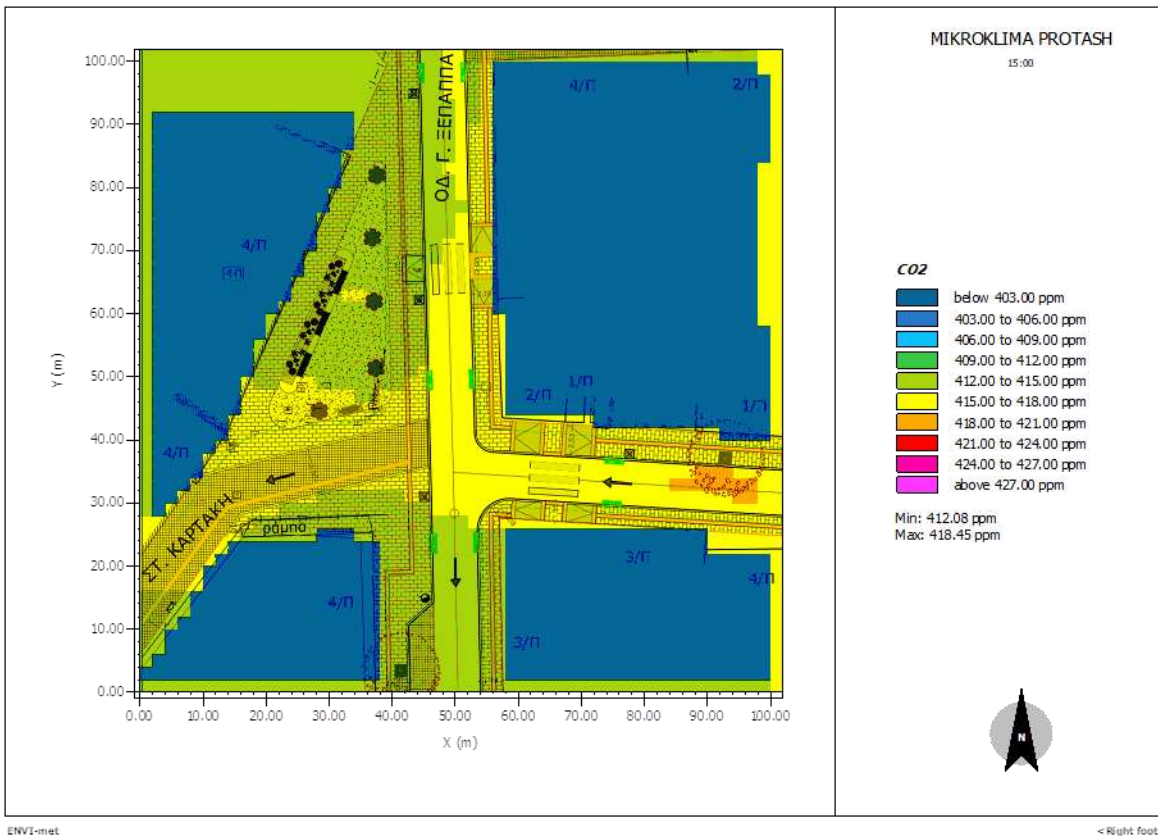
6.2.7 Κατανομή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂ σε ύψος 0.30 m, από το έδαφος

Όταν η βενζίνη, το πετρέλαιο ή τα εναλλακτικά καύσιμα καίγονται για να παραχθεί ενέργεια από έναν κινητήρα, κύριο προϊόν είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το διοξείδιο του άνθρακα, παρόλο που δεν είναι άμεσα βλαβερό για την ανθρώπινη υγεία, αποτελεί το πιο σημαντικό από τα αέρια που συμβάλλουν στην παγκόσμια αλλαγή του κλίματος. Οι εκπομπές των οχημάτων αποτελούν το 15% των συνολικών εκπομπών CO₂. Το διοξείδιο του άνθρακα έχει τις πιο επιβλαβείς μακροπρόθεσμες συνέπειες όσον αφορά την παγκόσμια υπερθέρμανση, σε σχέση με την αιθάλη, το μεθάνιο και τους υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων σε οχήματα, εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και διάφορες βιομηχανικές διεργασίες, παράγουν επίσης σημαντικές ποσότητες CO₂. Λόγω των επιδράσεων των σωματιδίων στην υγεία και το περιβάλλον, οι περισσότερες κυβερνήσεις έχουν δημιουργήσει κανόνες τόσο για τις εκπομπές που επιτρέπονται από ορισμένους τύπους των πηγών ρύπανσης (μηχανοκίνητα οχήματα, τις βιομηχανικές εκπομπές, κλπ).

Το διάγραμμα 15 παρουσιάζει την διαφορά στις τιμές συγκεντρώσεων CO₂ υπάρχουσα και πρότασης κατά την διάρκεια μιας μέρας με βάση την προσομοίωση. Ο χρωμοχάρτης στην εικόνα 15 παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα στην περιοχή παρέμβασης στις 15:00 σε ύψος 0.30 m από το έδαφος στον νέο σχεδιασμό σύμφωνα με την προσομοίωση. Όπως φαίνεται με την πρόταση σχεδιασμού η τοποθέτηση δέντρων στο πεζοδρόμιο, και ο περιορισμός κίνησης του αυτοκινήτου μειώνει πολύ την συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και εξασφαλίζει χώρους με σωστή ποιότητα αέρα σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.



Διάγραμμα 15: Διαφορά τιμών CO₂ σε υπάρχουσα και πρόταση



Εικόνα 15: Χρωμοχάρτης συγκεντρώσεων CO₂ για την πρόταση σχεδιασμού

7. Συμπεράσματα

Με βάση την ανάλυση του μικροκλίματος του υπάρχον και νέου σχεδιασμού, από την προσομοίωση της περιοχής με το λογισμικό Envi-met 5 προκύπτει ότι στο σύνολο της η περιοχή βελτιώνεται από άποψη θερμικής άνεσης και ρύπανσης. Όπως φαίνεται και από την ανάλυση του μικροκλίματος της περιοχής με τον νέο σχεδιασμό η ταχύτητα του αέρα και η σχετική υγρασία διατηρείται στα ίδια επίπεδα ενώ μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία διάχυσης στα σημεία που προθέτονται δέντρα. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ βελτιώνονται κυρίως λόγω της μείωσης διατομής των δρόμων και της προσθήκης δέντρων.

Πιο συγκεκριμένα επιτυγχάνεται:

1) Μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος από 11 έως 16 %

Ειδικότερα:

Σημείο	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Διαφορά θερμοκρασίας αέρα (°C)	3.21	3.24	3.77	4.88	3.13	3.84
Ποσοστό βελτίωσης %	11%	12%	13%	16%	11%	13%

2) Μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας επιφάνειας με περιορισμό της επιφάνειας κάλυψης με άσφαλτο

3) Βελτίωση του δείκτη θερμικής άνεσης (PMV) από 1.70 έως 30.78%

Ειδικότερα:

Σημείο	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
Διαφορά δείκτη PMV	0.5815	0.5129	1.4888	1.9086	0.4541	0.6924
Ποσοστό βελτίωσης	20.44%	26.75%	51.63%	57.47%	23.84%	22.40%

Εκτός από τα ποσοτικά οφέλη τα οποία έχουν άμεσο αντίκτυπο στην χρήση του χώρου και στην βιωσιμότητα του, η βιοκλιματική αναβάθμιση συμβάλει και σε ποιοτική αναβάθμιση του αστικού τοπίου. Ο χώρος γίνεται πιο φυσικός και ευνοεί την χρήση και κοινωνική αλληλεπίδραση σε αυτόν με εμφανή ποιοτικά οφέλη όπως :

- Βελτίωση της ποιότητας ζωής καθώς οι νέοι χώροι είναι πιο φυσικοί και βιώσιμοι
- Βελτίωση της ψυχολογίας των χρηστών καθώς η αύξηση του πρασίνου δημιουργεί αίσθηση φυσικότητας, ηρεμία, μείωση του άγχους και του θυμού και βελτίωση της συμπεριφοράς

- Βελτίωση της υγείας από την καθαρή ατμόσφαιρα και μείωση των καρδιακών προβλημάτων λόγω της βελτιωμένης ψυχολογίας
- Ενθάρρυνση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και καλύτερης διάρθρωσης συμπεριφοράς και ανάπτυξη της συνεργασίας σε μικρές ηλικίες

Χανιά, 28/3/ 2022

Η μελετήτρια

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Tsitoura Marianna, **PhD research, “Introducing environmental principles, methodology and tools for bioclimatic urban open space design of Mediterranean cities” (2019)** (2010) Technical university of Crete, Department of Environmental Engineering
- Bruse Michael, **“Simulating human thermal comfort and resulting usage patterns of urban open spaces with a Multi-Agent System”**, (2007) Proceedings of the 24th International Conference on Passive and Low Energy Architecture PLEA, p.699-706
- Jendritzky G, Bartsch E, Weseloh G, Seiler G. Einflüsse des Wettergeschehens auf die hämophile Gelenkblutung «The effects of the weather on hemophilic hemarthrosis». *MMW Munch Med Wochenschr.* 1976;118(47):1541-1544.
- Tsitoura M., Tsoutsos T., Daras T. **“Evaluation of comfort conditions in urban open spaces. Application in the island of Crete”** Energy Convers Manag 86 (2014) 250–8
- Tsitoura M., Michailidou M., Tsoutsos T. **“A bioclimatic outdoor design tool in urban open space design”** special issue entitled “Climatic Adaptation of Building Energy Performance” of the Energy & Buildings journal 153, (2017) pp.368–381
- Tsitoura M., Michailidou M., Tsoutsos T. **“Achieving sustainability through the management of microclimate parameters in Mediterranean urban environments during summer”**, Sustainable Cities and Society 26 (2016) 48–64
- Tsitoura M., Michailidou M., Tsoutsos T. **«Evaluation of comfort conditions and sustainable design of urban open spaces in Crete»** Συνέδριο PLEA 2011, Louvain la neuve, Belgium και έκδοση στα πρακτικά του
- Tsitoura M., Tsoutsos T., Kolokotsa D. **«Comfort conditions in urban open spaces in Crete»** (2010) Συνέδριο Palenc, Ρόδος
- Μιχαηλίδου Μ., **“Μελέτη ανάπτυξης αστικού πάρκου στην Κρήτη με τη χρήση μετρήσεων και προσομοιώσεων κατά τη θερινή περίοδο”**,(2011) Πολυτεχνείο Κρήτης, ΠΜΣ Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική

- Μιχαηλίδου Μ., Τσίτουρα Μ. « **Χρήση της προσομοίωσης και των μετρήσεων του μικροκλίματος για την ανάπτυξη αστικού πάρκου στην Κρήτη**» (2011) Συνέδριο APENEΠ 2011, Αθήνα

-Τσίτουρα Μ., **“Συνθήκες Άνεσης σε αστικούς ελεύθερους χώρους στην Κρήτη, με έμφαση στον ενεργειακό σχεδιασμό”**, (2010) Πολυτεχνείο Κρήτης, ΠΜΣ Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική

- Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010

- Πρόγραμμα Βιοκλιματικών αναβαθμίσεων Δημόσιων Ανοικτών χώρων, Οδηγός μελετών Ιούλιος 2011