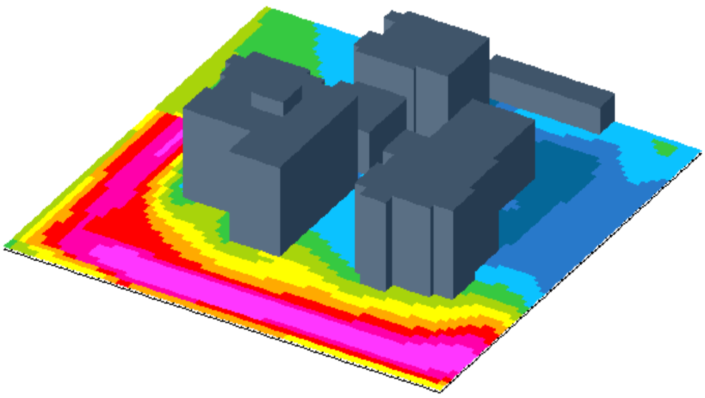
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Αστικοί κήποι: ως πρόταση αντιμετώπισης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και της ενεργειακής πενίας»

Όνομα φοιτήτριας: Τσιλινή Βασιλική



Τριμελής επιτροπή:

Διονυσία Κολοκοτσά (Επιβλέπουσα)

Ευπραξία Μαριά

Θεοχάρης Τσούτσος

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΧΑΝ*ΙΑ*

Αφιερώνεται στην κυρία Ζωή

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επίκουρη καθηγήτρια κ. Διονυσία Κολοκοτσά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της διπλωματικής αυτής καθώς και την αναπληρώτρια καθηγήτρια κ. Ευπραξία Μαρία για την πολύ σημαντική καθοδήγηση της. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελής επιτροπής για τον χρόνο που διέθεσαν. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον κ. Σωτήρη Παπαντωνίου για την βοήθεια και στήριξη του καθ όλη την διάρκεια του χρόνου.

Ευχαριστώ τους φίλους μου Ελένη, Βίκυ, Ιωάννα, Ένη, Νίκο, Κώστα και Γρηγόρη για την αλληλοκατανόηση και την βοήθεια τους καθ όλη την διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου που με στήριξε και συνεχίζει να με στηρίζει με κάθε δυνατό τρόπο τόσα χρόνια.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα εικόνων

Περιεχόμενα πινάκων

Περίληψη

Σε ένα έντονα δομημένο περιβάλλον, όπως είναι τα αστικά κέντρα, είναι φυσικό να προκύπτουν επιπτώσεις τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το ίδιο το περιβάλλον. Τέτοιες επιπτώσεις είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και της ενεργειακής πενίας. Ένας κοινός τρόπος αντιμετώπισης των δυο τελευταίων είναι η μείωση της θερμοκρασίας με την βοήθεια του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Η έρευνα αυτή αποτελεί αντικείμενο διπλωματικής εργασίας στο Πολυτεχνείο Κρήτης και αφορά στην χρήση αστικών κήπων ως μέσου για την μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και της επιφάνειας στα Χανιά, και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Χαλέπας.

Επιπρόσθετα, γίνεται μια ανασκόπηση στις απειλές της βιοποικιλότητας και στο νομοθετικό πλαίσιο που εξελίσσεται γύρω από αυτή. Στην εργασία εξετάζονται ένα σενάριο μηδενικής βλάστησης, η υπάρχουσα κατάσταση και δυο σενάρια βλάστησης σε αστικούς κήπους με διαφορετική βιοποικιλότητα. Το πρώτο σενάριο αφορά στην καλλιέργεια οπωροκηπευτικών ειδών και το δεύτερο στην καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών.

Τα σενάρια αυτά μελετήθηκαν με την χρήση του αριθμητικού μοντέλου Envi-met μετά την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που είναι το ύψος των κτιρίων, τα χαρακτηριστικά της βλάστησης, η τοποθεσία της περιοχής κλπ.

Τελικά, τα σενάρια αστικών κήπων, τις ημέρες υψηλών θερμοκρασιών, παρουσίασαν μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας 10^{o}C από το σενάριο μηδενικής βλάστησης και 5 ^{o}C από την υπάρχουσα κατάσταση. Ωστόσο, οι διαφορές μεταξύ των δυο αυτών σεναρίων δεν ήταν ιδιαίτερα μεγάλες.

ABSTRACT

In a highly structured environment, as an urban center, it is obvious that there are consequences for both humans and the environment. The urban heat island effect and energy poverty are consequences of this situation. A common way to deal with the last two effects is to reduce the temperature by using bioclimatic design.

This research is the subject of a thesis at the Technical University of Crete about the use of urban gardens as a way to reduce the air and surface temperature in Chania, and more specifically in the area of Chalepa.

The threats of biodiversity and the relevant legislative framework are presented. In this research, a scenario with absence of vegetation, the current state and two scenarios with different vegetation in urban gardens are analyzed. The first scenario involves horticulture species and the second one the cultivation of aromatic and medicinal species.

These scenarios were examined using the numerical model Envi-met after the collection of data needed such as the height of buildings, vegetation characteristics, the location of the area etc.

Finally, the scenarios of urban gardens decreased the surface temperature by 10^{o}C from the scenario with absence vegetation and 5 ° C from the current state in days of high temperature. However, the differences between these two scenarios were not distinguished.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Σύμφωνα με έκθεση του Προγράμματος Ανθρωπίνων Οικισμών του ΟΗΕ, γνωστού ως UN Habitat, οι μεγαλουπόλεις του κόσμου εξελίσσονται σταθερά σε μεγάλες περιφέρειες που μπορεί στα επόμενα 50 χρόνια να έχουν έκταση εκατοντάδων χιλιομέτρων και να κατοικούνται από περισσότερους από 100 εκατομμύρια κατοίκους. Το φαινόμενο αυτό, δηλαδή η τάση των ανθρώπων για συγκέντρωση στις πόλεις, ονομάζεται αστικοποίηση. Η τάση αυτή ξεκίνησε καθώς οι πόλεις αποτέλεσαν και αποτελούν πόλο έλξης του πολιτισμού και της ανάπτυξης.

Ωστόσο, οι επιπτώσεις του φαινομένου αυτού δεν άργησαν να εμφανιστούν. Οι επιπτώσεις αυτές αφορούν κοινωνικά καθώς και περιβαλλοντικά ζητήματα. Σύντομα, συνεπώς, εμφανίσθηκε ο όρος της «αειφορικής» πόλης, δηλαδή, τρόποι και μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος, μέσα στον αστικό ιστό που μπορούν να συμβάλλουν στην άμβλυνση των επιπτώσεων και συνακόλουθα στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στα αστικά κέντρα. Ένα από τα βασικά ζητήματα που έχουν τεθεί είναι η αύξηση της θερμοκρασίας και τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για τον περιορισμό του φαινομένου αυτού.

Ένας τέτοιος τρόπος είναι η δημιουργία χώρων πρασίνου μέσα στην πόλη. Στην εν λόγω μελέτη χρησιμοποιούνται αστικοί κήποι για την μείωση της θερμοκρασίας σε ένα οικοδομικό τετράγωνο, σε μια περιοχή των Χανίων. Στην συνέχεια, τίθενται και άλλα ζητήματα, όπως είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, η ενεργειακή πενία και οι απειλές της βιοποικιλότητας, τα οποία με την εφαρμογή των αστικών κήπων μπορούν, αν όχι να αντιμετωπισθούν, να ελαττωθούν σε σημαντικό βαθμό.

Για την εργασία αυτή έγινε χρήση προγράμματος μοντελοποίησης, το οποίο ονομάζεται Envi-met. Πιο μεγάλη ανάλυση σχετικά με το πρόγραμμα αυτό θα ακολουθήσει αργότερα.

1.2. Αστικό μικρόκλιμα

Το κλίμα σε κάθε περιοχή του πλανήτη μπορεί να περιγραφεί σε τρία διαφορετικά επίπεδα, πηγαίνοντας από το γενικό προς το ειδικό, από τη μεγαλύτερη κλίμακα στη μικρότερη: το μακρόκλιμα, το μεσόκλιμα και το μικρόκλιμα. Το μακρόκλιμα μιας περιοχής αφορά τα γενικότερα κλιματικά χαρακτηριστικά της. Ορίζεται από κλιματικά δεδομένα, όπως είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια, ο άνεμος, η υγρασία, τα νέφη και οι βροχοπτώσεις. Το μεσόκλιμα μιας περιοχής είναι ο μετασχηματισμός του μακροκλίματος, λόγω τοπικών ιδιαιτεροτήτων, όπως είναι το ανάγλυφο του εδάφους, η ύπαρξη μεγάλων επιφανειών νερού και η βλάστηση. Το μικρόκλιμα μιας περιοχής είναι η διαφοροποίηση του μακροκλίματος και του μεσοκλίματος, η οποία οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως π.χ. το δομημένο περιβάλλον ή οι γεωργικές καλλιέργειες. [1]

Η συνεχής αυξητική τάση συσσώρευσης του πληθυσμού στα αστικά κέντρα αναμένεται να αυξήσει τον πληθυσμό των ανθρώπων που ζουν σε αστικές περιοχές κατά 60% το 2030 [2]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έκθεση του ανθρώπου σε μικρόκλιμα, και πιο συγκεκριμένα σε «αστικό μικρόκλιμα».

Με τον όρο αστικό μικρόκλιμα, νοούνται οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν αστικό χώρο (πλατεία, πάρκο, γειτονιά κτλ), οι οποίες μπορούν να παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις επικρατούσες συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή. Η αστική μορφολογία επηρεάζει τις μικροκλιματικές αυτές συνθήκες, αφού καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την σκίαση και την ροή του ατμοσφαιρικού αέρα ανάμεσα στα κτήρια [2].

Ενδεικτικές λύσεις για την δημιουργία ενός καλύτερου μικροκλίματος είναι:

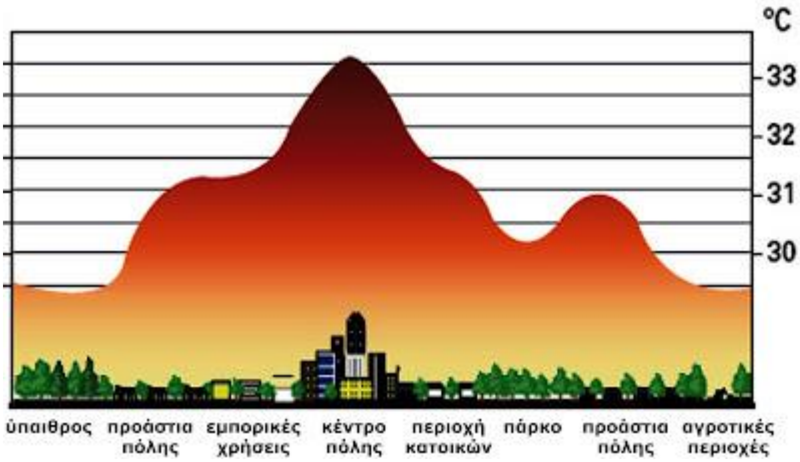
- οι οικολογικές παρεμβάσεις σε δρόμους (π.χ. πεζοδρομήσεις).
- αξιοποίηση με αειφορικό τρόπο των κενών οικοπέδων
- χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο το δυνατόν περισσότερο,
- φύτευση δένδρων για σκίαση κτιρίων
- πράσινα στέγαστρα
- χρήση υλικών (για την κατασκευή έργων υποδομής) φιλικών προς το περιβάλλον
- στάθμευση αυτοκινήτων σε κλειστούς χώρους ή σκιασμένους χώρους με σκοπό την εξοικονόμηση ζωτικού αδόμητου χώρου
- δημιουργία υδατικού χώρου και άλλα.

1.3. Αστική θερμική νησίδα(ΑΘΝ)

Η θερμοκρασία του αέρα σε πυκνοδομημένες αστικές περιοχές είναι συχνά υψηλότερη από την θερμοκρασία των γύρω περιοχών. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως φαινόμενο «αστικής θερμικής νησίδας» (Urban Heat Island) και αποτελεί την πιο προφανή κλιματική έκφραση της αστικοποίησης. [3]

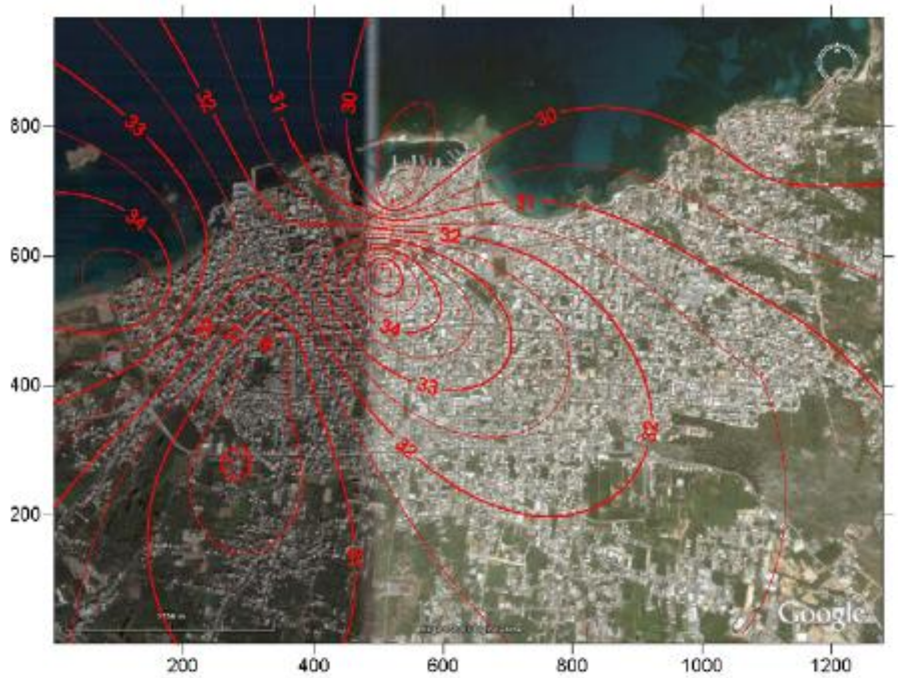
Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση του φαινομένου αυτού είναι:

- Η υψηλότερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας απ' τους δρόμους (λόγω της μικρής ανακλαστικότητάς τους) και της θερμότητάς απ' τα υλικά των κτιρίων και η απελευθέρωσή της τη νύχτα.
- Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες όσον αφορά την παραγωγή «θερμικών αποβλήτων» εξαιτίας της ενεργειακής χρήσης (π.χ. θέρμανση, κυκλοφορία οχημάτων).
- Η μειωμένη εξάτμιση λόγω της έλλειψης πράσινου στο κέντρο της πόλης.



Εικόνα 1 Διακυμάνσεις θερμοκρασιών ανάλογα με τις διάφορες χρήσεις γης [4]

Η νησίδα αυτή σε συνδυασμό με την τυχόν ύπαρξη ρυπογόνων βιομηχανιών στις παρυφές της πόλης και την κλειστή τοπογραφία της ευρύτερης περιοχής, συντελεί στην έντονη ρύπανση της πόλης, ευνοώντας τη μεταφορά ρύπων από την περιφέρεια, λόγω της μετακίνησης στρωμάτων αέρα που έρχονται να καταλάβουν τη θέση άλλων στρωμάτων, τα οποία θερμαινόμενα λόγω ύπαρξης της αστικής νησίδας ανεβαίνουν (Εικόνα 1).



Εικόνα 2 Φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας κατά την διάρκεια της ημέρας 20/7/2007, Χανιά [5]

Το φαινόμενο αυτό γίνεται αισθητό και στην πόλη των Χανίων. Από την Εικόνα 2 παρατηρείται ότι η διαφορά της θερμοκρασίας μπορεί να φθάσει και τους $3^{o}C$ σε πολύ γειτονικές περιοχές και καθώς κατευθυνόμαστε από το κέντρο προς τα περίχωρα [5].

1.4. Ενεργειακή Πενία

Σύμφωνα με το άρθρο 24 παρ.1 του Συντάγματος του 1975, «η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός». Το δικαίωμα στο περιβάλλον εμπεριέχει και συνεπάγεται και το δικαίωμα στην ενέργεια. Η ενέργεια είναι απαραίτητη στην καθημερνή μας ζωή για την κινητικότητα, τον κλιματισμό και τον φωτισμό. Ωστόσο, στην εποχή μας, πολλοί είναι αυτοί που δεν μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, ακόμα και την πιο απαραίτητη όπως είναι η ηλεκτρική. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «ενεργειακή πενία» και εμφανίζεται όλο και περισσότερο με το πέρασμα του χρόνου.

Η ενεργειακή πενία έγκειται στη δυσκολία ή αδυναμία διατήρησης των κατοικιών σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας (ως σημείο αναφοράς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είτε ο ορισμός του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, σύμφωνα με τον οποίο η κατάλληλη θερμοκρασία στο καθιστικό είναι $21^{o}C$ και στα υπόλοιπα δωμάτια

18ºC, είτε οποιοσδήποτε άλλος τεχνικά κατάλληλος ορισμός) και η μη διαθεσιμότητα άλλων βασικών ενεργειακών υπηρεσιών: ο φωτισμός, οι μεταφορές ή η ηλεκτρική ενέργεια για τη χρήση του Διαδικτύου ή άλλων συστημάτων και συσκευών σε λογική τιμή. [6]

Η ενεργειακή πενία είναι ένα μέγεθος που δεν μπορεί να μετρηθεί εύκολα, αν και μπορεί να υπολογιστεί με βάση μεταβλητές, όπως η αδυναμία διατήρησης της κατάλληλης θερμοκρασίας σε μια κατοικία, το ποσοστό του πληθυσμού με απλήρωτους λογαριασμούς ή ο αριθμός των κατοικιών που έχουν διαρροές, ρωγμές ή άλλα. Μολονότι η έλλειψη συναφών στατιστικών και λοιπών ερευνών δυσχεραίνει τον προσδιορισμό αξιόπιστων στοιχείων ως προς τον πληθυσμό της συγκεκριμένης κατηγορίας, από τη διασταύρωση των γνωστών μεταβλητών και τον συνυπολογισμό ορισμένων δημοσιευμένων μελετών, προκύπτει ότι στην Ευρώπη τουλάχιστον 50 εκατ. Ευρωπαίοι πολίτες πλήττονται από την ενεργειακή πενία. [7]

Αντιλαμβανόμενη την σοβαρότητα ενός τέτοιου φαινομένου, η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε σε επίσημη γνωμοδότηση (2011/C 44/09) στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με θέμα «Η ενεργειακή πενία υπό το πρίσμα της ελευθέρωσης της αγοράς και της οικονομικής κρίσης». Τα κύρια σημεία των προτάσεων είναι η πάγια θέση της ΕΕ για απελευθέρωση των αγορών της ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, η τόνωση της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής κοινωνίας, τα μέτρα υπέρ της διαφάνειας και την διάκριση των αρμοδιοτήτων στον τομέα της ενέργειας, η δημιουργία μιας αγοράς ενέργειας βασισμένης στη συνεργασία μεταξύ των κρατών. Στόχος όλων των παραπάνω, πρέπει να είναι το όφελος όλων των καταναλωτών για την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. [8] Ταυτόχρονα, μέτρα για τους ανθρώπους που βρίσκονται σε κατάσταση ενεργειακής πενίας έχουν παρθεί και στον ελλαδικό χώρο, μετά από εισήγηση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ). Τέτοια μέτρα είναι:

- Η προθεσμία εξόφλησης οποιουδήποτε λογαριασμού κατανάλωσης δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να είναι μικρότερη από σαράντα ημέρες.
- Δεν επιτρέπεται η διακοπή ρεύματος σε Ευάλωτους Οικιακούς πελάτες, λόγω ανεξόφλητων λογαριασμών κατανάλωσης, κατά το χρονικό διάστημα από Νοέμβριο έως και Μάρτιο, καθώς και του μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

- Οι προμηθευτές υποχρεούνται να παρέχουν στους Ευάλωτους Οικιακού πελάτες την δυνατότητα τμηματικής και άτοκης εξόφλησης των ληξιπρόθεσμων οφειλών.
- Για τους Ευάλωτους Οικιακούς πελάτες που έχουν σοβαρά προβλήματα υγείας, ο προμηθευτής μπορεί να καταγγείλει της Σύμβαση Προμήθειας μόνο στην περίπτωση που ο συγκεκριμένος πελάτης είναι υπερήμερο ως προς την εξόφληση έξι διαδοχικών λογαριασμών κατανάλωσης. [9]

2. ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

2.1. Η βιοποικιλότητα της Ελλάδας

Η Ελλάδα διαθέτει πολύ μεγάλη ποικιλία ζώων, φυτών, μυκήτων, φυκών, μικροοργανισμών και οικοσυστημάτων, που αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη. Ευρισκόμενη στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων, με ποικίλη γεωμορφολογία και μεγάλο κλιματολογικό εύρος, αλλά και με ιδιαίτερα μακρόχρονη ιστορία συνύπαρξης του ανθρώπου με τη φύση, έχει αποκτήσει μια ξεχωριστή βιοποικιλότητα με ιδιαίτερες φυτικές και ζωικές μορφές, αρκετές από τις οποίες δεν υπάρχουν πουθενά αλλού στον κόσμο. [10]

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν γύρω στα 50.000 είδη ζώων από τα οποία περίπου το 25% είναι ενδημικά, δηλαδή υπάρχουν μόνο στην Ελλάδα. Στη χλωρίδα υπάρχουν 6.300 (είδη και υποείδη) φυτών από τα οποία περίπου τα 1.000 είναι ενδημικά.[10]

2.2. Οι απειλές της βιοποικιλότητας

Είναι προφανές ότι τα τελευταία χρόνια έχουν υπάρξει τεράστιες αλλαγές στα φυσικά οικοσυστήματα. Η στροφή του ανθρώπου προς τα αστικά κέντρα, η απομάκρυνση του από το φυσικό περιβάλλον και οι καθημερινές του δραστηριότητες έχουν οδηγήσει σε απειλές για τη βιοποικιλότητα. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) οι ανθρώπινες δραστηριότητες, μέχρι το 1750, ήταν υπεύθυνες για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ταυτόχρονα, υποστηρίζουν ότι είναι πιθανό το 20-30% των φυτικών και ζωικών ειδών να τεθεί σε κίνδυνο προς εξαφάνιση, αν το μέσο ποσό της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας υπερβεί τους 2,3^{o}C. Η κλιμακούμενη κρίση εξαφάνισης δείχνει ότι η ποικιλομορφία της φύσης δεν μπορεί να υποστηρίξει την τρέχουσα πίεση που η ανθρωπότητα ασκεί στον πλανήτη. [11]

Για την προστασία της βιοποικιλότητας και των υπό εξαφάνιση ειδών γίνονται συνεχώς προσπάθειες σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Στο πλαίσιο αυτό έχει θεσπισθεί ένας αριθμός από διεθνείς Συνθήκες, οι οποίες αφορούν σε θέματα της βιοποικιλότητας.

2.3. Νομοθεσία και στρατηγική για την βιοποικιλότητα

Σε εθνικό επίπεδο, η προστασία της βιοποικιλότητας καταρχάς απορρέει από το ίδιο το σύνταγμα του 1975/1986/2001/2008 (αρ. 24 παρ. 1) και αποτελεί υποχρέωση της πολιτείας, ταυτόχρονα δε και δικαίωμα του καθενός που διαβιεί στη χώρα. Μάλιστα το κράτος υποχρεούται να προστατεύει τη βιοποικιλότητα λαμβάνοντας προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας, σεβόμενο δηλ. την αειφορία των οικοσυστημάτων. Ταυτοχρόνως συνταγματική υποχρέωση της πολιτείας είναι και η πολεοδόμηση και ανάπτυξη των πόλεων και των οικισμών ώστε να εξασφαλίζονται οι καλύτεροι δυνατοί όροι διαβίωσης (αρ. 24 παρ. 2). Από τη συνδυαστική ερμηνεία των παρ. 1 & 2 του αρ. 24 προκύπτει ότι πέραν του δικαιώματος στην προστασία της βιοποικιλότητας απορρέει και το δικαίωμα προστασίας του οικιστικού περιβάλλοντος και της αναβάθμισης της ποιότητας ζωής. [12]

Επανερχόμενοι στον τομέα της βιοποικιλότητας στο επίπεδο της κοινής νομοθεσίας εκτός από τους διάφορους νόμους που έχουν εκδοθεί στο παρελθόν και αφορούν κυρίως στην προστασία ειδών και οικοσυστημάτων, όπως π.χ. δάση κλπ, πρόσφατα έχει τεθεί σε ισχύ ο Νόμος 3937/2011-ΦΕΚ Α 60/31.03.2011 «Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις». Σκοπός του 3937/2011 είναι «η αειφόρος διαχείριση και αποτελεσματική προστασία της βιοποικιλότητας, ως πολύτιμου και αναντικατάστατου εθνικού κεφαλαίου». [13] Ο συγκεκριμένος νόμος τροποποίησε εν μέρει και συμπλήρωσε το Νόμο-Πλαίσιο 1650/1986 «για την προστασία του περιβάλλοντος» και πρόταξε την εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας με το ευρωπαϊκό και διεθνές δίκαιο στα εν λόγω ζητήματα. Το καινοτόμο στοιχειό του ν. 3937/2011 είναι ότι αντιμετωπίζει τη βιοποικιλότητα ως όλον, όπως ακριβώς και η διεθνής σύμβαση για τη βιοποικιλότητα του 1992, που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Όσον αφορά τις διεθνείς συμβάσεις που υπάρχουν σχετικά με την βιοποικιλότητα, η σημαντικότερη όλων είναι η σύμβαση του ΟΗΕ για την βιοποικιλότητα το 1992 (Convention on Biological Diversity). Ιστορικά, τον Νοέμβριο του 1988 το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του ΟΗΕ (UNEP) δημιούργησε ένα ειδικό σώμα, το «Ad Hoc Working Group of Experts on Biological Diversity», για την επιστημονική μελέτη του προβλήματος της απώλειας της βιοποικιλότητας, ενώ τον Μάιο του 1989 ιδρύθηκε ένα «Ad Hoc Working Group of Technical and Legal Experts», με σκοπό τη δημιουργία ενός διεθνούς νομικού οργάνου για την προστασία της βιοποικιλότητας. Τον Φεβρουάριο του 1991 δημιουργήθηκε η Διακυβερνητική Διαπραγματευτική Επιτροπή, η οποία οδήγησε σε Σύνοδο που πραγματοποιήθηκε στις 22 Μαΐου 1992, στο Ναϊρόμπι της Κένυας, για την Υιοθέτηση του Κειμένου Συμφωνίας γα την Σύμβαση της Βιοποικιλότητας. Η Σύμβαση του ΟΗΕ για την Βιοποικιλότητα υπογράφηκε τελικά στις 5 Ιουνίου 1992, στην Παγκόσμια Διάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Βιώσιμη Ανάπτυξη. Η σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 29 Δεκεμβρίου 1993. Η Ελλάδα έχει υπογράψει την συγκεκριμένη Σύμβαση και την κύρωσε με τον Ν.2204/1994. [13]

Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση, το 2001 στο πλαίσιο της στρατηγικής της για τη βιοποικιλότητα έθεσε έναν εξαιρετικά φιλόδοξο στόχο: την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας μέχρι το 2010 [14].Ένα χρόνο αργότερα, ο στόχος αυτός υιοθετήθηκε επί της αρχής και από την παγκόσμια κοινότητα, με ορίζοντα το 2010. Οι στόχοι αυτοί δεν επιτεύχθηκαν. Τον Μάιο του 2006, [15] η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε τον στόχο «Η ανάσχεση της βιοποικιλότητας έως το 2010 και μετέπειτα – Η υποστήριξη των υπηρεσιών οικοσυστήματος με στόχο την ευημερία του ανθρώπου» και το σχετικό σχέδιο δράσης, στο οποίο τονίζεται ότι η προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης [13].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διαθέτει πρωτοπόρο νομικό και θεσμικό πλαίσιο για την προστασία της βιοποικιλότητας, με ακρογωνιαίο λίθο τις οδηγίες για τα άγρια πτηνά (2009/147ΕΚ) και για τους οικότοπους (92/43/ΕΟΚ) που αποτελούν την βάση του ευρωπαϊκού δικτύου προστατευόμενων περιοχών Natura 2000. Επιπλέον, υπάρχουν πολλές ακόμα οδηγίες που συμπληρώνουν το νομικό και θεσμικό πλαίσιο προστασίας της βιοποικιλότητας της ΕΕ όπως οι οδηγίες πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα ύδατα και 2008/56/ΕΚ για την θαλάσσια στρατηγική. Άλλες Συνθήκες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον και την προστασία της βιοποικιλότητας είναι :

- Σύμβαση Ραμσάρ, για την προστασία των υγροτόπων.
- Σύμβαση της Βέρνης, για την διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης.
- Σύμβαση CITIES, για το διεθνές εμπόριο άγριων ειδών πανίδας και χλωρίδας που απειλούνται με εξαφάνιση.

- Σύμβαση της Βόννης, για την διατήρηση των αποδημητικών ειδών της άγριας πανίδας.

2.4. Η σχέση πενίας , κλιματικής αλλαγής και βιοποικιλότητας

Οι δεσμοί ανάμεσα στην πενία, την κλιματική αλλαγή και την βιοποικιλότητα είναι πολύ σημαντικοί. Αναφορές των δεσμών αυτών αναλύονται παρακάτω.

Παρότι δεν υπάρχουν σαφή αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με την επιδείνωση της βιοποικιλότητας λόγω της κλιματικής αλλαγής, ο Wolfgang Cramer από το Institute for Climate Impact Research του Πότσνταμ της Γερμανίας, επεσήμανε ότι οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του κλίματος είναι εμφανείς παντού. Σύμφωνα με τον Cramer, παρότι επικρατεί μεγάλη αβεβαιότητα στον χώρο της επιστήμης, είναι τέτοια η βαρύτητα των αποδείξεων που θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών και τη διατήρηση και αποκατάσταση των φυσικών εστιών απορρόφησης άνθρακα. Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι τα οικοσυστήματα μεταβάλλονται, επηρεάζοντας την ευημερία του ανθρώπου μέσω της υποβάθμισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Σαν παράδειγμα, αναφέρεται ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο, έρευνες έδειξαν ότι πολλά είδη μετακινούνται προς τον βορρά. Ορισμένα είδη έχουν μετακινηθεί κατά 121 περίπου χλμ τα τελευταία 25 χρόνια [16]

Μια άλλη σύνδεση μεταξύ της πενίας, της βιοποικιλότητας και της κλιματικής αλλαγής αφορά τους οικονομικά δυσμενέστερους. Οι παραπάνω είναι δυσανάλογα ευάλωτοι στην απώλεια της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημικών υπηρεσιών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του φαινόμενου της ενεργειακής πενίας. Ακόμα, παρόλο που είναι υπεύθυνοί για τις χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, είναι αυτοί που υποφέρουν περισσότερο από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. [17]

Επιπρόσθετα, η γεωγραφική θέση αποτελεί βασικό παράγοντα για την ευπάθεια των φτωχών ανθρώπων και των φτωχών εθνών. Πολλές από αυτές τις χώρες είναι που βρίσκονται στις περιοχές που διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο λόγω της κλιματικής αλλαγής. [17]

Τέλος, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό από όλους ότι η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η συντήρησή της ακεραιότητας των οικοσυστημάτων είναι κεντρικής σημασίας για τη βελτίωση της ικανότητας των οικονομικά δυσμενέστερων να αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή. [17]

Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις, η περιφρούρηση του πλούτου της βιοποικιλότητας μπορεί να συμβάλλει με το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο στην απόλαυση ακόμη και οικονομικών ωφελημάτων για τις τοπικές κοινωνίες, που είναι και οι θεματοφύλακες της βιοποικιλότητας.

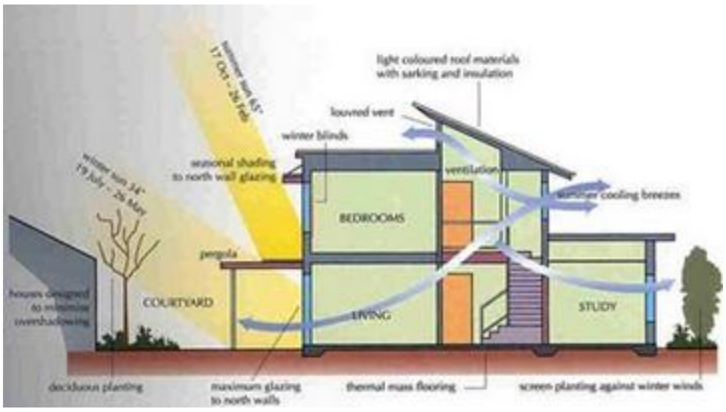
Σε περιόδους δε έντονης οικονομικής κρίσης τα αποτελέσματα μπορεί να είναι πολλαπλά, αφού έχουμε μια διεύρυνση της έννοιας της πενίας με αντίστοιχη επέκταση του φαινομένου σε μεγαλύτερες κοινωνικές ομάδες. Από την άλλη, η διατήρηση της βιοποικιλότητας μπορεί να συνδεθεί άμεσα και με τη διατροφή, παρέχοντας μέσω καλλιεργειών βασικά είδη διατροφής στις οικονομικά ασθενέστερες κοινωνικές ομάδες. Ταυτόχρονα η διατήρηση της βιοποικιλότητας συμβάλλει και στην αντιμετώπιση της ενεργειακής πενίας, αφού μπορεί να μετριάσει τις ενεργειακές ανάγκες.

Βέβαια δεν θα πρέπει να παραβλεφθεί ο κομβικός ρόλος της διατήρησης της βιοποικιλότητας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στα αστικά κέντρα. Οι μικρές οάσεις πρασίνου γίνονται ο καθημερινός σύντροφος χαλάρωσης όλων, κυρίως όμως των οικονομικά ασθενέστερων στρωμάτων που αδυνατούν να διαφύγουν στην έξοχη και στο φυσικό περιβάλλον.

3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Στην Ελλάδα, η ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε ραγδαία μετά το 1990 με κύριους καταναλωτές την βιομηχανία και τα νοικοκυριά. Σύμφωνα με έρευνες, το 41% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας, που δαπανάται στις ευρωπαϊκές χώρες, χρησιμοποιείται για την ενεργειακή κάλυψη των κτιρίων, για θέρμανση και ψύξη. [18] Ακόμα, επιπλέον έρευνες έδειξαν ότι η συνολική ενέργεια που χρησιμοποιούνταν για ψύξη το 2000 ήταν 2909 GWh και αναμένεται να φθάσει 9734 GWh μέχρι το 2020 (EECCAC,2003).

Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές έχουν στραφεί στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ένας τομέας της αρχιτεκτονικής όπου κυριαρχείται από τις αρχές της οικολογίας και της αειφορίας. Ο όρος « βιοκλιματικός σχεδιασμός » σημαίνει σχέδιο το οποίο στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Ο στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η δημιουργία αστικών περιοχών και τα κτίρια που έχουν σχεδιαστεί ώστε να καλύπτει πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες τους, χωρίς να προκαλούν περιβαλλοντική ζημία.



Εικόνα 3: Τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού (ASHRAE)

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου είναι τα παθητικά συστήματα, τα οποία είναι τα συστατικά στοιχεία ενός κτιρίου (Εικόνα 3). Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας . Αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικές φυσικές τεχνικές ψύξης

- Συστήματα και τεχνικές φωτισμού ημέρας

Η σχέση μεταξύ της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και αρχιτεκτονικής τοπίου έγκειται στους παρακάτω τομείς:

Τοποθεσία

Η σωστή σχεδίαση του χώρου και του κτιρίου επιτρέπει την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο και την προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση, από τον ήλιο, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Η κατάλληλη τοποθεσία για την κατασκευή κτηρίου εξαρτάται από το κλίμα, την κατεύθυνση των ανέμων, την παρουσία των δέντρων ή άλλα χαρακτηριστικά του τοπίου, τις χρήσεις και την εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου .

Ανακλαστικότητα

Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου η εκτεθειμένη επιφάνεια του εδάφους κοντά στο κτίριο θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική φροντίδα για να αποφευχθεί η χρήση των υλικών με υψηλή ανακλαστικότητα (πλάκες τσιμέντο, άσφαλτος κ.λπ.) και να προτιμάται η βλάστηση με γκαζόν ή άλλων ειδών φυτών εδαφοκάλυψης που απορροφούν ένα σημαντικό ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμότητας.

Προσανατολισμός

Κατά την διάρκεια του μεσογειακού καλοκαιριού το απόγευμα ο ήλιος είναι ακόμα ζεστός. Η δυτική πλευρά του κτιρίου πρέπει να γίνεται με μικρά ανοίγματα ή να προστατεύεται από κατάλληλη σκίαση (φυλλοβόλα δέντρα, τέντες ,φράκτες φυτών κλπ.). Η επιλογή των φυτικών ειδών, ο τρόπος κλαδέματος και η ακριβής θέση έναντι του ήλιου είναι σημαντικοί παράγοντες για την αποτελεσματική προστασία του κτιρίου .

Η διάταξη της βλάστησης μπορεί να σχεδιαστεί, με μια προτίμηση προς τα δέντρα με πυκνό φύλλωμα σε συνδυασμό με φυλλοβόλα δένδρα, προκειμένου να κατευθύνουν τους ανέμους του χειμώνα έξω από το κτίριο, επιτυγχάνοντας παράλληλα την ψύξη το καλοκαίρι.

Ανεμοφράχτες

Εκτός από δομικά υλικά, φράκτες από φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της ροής του αέρα. Θάμνοι, δένδρα \ και ο συνδυασμός των φρακτών με άλλα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανεμοφράκτες, δημιουργώντας ζώνες σχετικής ηρεμίας στην υπήνεμη πλευρά.

Πράσινες στέγες

Με τον όρο " πράσινη στέγη " εννοείται μια στέγη που έχει μετατραπεί σε έναν κήπο, ο οποίος καλλιεργείται σε ελεγχόμενες συνθήκες με περιβαλλοντικά, ενεργειακά και οικονομικά οφέλη. [19]

Με την εφαρμογή μια πράσινης στέγης (Εικόνα 4) ενός κτιρίου μειώνεται σημαντικά το κόστος της θέρμανσης του κτιρίου, διότι η διαστρωμάτωση πολλών στρώσεων μειώνει την απώλεια θερμότητας, ανάλογα με το πάχος του.

Εικόνα 4: Πράσινες στέγες σε κτίρια

Παράλληλα, η βλάστηση δρα ως επιπλέον μόνωση ανάλογα με την κάλυψη και την πυκνότητα του φυλλώματος .

Η εφαρμογή πράσινων στεγών στον αστικό ιστό, βελτιώνει την ισορροπία του οικοσυστήματος εντός των πόλεων, δημιουργώντας ένα εξαιρετικό μικροκλίμα και απορροφά ένα μεγάλο μέρος της σκόνης και των ρύπων. Μέσω της φωτοσύνθεσης, τα φυτά παράγουν περισσότερο οξυγόνο στην ατμόσφαιρα και να μειωθεί το διοξείδιο του άνθρακα.

Σκιάσεις

Με το σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση μιας πέργκολας ή άλλων αυτόματων συστημάτων σκίασης, μπορεί να επιτευχθεί προστασία του κτιρίου από υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν αφορά μόνο τον αρχικό σχεδιασμό ενός κτιρίου. Ένα κτίριο μπορεί να γίνει βιοκλιματικό έπειτα από παρεμβάσεις είτε στο κέλυφος, είτε στον εξωτερικό του χώρο σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές.

Στην εν λόγω εργασία θα μελετηθεί η δημιουργία αστικών κήπων σε μια αστική περιοχή.

3.1. Αστικοί κήποι

Ορισμένοι ερευνητές έχουν μελετήσει τη χρήση της βλάστησης ως μια μορφή μικροκλιματικού ελέγχου αστικών χώρων. Η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τέσσερις διαφορετικές δομές: την απλή κάλυψη βλάστησης, τα μεμονωμένα δένδρα, τα άλση ή με δενδροστοιχίες. Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για την εξέταση της μικροκλιματικής απόδοσης αυτών των πράσινων διαμορφώσεων μέσα σε αστικούς χώρους.

Πιο συγκεκριμένα, ένας αστικός κήπος είναι η γη που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια τροφίμων από τους ανθρώπους διαφορετικών οικογενειών, συνήθως κάτοικοι αστικών περιοχών με περιορισμένη πρόσβαση σε δική τους γη [20]. Η έννοια του αστικού κήπου δεν εμφανίζεται στην εθνική νομοθεσία. Αντίθετα η έννοια του κήπου αναφέρεται στην νομοθεσία, πλην όμως εντελώς αποσπασματικά και ιδιαίτερα στο πλαίσιο των οργανισμών εσωτερικών υπηρεσιών των Δήμων. Ένας αστικός κήπος διαφέρει από δημόσιους χώρους πρασίνου, όπως τα πάρκα και τα άλση, διότι το κύριο χαρακτηριστικό είναι η οικογενειακή βοήθεια για να παραχθούν τα προϊόντα [20]. Κοιτάζοντας πίσω στο χρόνο, οι αστικοί κήποι αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του '80, όπου οι πόλεις προσέφεραν στους οικονομικά δυσμενέστερους, ένα μικρό μέρος της γης, μέσα στην πόλη, για να καλλιεργήσουν τα δικά τους προϊόντα. Στη Νέα Υόρκη κατά τη διάρκεια της Μεγάλης Ύφεσης σχεδόν 5000 αστικοί κήποι καλλιεργήθηκαν από τους κατοίκους, προκειμένου να αυξήσουν τις προμήθειες των τροφίμων και να απασχοληθούν οι άνεργοι. [20].

Σήμερα, που μια νέα οικονομική κρίση πλήττει όλη την Ευρώπη, η ιδέα των αστικών κήπων καλείται ως λύση και για την αντιμετώπιση της ενεργειακής πενίας. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται σενάρια καλλιέργειας οπωροκηπευτικών και φαρμακευτικών ειδών με σκοπό την μείωση της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια τη μείωση της ενέργειας που απαιτείται για την ψύξη των κτιρίων.

Διατήρηση ειδών

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών, η σημασία διατήρησης των φυτικών γενετικών πόρων έχει τύχει πολύ μεγάλης προσοχής. Στο πλαίσιο αυτό, έχει αναγνωριστεί ο ρόλος του αστικού κήπου ως αποθήκης της βιολογικής ποικιλομορφίας. Οι κήποι αυτοί, χαρακτηρίζονται από μια δομική πολυπλοκότητα και πολυλειτουργικότητα, που επιτρέπει την παροχή των διαφόρων πλεονεκτημάτων για τα οικοσυστήματα και τους ανθρώπους. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες δείχνουν ότι τα υψηλά επίπεδα των ενδό-ειδικών φυτικών γενετικών ειδών, ιδίως όσον αφορά τις παραδοσιακές ποικιλίες καλλιεργειών και παραδοσιακών ποικιλιών, είναι διατηρημένα σε οικιακό επίπεδο. [21]

«Η ποικιλομορφία είναι η κύρια πηγή της γεωργίας και της ασφάλειας των τροφίμων". Οι άνθρωποι έχουν μελετήσει περίπου 15000 φυτά ως τροφή, χρησιμοποιώντας εν τέλει 7000 είδη φυτών, στο διάστημα δεκάδων χιλιάδων ετών όπου υπάρχει η γεωργία. Από αυτά «μόνο το 30 αντιπροσωπεύουν τη συντριπτική πλειοψηφία των τροφίμων που τρώμε κάθε μέρα" όπως αναφέρθηκε από τον Γενικό Γραμματέα του ΟΗΕ, κ. Ban Ki-moon. Ο κόσμος τροφοδοτείται από περίπου 20 είδη καλλιεργειών. Η επιτυχής διατήρηση της βιοποικιλότητας εξαρτάται από την αύξηση των προσπαθειών για να κάνουμε τα πράγματα "που παραδοσιακά ήταν εκτός του πεδίου εφαρμογής της πειθαρχίας». [22]

Η αστική γεωργία έχει μεγάλες δυνατότητες για να βοηθήσει την εξέλιξη της αγριοβιοποικιλότητας αναλαμβάνοντας την καλλιέργεια τοπικών ποικιλιών, με σταθερό ρυθμό. Η δημιουργία αστικών κήπων παρέχει μια ευκαιρία ώστε να πειραματιστούν και να αναπτυχθούν διάφορες ποικιλίες κατάλληλες για διαφορετικά μικροκλίματα, παρέχοντας έτσι μια σημαντική «διέξοδο» στα φυτά να προσαρμοστούν. Αυτή η εξέλιξη είναι ζωτικής σημασίας για την προσαρμογή του ανθρώπου στην κλιματική αλλαγή που μπορούμε να έχουμε. [22]

Γίνεται αντιληπτό πως η αστική γεωργία ενισχύει τη βιοποικιλότητα από τη συνεχιζόμενη παραγωγή των ντόπιων και σπάνιων ποικιλιών φρούτων και λαχανικών, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στις τοπικές κλιματικές συνθήκες και το έδαφος. Πρέπει να σημειωθεί ότι μεγαλύτερη ποικιλία των φρούτων και των λαχανικών συναντάται σε αγρότες μικρής κλίμακας, βοηθώντας έτσι τη διατήρηση των ποικιλιών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Έτσι λοιπόν, οι αστικοί κήποι συμβάλλουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, πόσο μάλλον όταν έχουμε να κάνουμε με ντόπιες, παραδοσιακές και σπάνιες ποικιλίες.

Από την άλλη μεριά, στην Ινδία, η αστική γεωργία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των φαρμακευτικών βοτάνων για 14 διαφορετικά είδη σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες. Μια μοναδική πρωτοβουλία που ονομάζεται Home Herbal Gardens ξεκίνησε από την Tata Energy Research Institute ενθαρρύνοντας τους ιδιοκτήτες σπιτιού να αυξήσουν τα φυτικά είδη στους αστικούς κήπους που έχουν δημιουργηθεί. Με την διανομή των παραπάνω ειδών η TERI στοχεύει στην ενημέρωση γύρω από τις φαρμακευτικές αξίες και την ανάγκη διατήρησης τους. [22]

Τελικά σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω φαίνεται πως η γεωργία στους αστικούς κήπους αποτελεί έναν αποτελεσματικό μηχανισμό επιβράδυνσης της απώλειας την βιοποικιλότητας. Γι αυτό τον λόγο, στην έρευνα αυτή, στους πειραματικούς (μέσω ENVI-met) αστικούς κήπους εισήχθηκαν ντόπια φυτικά είδη και ενδημικά φυτά (κρητικά, μεσογειακά), οπωροκηπευτικά, φυτικά και αρωματικά.

Με τον όρο ενδημικά φυτά εννοούμε την εύρεση ενός φυτού μόνο σε μία περιοχή στον κόσμο και πουθενά αλλού. Η διατήρηση των ντόπιων ποικιλιών και των ενδημικών φυτών είναι πολύ μεγάλη τόσο για την Μεσόγειο, όσο και για την Κρήτη Πιο συγκεκριμένα, το νησί της Κρήτης, διαθέτει πλούτο ενδημικών φυτών και αυτό οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία των βιότοπων και στην ύπαρξη των ψηλών βουνών. Για του λόγου το αληθές, 1.624 είναι τα αυτοφυή είδη που ευδοκιμούν στο νησί, αριθμός μεγάλος σε σχέση με τη μικρή του έκταση. Τα 170 από αυτά τα είδη είναι ενδημικά.

4. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η εν λόγω μελέτη αφορά την τοποθέτηση αστικών κήπων, (με την χρήση του αριθμητικού μοντέλου Envi-met) σε ένα οικοδομικό τετράγωνο στα Χανιά. Η δημιουργία αστικών κήπων εξετάζεται ως λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, της ενεργειακής πενίας και διατήρησης ντόπιων σπόρων παραδοσιακών ποικιλιών ή και φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών σε οικιακό επίπεδο. Τα δύο πρώτα μπορούν να επιτευχθούν με την μείωση της θερμοκρασίας, αέρα και εδάφους. Στόχος είναι να δείξουμε πως η βλάστηση συμμετέχει στην δημιουργία καλύτερου περιβάλλοντος και στην αίσθηση δροσιάς.

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω εξετάσθηκε η τωρινή κατάσταση της περιοχής μελέτης, και τρία υποθετικά σενάρια. Το πρώτο αφορά την μη ύπαρξη βλάστησης, το δεύτερο την ύπαρξη οπωροκηπευτικών και το τρίτο την ύπαρξη αρωματικών και φαρμακευτικών βοτάνων. Στα τελευταία είδη γίνεται λόγος για ντόπια είδη (κρητικά, μεσογειακά).

Τα παραπάνω σενάρια εξετάσθηκαν για τρεις χαρακτηριστικές μέρες τις εποχές καλοκαίρι, άνοιξη και φθινόπωρο αντίστοιχα. Ο χειμώνας δεν εξετάσθηκε καθώς αποτελεί περίοδο που πολλά από τα φυτά που εισήχθησαν στο πρόγραμμα δεν καλλιεργούνται. Ακόμη, τον χειμώνα δεν εξετάζεται το φαινόμενο της ενεργειακής πενίας καθώς δεν υπάρχει ανάγκη για ψύξη.

4.1. Περιοχή μελέτης

4.1.1. Θέση και η ιστορική αναδρομή

Η περιοχή μελέτης της παρούσας έρευνας βρίσκεται στην πόλη των Χανίων, μια πόλη που βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Κρήτης και είναι πρωτεύουσα περιφερειακής ενότητας Χανίων. Πιο συγκεκριμένα, το οικοδομικό τετράγωνο που θα μελετηθεί βρίσκεται στην περιοχή της Χαλέπας.

Η συνοικία της Χαλέπας άρχισε να είναι αναπτύσσεται, στα ανατολικά της πόλης, στα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Σήμερα αποτελεί μία από τις πιο ιστορικές περιοχές των Χανίων καθώς απέκτησε διακεκριμένη θέση στην ιστορία της Κρήτης μετά από την περίφημη «Σύμβαση της Χαλέπας». Παρά το γεγονός ότι η περιοχή δεν είναι στο άμεσο κεντρικό τμήμα της πόλης, είναι αρκετά πυκνοδομημένη. Ο προσανατολισμός του είναι βόρειος.

4.1.2. Κύρια χαρακτηριστικά περιοχής

Το επιλεγμένο οικοδομικό τετράγωνο αποτελείται από πέντε κτίρια. Εκ των οποίων, τρία κτίρια περιέχουν τέσσερις ορόφους, ένα κτίριο τρεις ορόφους, ένα κτίριο 2 ορόφους και ένα άλλο έναν όροφο.

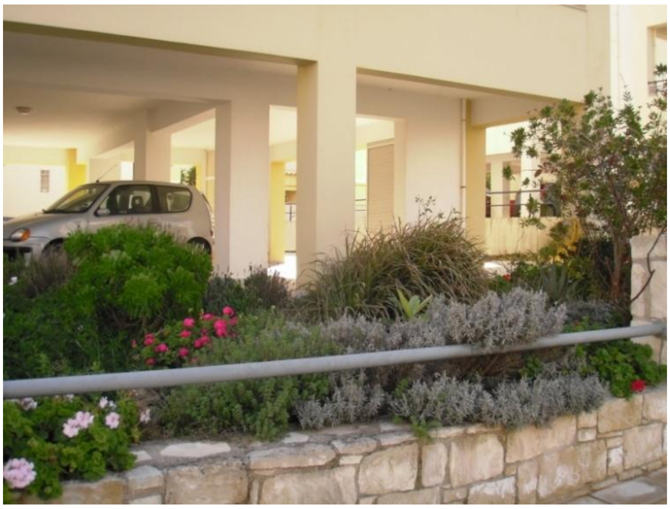
Εικόνα 5 Περιοχή μελέτης (Google Earth)

Παρατηρώντας την καθημερινή ζωή του οικοδομικού τετραγώνου γίνεται αντιληπτό πως πρόκειται για μια ήσυχη και «οικογενειακή» περιοχή. Η χρήση των οικοδομημάτων είναι κυρίως οικιακή.

Ακόμα, η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονο πράσινο. Δέντρα, φυτά και χορτάρια εμφανίζονται γύρω από όλα τα κτίρια. Η βλάστηση που υπάρχει γίνεται αντιληπτή στις παρακάτω φωτογραφίες (Εικόνα 6, Εικόνα 7, Εικόνα 8, Εικόνα 9)

Εικόνα 6 Είδη βλάστησης περιοχής μελέτης (προσωπικό αρχείο)

Εικόνα 7 Είδη βλάστησης περιοχής μελέτης (προσωπικό αρχείο)

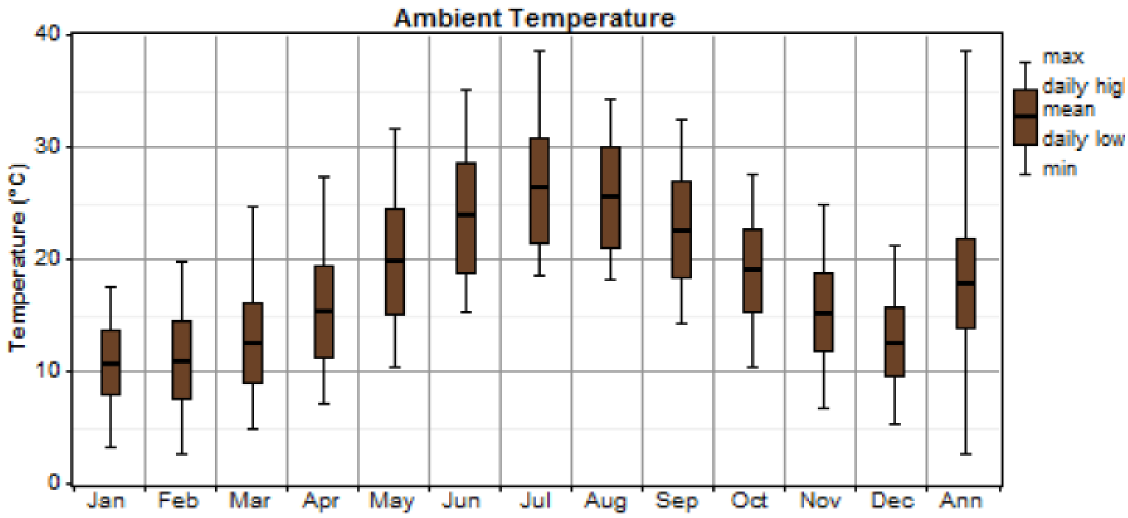


Εικόνα 8 Είδη βλάστησης περιοχής μελέτης (προσωπικό αρχείο)

Εικόνα 9 Είδη βλάστησης περιοχής μελέτης (προσωπικό αρχείο)

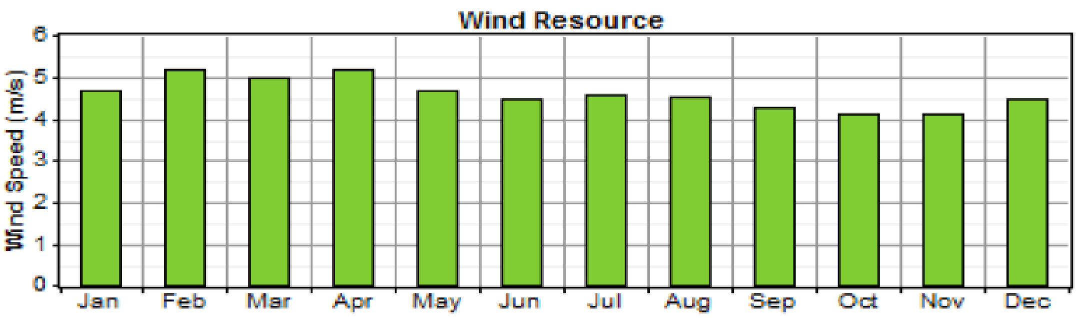
4.1.3. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Η πόλη των Χανίων και πιο συγκεκριμένα η περιοχή της Χαλέπας έχουν ένα τυπικό μεσογειακό κλίμα: ζεστά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες όπως φαίνεται και στην Εικόνα 10.



Εικόνα 10 Μέση Θερμοκρασία πόλης Χανίων (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)[23]

Η περιοχή χαρακτηρίζεται επίσης από ισχυρούς ανέμους. Παρακάτω, στην Εικόνα 11 παρουσιάζονται οι μέσες ταχύτητες του ανέμου (m/s) για όλους της μήνες.



Εικόνα 11 Μέσες ταχύτητας στην πόλη των Χανίων[23]

5. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

Το ενδιαφέρον για μείωση της θερμοκρασίας αέρα και την δημιουργία θερμικής άνεσης για τον άνθρωπο στα αστικά κέντρα υπήρχε ανέκαθεν. Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί αφορούν την βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών με επέμβαση στο εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο. Παρακάτω, αναλύονται τέσσερις μελέτες που έχουν διεξαχθεί με συγκεκριμένους στόχους και μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν.

Μία τέτοια έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Μιλάνο, το 2004 όπου στόχος ήταν η θερμική άνεση των πολιτών μετά την εξελικτική επίδραση της βλάστησης σε μια νεόδμητη πλατεία. Η μεθοδολογία περιλάμβανε: σειρές μετρήσεων πεδίου (ηλιακή θερμοκρασία, θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα του ανέμου, και σχετική υγρασία), μια απλοποιημένη αξιολόγηση της θερμικής άνεσης με χρήση του ενεργειακού μοντέλου COMFA και ένα σενάριο για την ανάπτυξη βλάστησης. Σύμφωνα, με την έρευνα αυτή, η σκίαση που προκύπτει από ένα δέντρο πολλών χρόνων είναι ανάλογη της μείωσης της ηλιακής ενέργεια που εισπράττεται από τον χρήστη, προσφέροντας έτσι θερμική άνεση (Εικόνα 12). [24]

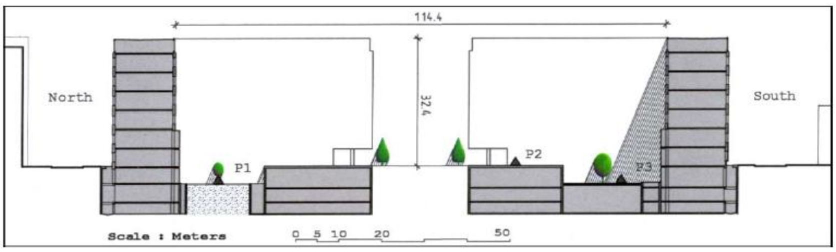


Fig. 1. Section of the square: year 2002.

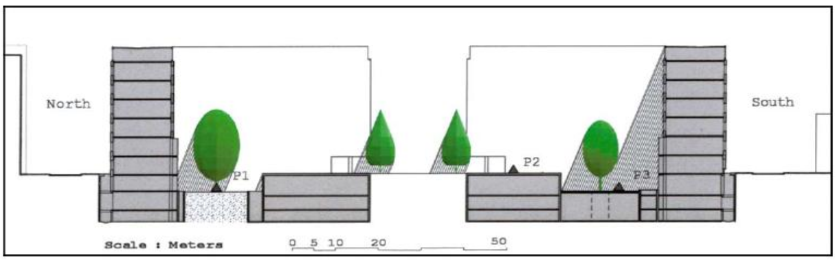


Fig. 2. Section of the square: year 2032.

Εικόνα 12 Σχηματική απεικόνιση της πλατείας και η εξελικτική της πορεία [24]

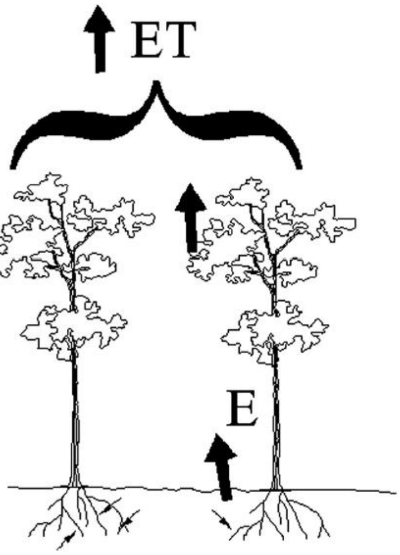
Το 2011, στο Κάιρο πραγματοποιήθηκε μια έρευνα σχετικά με την θερμική άνεση σε ένα αστικό πάρκο στο Κάιρο της Αιγύπτου. Η έρευνα περιλάμβανε χρήση υποκειμενικής έρευνας και μετρήσεις πεδίου. Το πρώτο σκέλος αποτελούνταν από ερωτήσεις σχετικά με την αντίληψη των εφτά θερμικών περιβαλλοντικών σημείων της εφαρμογής ASHRAE 55 και με ψήφους σχετικά με την θερμική αίσθηση (TSV) σε εννέα διαφορετικές ζώνες στο αστικό πάρκο (Εικόνα 13). Στο δεύτερο σκέλος, σε κάθε ζώνη, οι θερμικές παράμετροι του περιβάλλοντος - η θερμοκρασία του αέρα, η ηλιακή ακτινοβολία, η σχετική υγρασία του αέρα και ταχύτητα ανέμου είχαν μετρηθεί. Μέσα από αυτά τα δεδομένα προέκυψαν οι τιμές για τα φυσιολογικά ισοδύναμα Θερμοκρασίας (PET) σε κάθε ζώνη χρησιμοποιώντας το μοντέλο RayMan. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων πεδίου συγκρίθηκαν με τις αποφάσεις σχετικά με το θερμικό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν μια αλλαγή στην ανθρώπινη θερμική άνεση μεταξύ των διαφόρων ζωνών και συνεπώς προτείνεται από τον συγγραφέα ο μελλοντικός σχεδιασμός αστικών πάρκων σε ζεστές και ξηρές περιοχές. [25]

Εικόνα 13 Εννιά διαφορετικές ζώνες που ρυθμίστηκαν σύμφωνα με την θερμική άνεση [25]

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με μια άλλη έρευνα όπου πραγματοποιήθηκε στο Χονγκ Κονγκ, σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι αστικοί χώροι πρασίνου συνεισφέρουν στην μείωση της θερμοκρασίας και στην παροχή σκίασης καθώς και στην αντιμετώπιση της αστικής θερμικής νησίδας. Η συγκεκριμένη έρευνα παρέχει μια συνολική αναθεώρηση του αστικού σχεδιασμού με την χρήση βλάστησης σε παραμετρικές μελέτες που έχουν ήδη διεξαχθεί. Οι μελέτες αυτές είχαν πραγματοποιηθεί με το μοντέλο ENVI-met και είχαν επαληθευθεί με μετρήσεις πεδίου, για την προσομοίωση 33 περιπτώσεων με διαφορετικούς συνδυασμούς των παραγόντων. Για μια πόλη όπως το Χονγκ Κονγκ η συγκεκριμένη μελέτη αποκάλυψε ότι η πράσινη στέγη είναι αναποτελεσματική για την ανθρώπινη θερμική άνεση κοντά στο έδαφος, ενώ η φύτευση δέντρων είναι πιο αποτελεσματική για τους πεζούς. Το ποσό της δενδροφύτευσης που απαιτούνταν για τη μείωση της θερμοκρασίας στο επίπεδο των πεζών κατά περίπου 1 ° C είναι περίπου 33% της αστικής περιοχής. [26]

Εικόνα 14 Ολοκληρωμένη πρόταση πρασίνου [26]

Μια πιο κοντινή, γεωγραφικά, προσέγγιση έχει γίνει στην πόλη των Χανίων από τους, Julia N. Georgi και Dimo Dimitriou όπου διερευνάται ο τρόπος βλάστησης κυρίως μέσω της εξατμισοδιαπνοής, και η επίδραση του στη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η εξέταση των παραμέτρων που συμβάλλουν στο μικροκλίμα του χώρου και πώς αυτές επηρεάζονται από τη βλάστηση. Επιπλέον, αναλύεται η επίδραση της βλάστησης σε σχέση με εξατμισοδιαπνοή (Εικόνα 15), (μετρήσεις στην περιοχή των Χανίων) και καταγράφεται η υπάρχουσα βλάστηση της πόλης των Χανίων σε σχέση με τα γεωμορφολογικά και πολεοδομικά χαρακτηριστικά της πόλης. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν να βοηθήσει τις προσπάθειες για τη βελτίωση του περιβάλλοντος των Χανίων μέσω του καλύτερου σχεδιασμού και την κατάλληλη επιλογή των ειδών που χρησιμοποιούνται για τη φύτευση ανοιχτούς χώρους. [27]



Εικόνα 15 Διαδικασία εξατμισοδιαπνοής [27]

6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η δημιουργία χώρων πρασίνου είναι μια τεχνική που έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν σε άλλες μελέτες. Σε αυτές τις μελέτες, όπως και σε αυτή γίνεται χρήση ενός προγράμματος μοντελοποίησης που ονομάζεται Envi-met, με τη διαφορά, όμως, ότι:

- ✓ Εξετάζεται η έννοια του αστικών κήπων ως μεθόδου μείωσης της θερμοκρασίας.
- ✓ Εξετάζονται διαφορετικά σενάρια εγκατάστασης των παραπάνω και διαφορετικά προβλήματα αντιμετώπισης.

6.1. Χρήση προγράμματος Envi-met

Το ENVI-met είναι ένα τρισδιάστατο, μη υδροστατικό μοντέλο για την προσομοίωση, κυρίως μέσα στον αστικό ιστό, της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφόρων επιφανειών, της βλάστησης και του αέρα. Επιτρέπει την διερεύνηση της επίδρασης που ασκούν μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στον αστικό ιστό όπως, για παράδειγμα, η φύτευση δέντρων, η δημιουργία χώρων πρασίνου και η δημιουργία συγκροτημάτων κτιρίων στο αστικό μικρόκλιμα. Η χωρική του ανάλυση επιτρέπει την προσομοίωση της παραπάνω αλληλεπίδρασης σε μικρή κλίμακα.

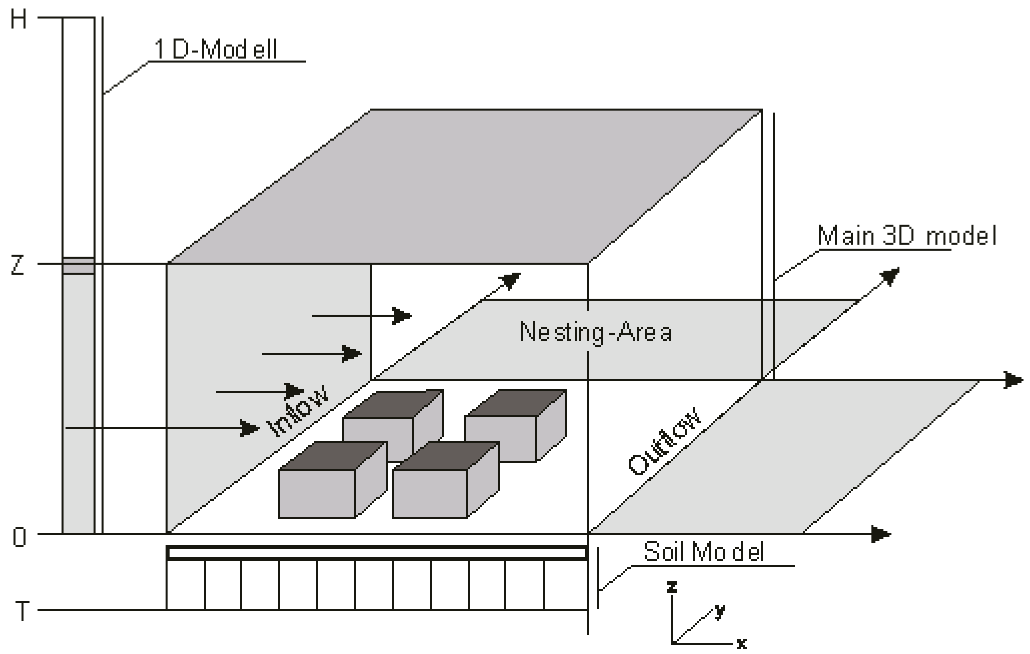
Το μοντέλο εμπεριέχει στους υπολογισμούς:

- Τη ροή ακτινοβολίας μικρού και μεγάλου μήκους κύματος λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση.
- Την ανάκλαση ακτινοβολίας και την ακτινοβολία από τα κτίρια και τη βλάστηση.
- Τη διαπνοή, την εξάτμιση και την αισθητή ροή θερμότητας από τη βλάστηση στον αέρα, με πλήρη προσομοίωση όλων των φυσικών παραμέτρων των φυτών όπως, για παράδειγμα, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης.
- Την επιφανειακή θερμοκρασία και αυτή των τοίχων, για κάθε σημείο στον κάναβο και κάθε τοίχο.
- Την ανταλλαγή θερμότητας και νερού στην εδαφική μάζα.

- Βιομετεωρολογικές παραμέτρους, όπως η M.R.T. και ο δείκτης P.M.V.
- Τη διασπορά διαφόρων αερίων και σωματιδίων, καθώς και την απόθεση των τελευταίων στα φύλλα και στις επιφάνειες.

Τα κτίρια, η βλάστηση, το έδαφος/επιφάνειες και οι πηγές ρύπανσης μπορούν να εισαχθούν στην περιοχή του μοντέλου. Εκτός από τις φυσικές και τις τεχνητές επιφάνειες μπορούν να εισαχθούν και σώματα νερού.

6.2. Βασική δομή Μοντέλου



Εικόνα 16 Σχηματική απεικόνιση της δομής του μοντέλου Envi-met[28]

Στην Εικόνα 16 φαίνεται η βασική δομή ενός μικροκλιματικού μοντέλου όπως είναι το ENVI-met. Η δομή αυτή δεν αφορά μόνο στον εν λόγω μοντέλο, αλλά χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλα τα τρισδιάστατα αριθμητικά μοντέλα. Είναι σχεδιασμένο στις 3 διαστάσεις του χώρου x,y και z. Στο εσωτερικό του μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τυπικά στοιχεία που αντιπροσωπεύουν την περιοχή ενδιαφέροντος, όπως κτίρια, βλάστηση και διάφορα είδη επιφανειών χρησιμοποιώντας το αρχείο εισαγωγής περιοχής (Area Input File .IN). Για να γίνει χρήση ενός αριθμητικού μοντέλου, η περιοχή ενδιαφέροντος θα πρέπει να αναχθεί σε μια εσχάρα κελιών (grid cells). Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των κελιών, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Από την άλλη, κάνοντας τα κελιά μικρά, συνεπάγεται ότι απαιτούνται περισσότερα από αυτά για να καλύψουν την εκάστοτε περιοχή. Σε κάθε προσομοίωση απαιτείται ένας συμβιβασμός μεταξύ της ακρίβειας και της ανάλυσης του μοντέλου, στοιχεία που επηρεάζονται άμεσα από τον αριθμό των κελιών. Αναφέρεται στο σημείο αυτό, ως εμπειρικός κανόνας, ότι φτάνοντας τα 100 x 100 x 30 κελιά (ή οποιονδήποτε άλλο συνδυασμό), το μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί μεγάλο και θα απαιτηθεί αρκετός χρόνος επεξεργασίας (CPU) για την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

6.3. Ροή δεδομένων στο Envi-met

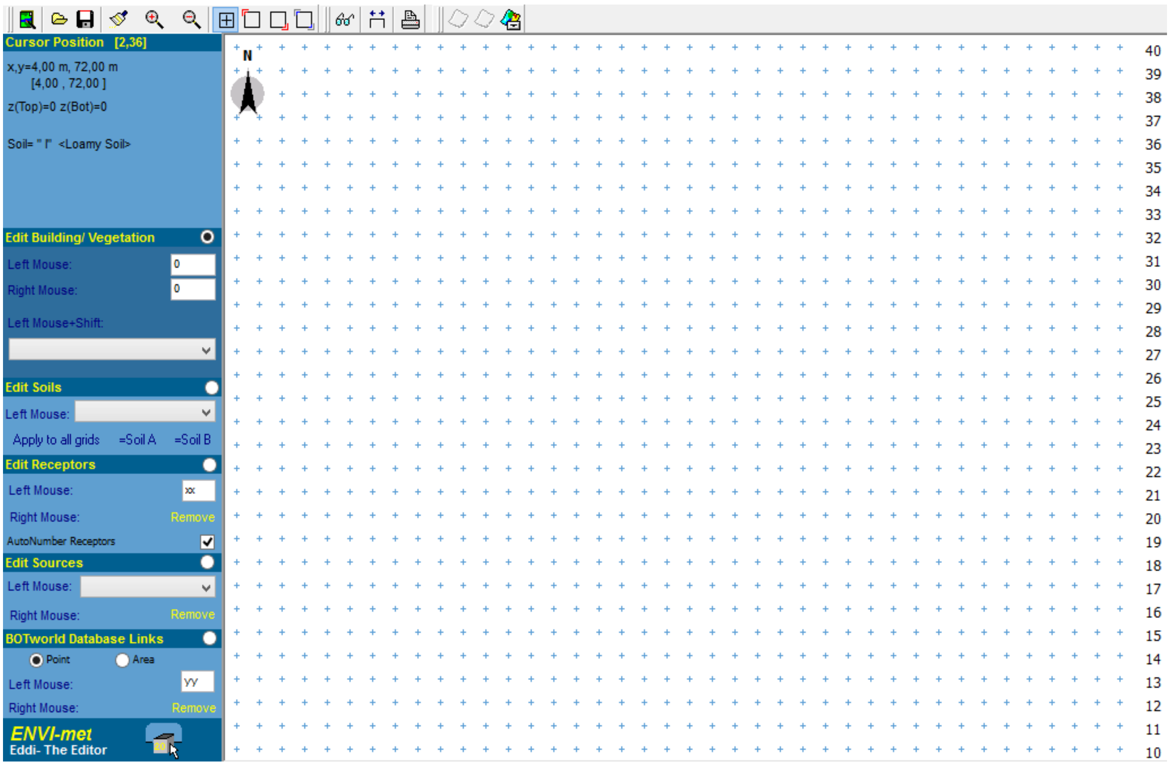
6.3.1. Δημιουργία αρχείου area input file

Το αρχείο εισόδου της περιοχής είναι ένα από τα βασικά αρχεία κατά την χρήση του ENVI-met. Πιο συγκεκριμένα διευκρινίζεται η γεωμετρία του περιβάλλοντος του μοντέλου, όπως είναι τα φυτά, τα κτίρια και τα εδάφη.

Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στο αρχεία εισόδου της περιοχής είναι:

- θέση και το ύψος των κτιρίων
- θέση των φυτών
- διανομή των υλικών επιφάνειας και οι τύποι εδάφους
- θέση των πηγών
- θέση των υποδοχέων
- συνδέσεις δεδομένων
- γεωγραφική θέση της τοποθεσίας στη γη

Το μοντέλο περιλαμβάνει και τις τρεις διαστάσεις x, y και z. Ωστόσο, στο αρχείο εισόδου, που δουλεύουμε, φαίνονται μόνο οι δυο (x και y). Ο χώρος εργασίας του αρχείου εισόδου φαίνεται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17 Χώρος εργασίας αρχείου εισόδου [28]

Όσον αφορά τα φυτά, το Envi-met περιέχει μία βάση δεδομένων φυτών, δέντρων, θάμνων και χορταριών, η οποία ονομάζεται Plants.dat. Αυτή η βάση δεδομένων μπορεί να εμπλουτιστεί με τις εκάστοτε ανάγκες.

Έτσι, για την συγκεκριμένη έρευνα προστέθηκαν σε αυτή τα φυτά που είναι υπό εξέταση. Η εισαγωγή κάθε στοιχείου στη υπάρχουσα βάση δεδομένων καθορίζεται από δυο αλφαριθμητικά σύμβολα, για παράδειγμα καθορίζεται ένα φυτό με το σύμβολο «a0» και στην συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στο αρχείο εισόδου βάζοντας τον κωδικό «a0» στην επιθυμητή θέση στον κάναβο. Ακόμη, για να εισαχθεί κάποιο φυτό στο plants.dat είναι απαραίτητη η γνώση των παρακάτω:

- η κατηγορία των φυτών (C3 ή C4) ανάλογα με τον τρόπο δέσμευσης του CO_2.
- Ο διαχωρισμός βλάστησης του φυτού (φυλλοβόλα δέντρα, κωνοφόρα δέντρα, χορτάρι).
- Η ελάχιστη αντίσταση των πόρων των φύλλων του φυτού.

- Η ανακλαστικότητα των φύλλων του φυτού.
- Το ύψος του.
- Το συνολικό βάθος της ριζικής τους ζώνης.
- Την πυκνότητα της περιοχής φυλλώματος (Leaf Area Density).
- Την πυκνότητα περιοχής ριζών (Root Area Density).

Στον Πίνακας 1 φαίνονται τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε σενάριο.

Πίνακας 1 Βλάστηση σε κάθε σενάριο

Σενάριο	Βλάστηση
«Σενάριο μηδενικής βλάστησης»	Μη ύπαρξη βλάστησης στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου, μόνο εξωτερικά
«Υπάρχουσα κατάσταση»	Καλλωπιστικά φυτά, γρασίδι, δέντρα, θάμνοι, χορτάρια
«Σενάριο προσθήκης οπωροκηπευτικών»	Αμπέλια, λεμονιές, ντομάτα, αγγούρια, κρεμμύδια, μαρούλια, παντζάρια
«Σενάριο προσθήκης αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών»	Βασιλικός, θυμάρι, φασκόμηλο, ύσσωπος, ρίγανη

Γενικές πληροφορίες των εν λόγω φυτών δίδονται παρακάτω:

Ντομάτα: Η τομάτα, αλλιώς και ντομάτα, (Solanum lycopersicum) είναι ένα φυτό της οικογένειας των Σολανίδων, ιθαγενές της Κεντρικής και Νοτίου Αμερικής, από το Μεξικό μέχρι το Περού. Στην Ελλάδα ήρθε στα μέσα του 16^{ου} αιώνα και συνδέθηκε αμέσως με την μεσογειακή διατροφή. Ζει μόνο μερικά χρόνια και συνήθως καλλιεργείται ως μονοετές φυτό. Τυπικά φτάνει τα 1-3 μ. ύψος, αλλά δεν έχει αρκετά ανθεκτικό βλαστό και στηρίζεται σε άλλα φυτά. Τα φύλλα έχουν μήκος 10-25 εκ. και είναι σύνθετα.

Αγγούρι: Το αγγούρι είναι καρπός φυτού της ίδιας οικογένειας (Κολοκυνθοειδή) με τα φυτά που παράγουν το πεπόνι, το καρπούζι και το κολοκύθι. Είναι καρπός του ετήσιου φυτού της αγγουριάς (*Cucumis sativus -Σικυός ο ήμερος*) που έρπει και αναρριχάται. Η προέλευσή του είναι από την Ινδία όπου το καλλιεργούσαν πριν από 3.000 χρόνια. Επίσης ήταν γνωστό και στην Αρχαία Ελλάδα, αλλά και στους Ρωμαίους. Στη συνέχεια διαδόθηκε και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Στην Κρήτη μια ποικιλία αγγουριού, που σπάνια βρίσκεται στις αγορές, ονομάζεται ξυλάγγουρο.

Κρεμμύδι: Το κρεμμύδι είναι φυτό, γνωστό και με τα ονόματα *κρόμμυον*. Το κρεμμύδι είναι λαχανικό με επιστημονική ονομασία *Άλλιο το κρόμμυο* (*Allium cepa*) και πιθανή προέλευση από τη νοτιοανατολική Ασία. Ωστόσο, το κρεμμύδι έχει έρθει στην Ελλάδα από την αρχαιότητα, καθώς σύμφωνα με έρευνες αποτελούσε τροφή των αρχαίων Ελλήνων αφού θεωρούνταν -όχι άδικα- δυναμωτικό αλλά και με ιαματικές ιδιότητες .

Παντζάρι: Το παντζάρι (*Beta vulgaris*), είναι φυτό της οικογένειας Αμαρανθοειδή, η οποία παλιότερα ήταν γνωστή ως Χηνοποδιοειδή. Είναι μονοετές ή διετές φυτό. Όλες οι καλλιεργήσιμες ποικιλίες παντζαριού προέρχονται από το υποείδος *B. v. vulgaris*. Άλλα υποείδη του παντζαριού είναι τα *B. v. maritima*, το οποίο βρίσκεται στη Μεσόγειο, στις Ευρωπαϊκές ακτές του Ατλαντικού, από τη Μέση Ανατολή μέχρι την Ινδία, και το *B. v. adanensis*, το οποίο βρίσκεται στη βόρεια ανατολική Μεσόγειο. Η εξημέρωση του φυτού θεωρείται ότι έλαβε χώρα την 2η χιλιετία π.Χ. στην περιοχή της Μεσογείου. Το φυτό φτάνει σε ύψος το 1,5 μέτρο. Τα φύλλα του έχουν σχήμα καρδιάς και έχουν μήκος 5 με 20 εκατοστά.

Μαρούλι: Το μαρούλι (*Lactuca sativa, Λακτούκα η ήμερη*) είναι ετήσιο, ποώδες φυτό γρήγορης ανάπτυξης της οικογένειας Σύνθετα. Καλλιεργείται από τους Ρωμαϊκούς χρόνους. Η ρίζα του είναι πασσαλώδης με μήκος έως μισό μέτρο. Τα φύλλα του βγαίνουν από το βλαστό που είναι κοντός χρώματος ανοιχτοπράσινου ή βαθυπράσινου. Στην Ελλάδα καλλιεργείται από το φθινόπωρο μέχρι την Άνοιξη, και το καλοκαίρι σε ψυχρότερα κλίματα. Για την επιτυχία στην καλλιέργεια πρέπει να υπάρχει αρκετή εδαφική υγρασία, καλός φωτισμός και δροσερές νύχτες.

Αμπέλι: Το αμπέλι, ή *κλήμα* είναι αγγειόσπερμο φυτό, ανήκει δε στην τάξη των Ραμνωδών και στην οικογένεια των Αμπελοειδών, με πολλές ποικιλίες που καλλιεργούνται στις εύκρατες περιοχές της γης. Στην Ελλάδα, σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, η πρώτη καλλιέργεια αμπελιού έγινε στην Κρήτη, ενώ για κάποιους άλλους στη Θράκη και χρονολογούνται γύρω στο 1.000 π.Χ. Το αμπέλι είναι πολυετές φυτό και αναπτύσσεται γρήγορα. Ο κορμός του έχει πολλαπλές διακλαδώσεις και αρκετούς βραχίονες και βλαστάρια. Τα φύλλα του αμπελιού είναι μεγάλα, παλαμοειδή και φύονται από το βλαστό με ένα μίσχο. Το σχήμα τους είναι χαρακτηριστικό και παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με την ποικιλία και το είδος, όπως διαφορές παρουσιάζει το χρώμα, το χνούδι στην κάτω επιφάνεια και το μέγεθος.

Βασιλικός: Ο βασιλικός (basilicum) είναι αρωματικό ετήσιο, ποώδες φυτό της οικογένειας των Χειλανθών και της τάξης των σωληνανθών. Η καταγωγή του είναι από την Ινδία και το Ιράν και σήμερα καλλιεργείται σε πολλές περιοχές του κόσμου. Η ονομασία "βασιλικός" του αποδόθηκε καθώς, σύμφωνα με θρύλο, φύτρωσε στο σημείο όπου ο Μέγας Κωνσταντίνος και η μητέρα του Αγία Ελένη ανακάλυψαν τον Τίμιο Σταυρό. Τα φύλλα του είναι ωοειδή, μυτερά, ακέραια ή οδοντωτά, πράσινα (έντονα ή σκούρα σε ορισμένες ποικιλίες). Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορες ποικιλίες που διακρίνονται για το μέγεθος των φύλλων (μικρόφυλλες και πλατύφυλλες). Ο βασιλικός καλλιεργείται ως καλλωπιστικό φυτό σε γλάστρες και κήπους και τα φύλλα του χρησιμοποιούνται αποξηραμένα ως καρύκευμα και αφέψημα. Περιέχουν αιθέριο έλαιο που κύριο συστατικό του είναι η λιναλοόλη και η μεθυλοχαβικόλη και χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία.

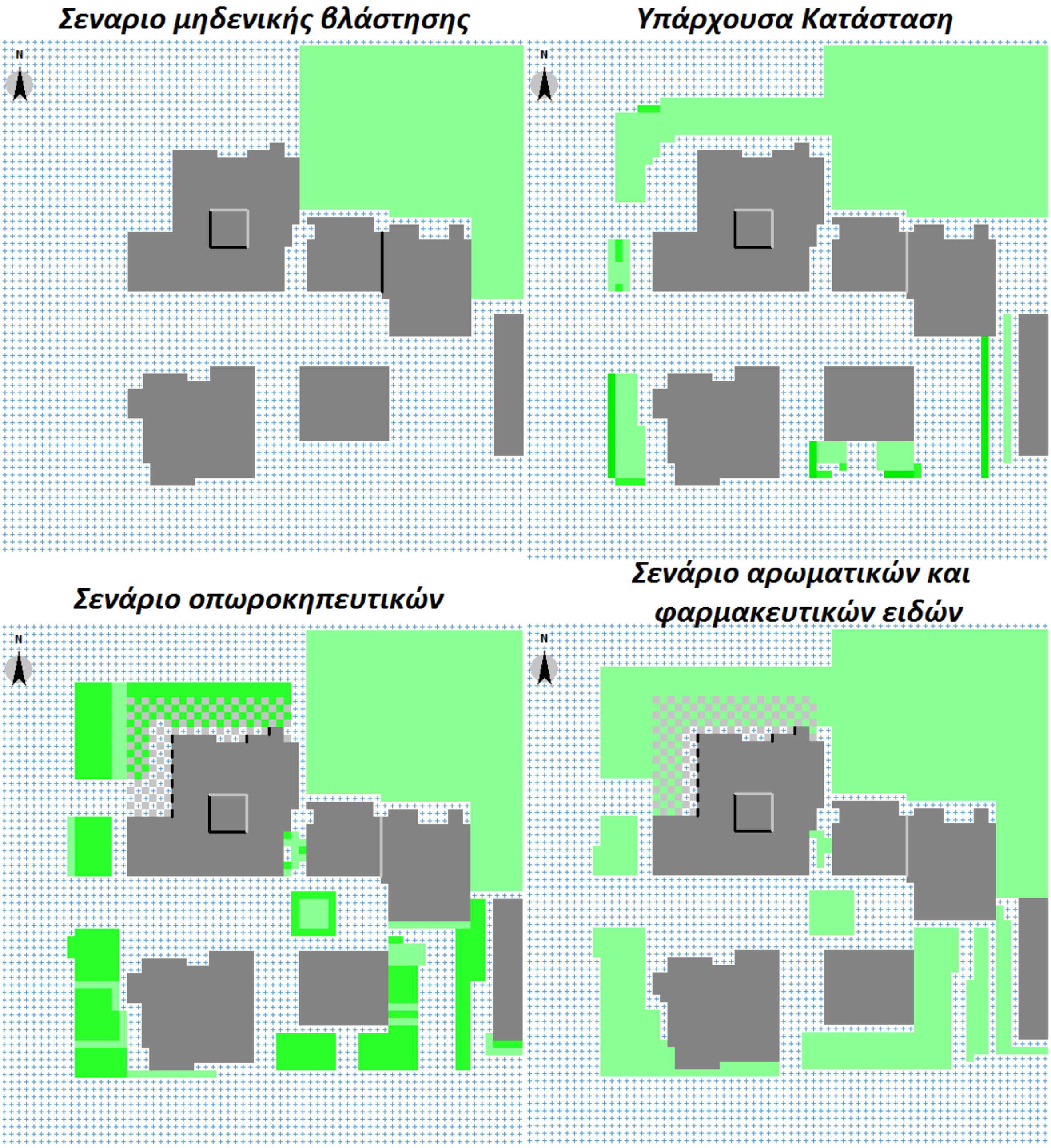
Θυμάρι: Το θυμάρι (Thymus vulgaris) είναι αγγειόσπερμο, δικότυλο φυτό, το οποίο ανήκει στην τάξη των Σωληνανθών (Tubiflorae) και στην οικογένεια των Χειλανθών (Labiatae). Είναι θάμνος μικρού ύψους (έως 30 εκατοστά), με όρθιους βλαστούς, εξαιρετικά ανθεκτικός, αναδύει πολύ ευχάριστο άρωμα. Απαντάται στις νότιες και μεσογειακές περιοχές της Ευρώπης. Το θυμάρι περιέχει αιθέριο έλαιο σε ποσοστό 1-2%. Το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου του θυμαριού κατά 20-54% είναι η θυμόλη ή, αλλιώς, καμφορά του θυμαριού, έχει δε χρήσεις στην αρωματοποιία και στην οδοντιατρική. Η θυμόλη έχει αντισηπτική δράση και αποτελεί το κυρίως συστατικό πολλών εμπορικών σκευασμάτων.

Φασκόμηλο: Το φασκόμηλο ή φασκομηλιά (Salvia officinalis) ανήκει στο γένος των Αγγειόσπερμων δικότυλων φυτών Ελελίφασκος (Salvia). Το φασκόμηλο, πολυετές, θαμνώδες, με πολυάριθμα κλαδιά, ύψους μέχρι μισό μέτρο, βρίσκεται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας. Το φυτό έχει έντονη αρωματική οσμή και καλλιεργείται για τις φαρμακευτικές ιδιότητες του, ως αφέψημα και ως καρύκευμα. Περιέχει ως κύρια ουσία αιθέριο έλαιο, φασκομηλόλαδο, άχρωμο ή ερυθροκίτρινο, σαπωνίνες, πικρές ουσίες, τερπένια, ρητίνες, πικρά διτερπένια, ταννίνες, τριτερπένια, φλαβονοειδή και θουγιόνη.

Ρίγανη: Η Ελληνική ρίγανη (Greek Oregano) είναι φυτό πολυετές και ποώδες η ποιότητα της θεωρείται η καλύτερη παγκοσμίως. Η ρίγανη πέρα από το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που αφήνει στο φαγητό έχει και πάρα πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες, με κυριότερη (γνωστή φαρμακευτικά) δραστική ουσία την καρβακρόλη. Είναι αντιδιαρροϊκή, αντιφλεγμονώδης, βακτηριοκτόνα. Το φυτό έχει ύψος 20-80 εκ., έχει φύλλα αντίθετα μήκους 1-4 εκ.

Ύσσωπος: Ο ύσσωπος (Hyssopus officinalis L.) είναι μια αρωματική, πολυετής πόα (6-7 χρόνια διάρκεια ζωής) με πολλούς βλαστούς τετράγωνους που εκφύονται από τη ρίζα φτάνουν σε ύψος 30-60 cm οι οποίοι ξυλοποιούνται. Τα φύλλα είναι άμισχα, αντίθετα, επιμήκη. Ο ύσσωπος ευδοκιμεί σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο έως και 400 m υψόμετρο. Το ισχυρό άρωμα του αιθέριου ελαίου του ύσσωπου είναι συστατικό πολλών ηδύποτων. Χρησιμοποιείται επίσης σαν συστατικό σε κολόνιες και αρώματα. Το αιθέριο έλαιο του παρουσιάζει αντιβακτηριδιακή δράση. Χρησιμοποιείται στην κοσμετολογία για προστασία και καθαρισμό ευαίσθητων επιδερμίδων.

Εν συνεχεία παρουσιάζεται στην Εικόνα 18 η χωροθέτηση των πράσινων χώρων σε κάθε σενάριο.



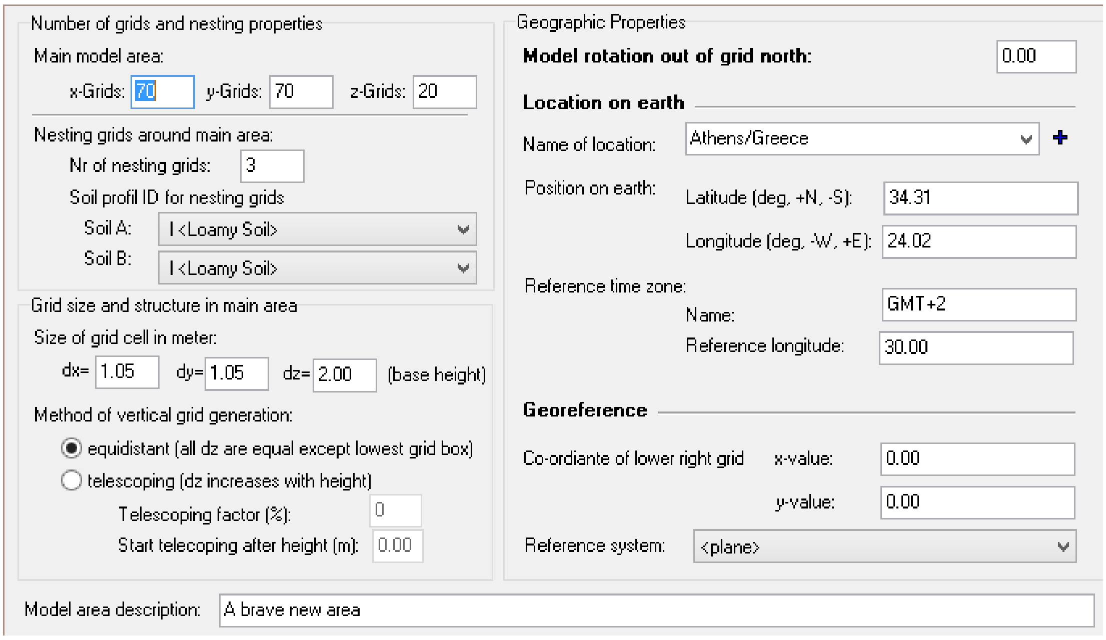
Εικόνα 18 Σχηματική απεικόνιση των πράσινων χώρων στα τέσσερα σενάρια [28]

Όσον αφορά τα εδάφη, στο πρόγραμμα εισήχθηκαν τα πραγματικά υλικά που υπάρχουν δηλαδή εισήχθησαν η άσφαλτος, οι περιοχές τσιμέντου και περιοχές χώματος.

Οι διαστάσεις του μοντέλου στο λογισμικό Envi-met ορίστηκαν ως εξής: Η περιοχή μελέτης αναλύθηκε σε κάναβο πλέγματος 70 x 70 x 20 grids (x, y, z) με διαστάσεις ψηφίδας 1,05 x 1,05 x 2. (Πίνακας 2)

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ακόμα, ότι τα ποσά εισερχόμενης ακτινοβολίας καθορίζονται αυτόματα μέσω των γεωγραφικών συντεταγμένων της περιοχής μελέτης, οι οποίες ορίστηκαν κατά την δημιουργία των χαρακτηριστικών της κανάβου. Επειδή η περιοχή των Χανίων δεν βρίσκεται μέσα στο πρόγραμμα επιλογής, οι συντεταγμένες ορίστηκαν με βάση τις συντεταγμένες της Αθήνας. (Πίνακας 2)

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά εισαγωγής στο πρόγραμμα[28]



6.3.2. Δημιουργία configuration file

Το αρχείο διαμόρφωση .CF (Configuration File) καθορίζει τις ρυθμίσεις που χρειάζεται η προσομοίωση για να τρέξει, όπως για παράδειγμα, το όνομα του αρχείου εισαγωγής, το όνομα του αρχείου εξόδου ή τις μετεωρολογικές ρυθμίσεις.

Κάθε εργασία προσομοίωσης προσδιορίζεται από ένα αρχείο .CF. Η ίδια περιοχή εισαγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικά αρχεία διαμόρφωσης αλλά κάθε προσομοίωση απαιτεί το δικό της αρχείο προσομοίωσης. Τα βασικά στοιχεία που περιέχει ένα αρχείο διαμόρφωσης είναι:

- Την ονομασία της προσομοίωσης
- Το αρχείο εισαγωγής
- Το όνομα του αρχείου που θα σταλούν τα αρχεία εξαγωγής και η ακριβής τοποθεσία του αρχείου
- Ημερομηνία έναρξης της προσομοίωσης
- Συνολικός χρόνος που θα τρέξει η προσομοίωση
- Χρονικό Διάστημα που αποθηκεύει μετρήσεις το πρόγραμμα
- Ταχύτητα ανέμου 10m από το έδαφος
- Τραχύτητα
- Κατεύθυνση ανέμου
- Αρχική θερμοκρασία ατμόσφαιρας
- Ειδική υγρασία στα 2500m
- Σχετική υγρασία στα 2m
- Βάση δεδομένων φυτών

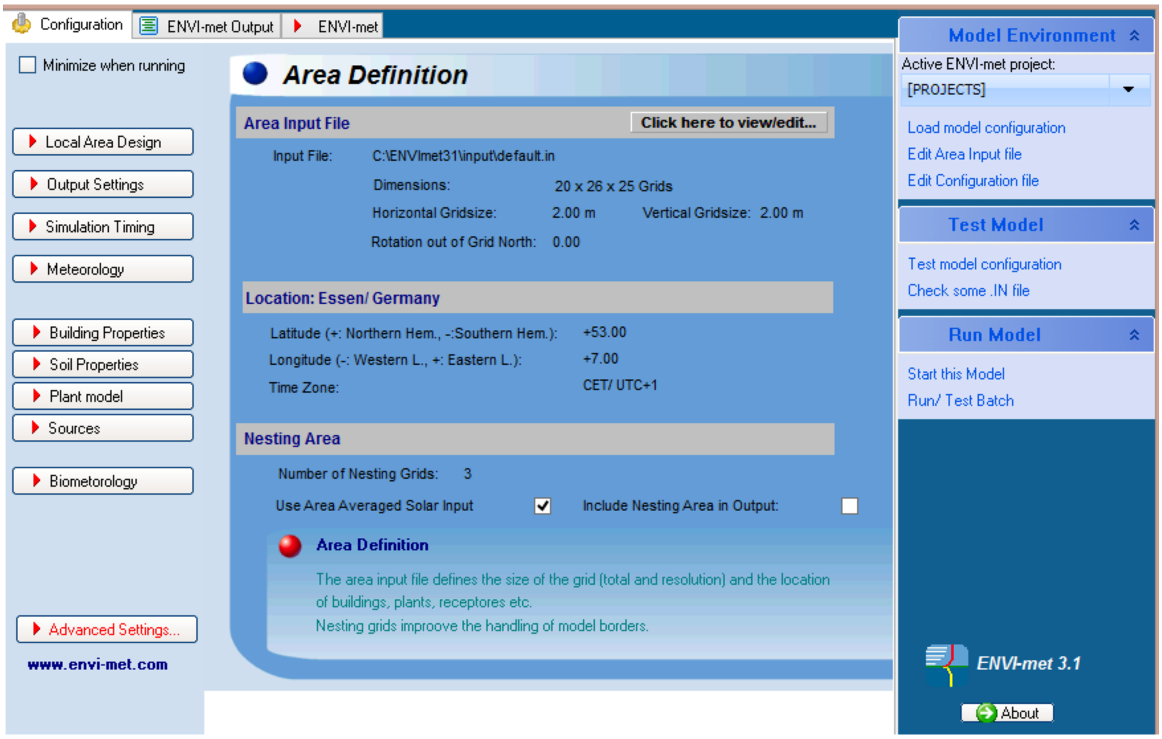
Τα δεδομένα που εισήχθησαν στην συγκεκριμένη εργασία για την δημιουργία των αρχείων διαμόρφωσης, για τις 3 εποχές, φαίνονται στον Πίνακας 3.

Πίνακας 3 Δεδομένα εισαγωγής ανά εποχή

	Καλοκαίρι	Άνοιξη	Φθινόπωρο
Ημερομηνία έναρξης της προσομοίωσης	21.07.2012	21.03.2012	21.10.2012
Ώρα έναρξης της προσομοίωσης	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Συνολικός χρόνος προσομοίωσης σε h	24.00	24.00	24.00
Χρονικό διάστημα αποθήκευσης μετρήσεων (ανά λεπτό)	60	60	60
Ταχύτητα ανέμου 10 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (m/s)	1.78	1.75	1.53
Κατεύθυνση ανέμου (0:N, 90:E, 180:S, 270:W)	0	270	180
Τραχύτητα σε σημείο αναφοράς	0.1	0.1	0.1
Αρχική θερμοκρασία (K)	293	293	293
Ειδική υγρασία στα 2500 m (g Water/kg air)	7	7	7
Σχετική υγρασία στα 2 m(%)	50	60	65

6.3.3. Χρήση παραθύρου επισκόπησης

Πριν την πραγματοποίηση της εκάστοτε προσομοίωσης γίνεται έλεγχος μέσω του παραθύρου ανασκόπησης. Με το παράθυρο αυτό γίνεται έλεγχος για να έχουν ενεργοποιηθεί οι επιθυμητές μεταβλητές πριν την εκκίνηση του λογισμικού. Πιο συγκεκριμένα γίνεται έλεγχος του αρχείου εισαγωγής, του αρχείου διαμόρφωσης, της θέσης που θα τοποθετηθούν οι μετρήσεις, του αριθμού των κελιών που χρησιμοποιήθηκαν στην κάναβο κλπ. Για να τρέξει η εκάστοτε προσομοίωση χρησιμοποιείται η επιλογή Run (τρέξιμο). Ένα τέτοιο παράθυρο επισκόπησης φαίνεται στην Εικόνα 19.



Εικόνα 19 Παράθυρο ανασκόπησης [28]

6.3.4. Εξαγωγή αποτελεσμάτων

Το ENVI-met δημιουργεί σωρούς δεδομένων για κάθε προσομοίωση. Για να γίνει περιήγηση στα δεδομένα αυτά απαιτούνται ξεχωριστά προγράμματα.

Για την εμφάνιση, λοιπόν, των αποτελεσμάτων χρειάζεται ένα άλλο πρόγραμμα γραφικών. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι το Leonardo.

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

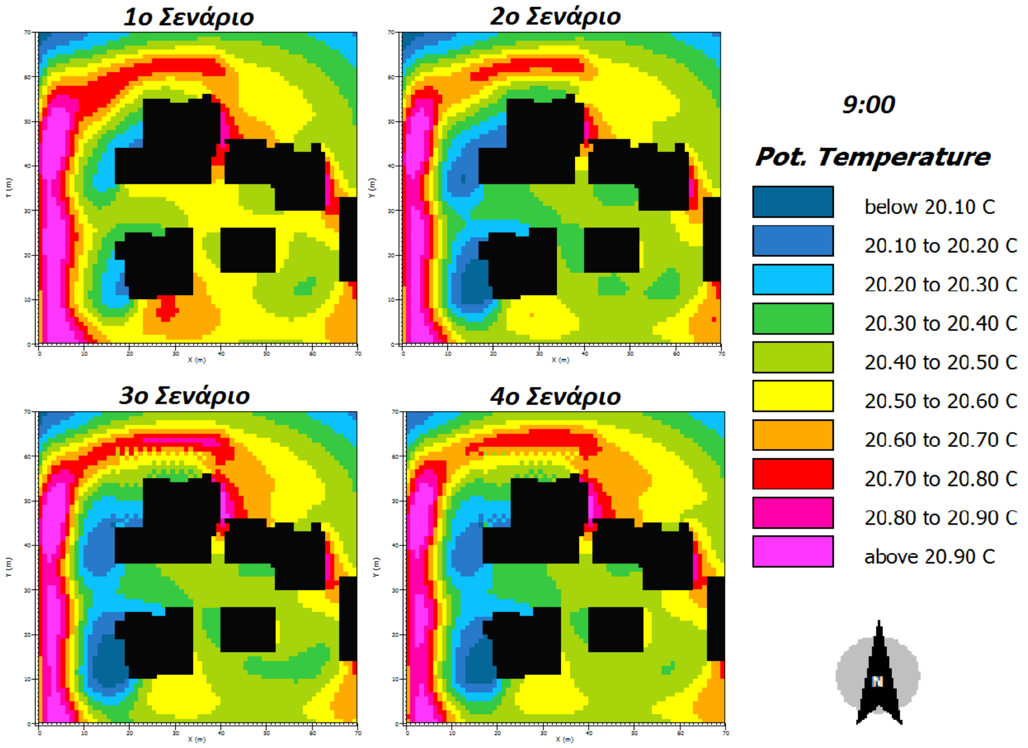
Όπως αναφέρθηκε, τα διάφορα σενάρια έτρεξαν για μια χαρακτηριστική ημέρα τις εποχές καλοκαίρι, άνοιξη και φθινόπωρο αντίστοιχα. Σύμφωνα με το αρχείο διαμόρφωσης το πρόγραμμα πήρε μετρήσεις για όλες τις ώρες των ημερών που επιλέχθηκαν. Ωστόσο, τα αποτελέσματα θα εξετασθούν κάθε τρεις ώρες από τις 9π.μ. μέχρι τις 6μ.μ.

Ακόμα, για χάριν ευκολίας η τωρινή κατάσταση και τα σενάρια έχουν αριθμηθεί. Σαν πρώτο σενάριο έχει αριθμηθεί το σενάριο μηδενικής βλάστησης, σαν δεύτερο η τωρινή κατάσταση και σαν τρίτο και τέταρτο σενάριο η τοποθέτηση οπωροκηπευτικών και αρωματικών/φαρμακευτικών ειδών αντίστοιχα.

Τέλος, για κάθε εποχή και κάθε ώρα υπάρχουν δυο αποτελέσματα θερμοκρασιών. Το ένα είναι η θερμοκρασία αέρα σε ύψος 1,6 m (μέσο ύψος ανθρώπου) και το άλλο είναι η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους.

7.1. Αποτελέσματα καλοκαιριού

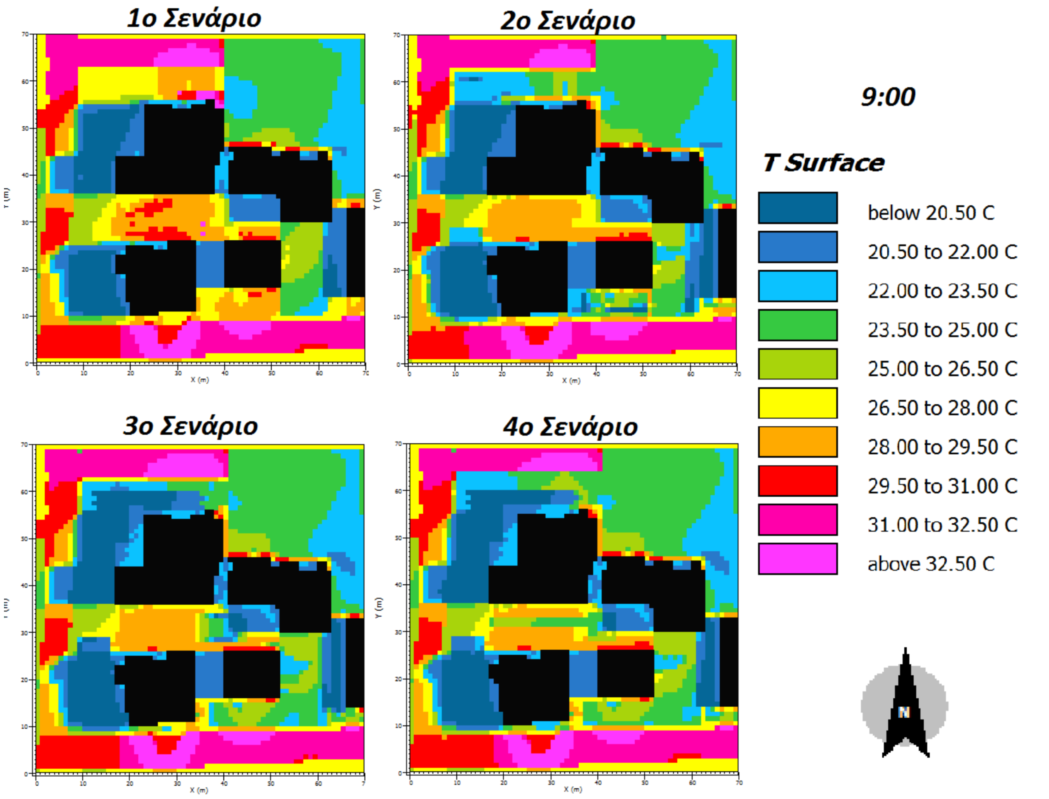
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 20.



Εικόνα 20 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας αέρα, 9πμ [28]

Όσον αφορά την θερμοκρασία του αέρα, συναντάμε μικρό εύρος διακύμανσης. Στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά που συναντάται είναι 0,5°C, ενώ εξωτερικά του τετραγώνου η διαφορά αυξάνεται λόγω θερμοκρασία αέρα πάνω από την άσφαλτο. Στην τωρινή κατάσταση και στα δυο σενάρια βλάστησης παρατηρούνται οι πιο χαμηλές θερμοκρασίες, που όμως, δεν είναι τόσο αισθητές καθώς η θερμοκρασιακή διαφορά είναι μικρή.

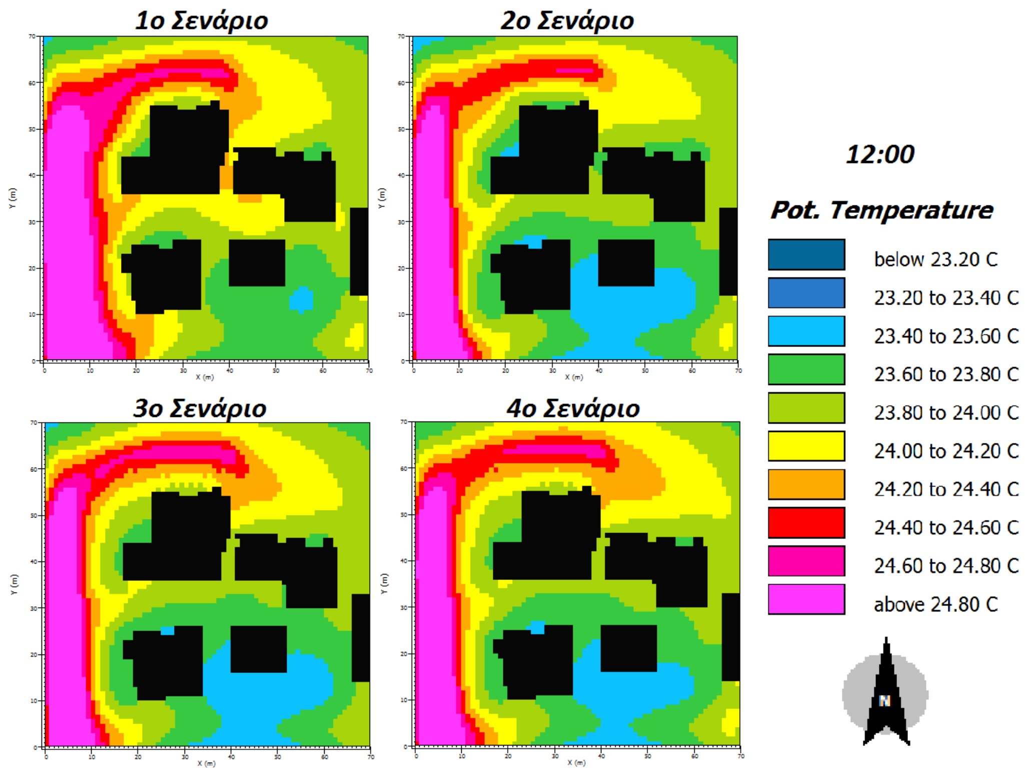
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 21 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας επιφάνειας, 9πμ [28]

Στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχει μια πολύ μεγάλη διακύμανση θερμοκρασιών. Όπως είναι φυσικό, και στα τέσσερα σενάρια, πάνω στην άσφαλτο, παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες που είναι από 29,5 ^{o}C και πάνω. Ακόμα, η θερμοκρασία της επιφάνειας στον σενάριο μηδενικής βλάστησης, στο κέντρο του οικοδομικού τετραγώνου, είναι μέχρι και 3 ^{o}C υψηλότερη από τα υπόλοιπα σενάρια βλάστησης. Στα τελευταία δυο σενάρια που έχει γίνει η εφαρμογή αστικών κήπων παρατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες, ακόμα και με την τωρινή κατάσταση, στο βορειοδυτικό τμήμα του τετραγώνου.

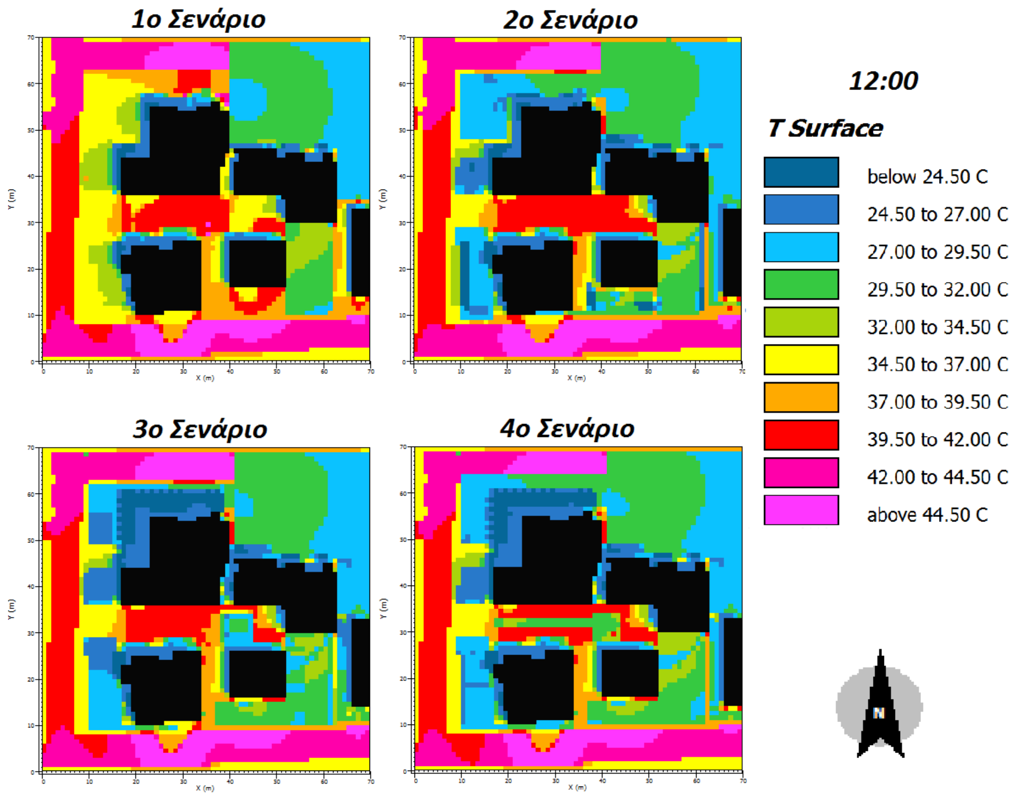
Τα αποτελέσματα για τις 12π.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 22.



Εικόνα 22 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας αέρα, 12μμ [28]

Στις 12μ.μ. η θερμοκρασία στο εσωτερικό του οικοδομικό τετραγώνου κυμαίνεται από 23,4°C έως 24,4 °C, δηλαδή υπάρχει διαφορά 1 °C, ενώ στο εξωτερικό μέρος και στο ανατολικό κομμάτι της ασφάλτου η θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη και ξεπερνά και τους 25 °C. Στο σενάριο μηδενικής βλάστησης η θερμοκρασία της ασφάλτου επηρεάζει και την περιοχή δίπλα από το κτίριο γεγονός που δεν συμβαίνει στα υπόλοιπα τρία σενάρια που υπάρχει βλάστηση. Ακόμα στο εσωτερικό κομμάτι του οικοδομικού τετραγώνου δεν παρουσιάζεται θερμοκρασιακή διαφορά στα τρία σενάρια βλάστησης. Διαφορά παρουσιάζεται στο βόριο κομμάτι όπου παρατηρείται, ότι με την τοποθέτηση των κήπων, υπάρχει μείωση της τάξεως των 0,2 °C.

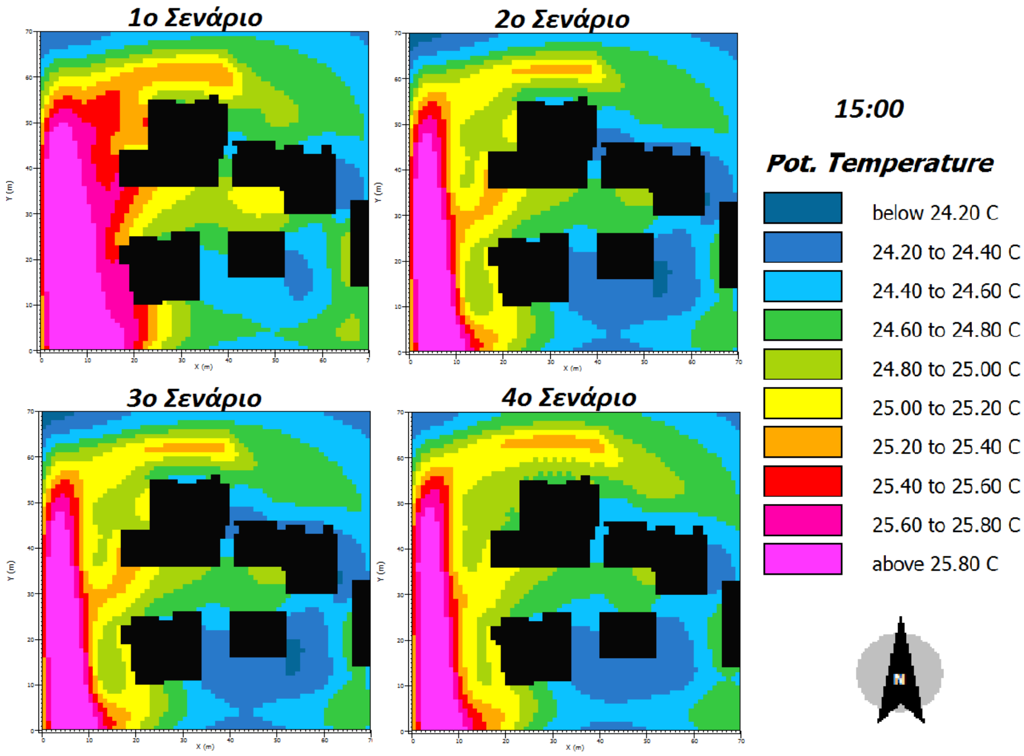
Τα αποτελέσματα για τις 12π.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 23.



Εικόνα 23 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας επιφάνειας, 12μμ [28]

Όσον αφορά την επιφάνεια η διακύμανση της θερμοκρασίας είναι πολύ μεγάλη, με την μεγάλη διαφορά να εμφανίζεται στην άσφαλτο, όπου η θερμοκρασία ξεπερνά τους 44,5 ^{o}C. Πολύ υψηλή θερμοκρασία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σενάρια εμφανίζεται στο σενάριο μηδενικής βλάστησης στην δυτική πλευρά στην περιοχή της βλάστησης. Όσον αφορά τα δυο σενάριο αστικών κήπων, ιδιαίτερα ενθαρρυντικά είναι τα αποτελέσματα στο βορειοδυτικό τμήμα των κήπων καθώς η θερμοκρασιακή διαφορά αυτών από το σενάριο μηδενικής βλάστησης φθάνεις τους 10 ^{o}C και από την τωρινή κατάσταση στους 5 ^{o}C.

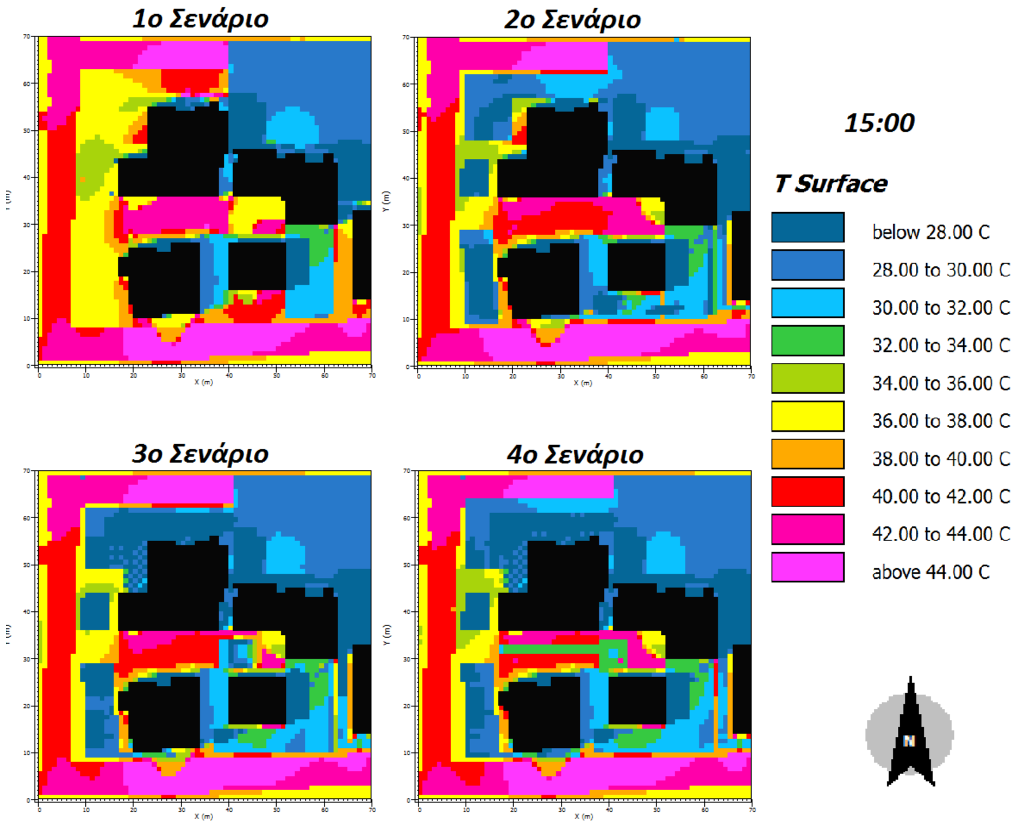
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 24.



Εικόνα 24 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας αέρα, 3μμ [28]

Στις 3μ.μ. παρουσιάζεται ένα σημαντικό εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα. Στο σενάριο μηδενικής βλάστησης η θερμοκρασία αέρα πάνω από την άσφαλτο είναι αρκετά υψηλή (πάνω από 25,8 ^{o}C) σε μια μεγάλη περιοχή τόσο που επηρεάζει και τον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων. Η θερμοκρασία που προκύπτει λόγω του υλικού της ασφάλτου περιορίζεται στα τρία σενάρια βλάστησης. Στο υπόλοιπο οικοδομικό τετράγωνο τα αποτελέσματα μεταξύ των τριών σεναρίων δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές λόγω της ώρας αλλά ωστόσο παρατηρείται ότι στις πράσινες περιοχές υπάρχει μείωση της θερμοκρασίας.

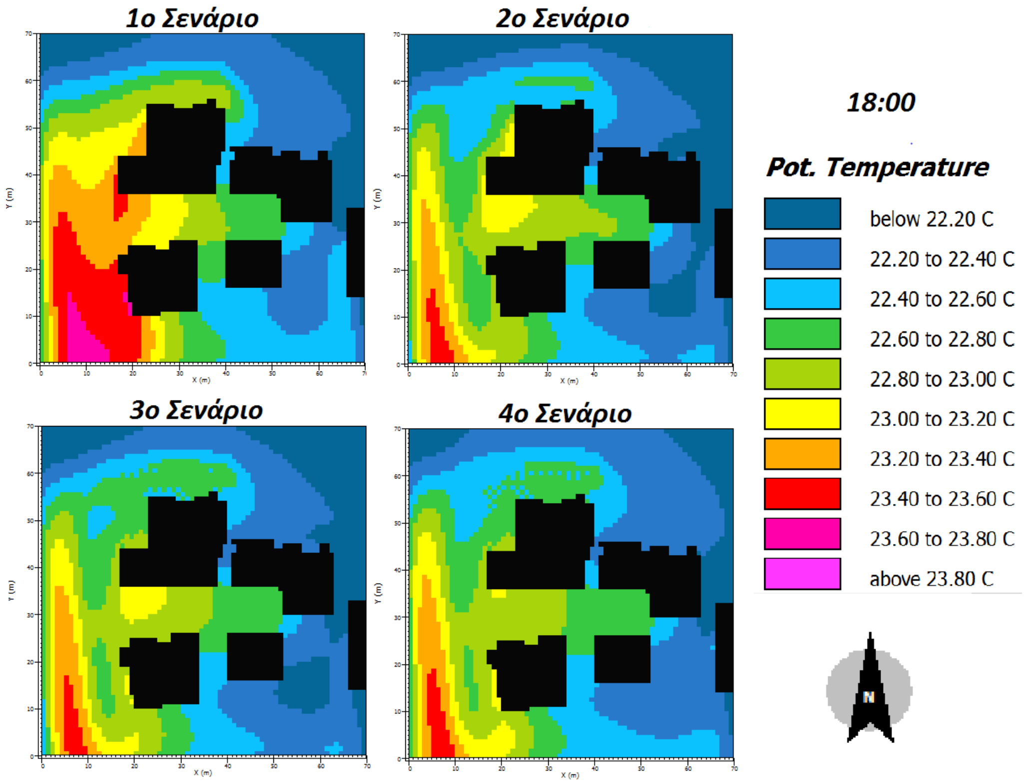
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 25.



Εικόνα 25 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας επιφάνειας, 3μμ [28]

Όσον αφορά την θερμοκρασία της επιφάνειας η διακύμανση είναι πολύ μεγάλη. Στην θερμοκρασία της επιφάνειας πάνω από την άσφαλτο παρουσιάζονται τιμές πάνω από 44 ^{o}C και στα τέσσερα σενάρια. Ωστόσο, η μείωση της θερμοκρασίας με την προσθήκη βλάστησης είναι εμφανής καθώς σε σημεία βλάστησης έχουμε μείωση μέχρι και 10 ^{o}C από το σενάριο μηδενικής βλάστησης. Γενικά, στα σενάρια δημιουργίας αστικών κήπων παρατηρείται μεγάλη μείωση στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου αλλά και σε όλη την βόρεια μεριά.

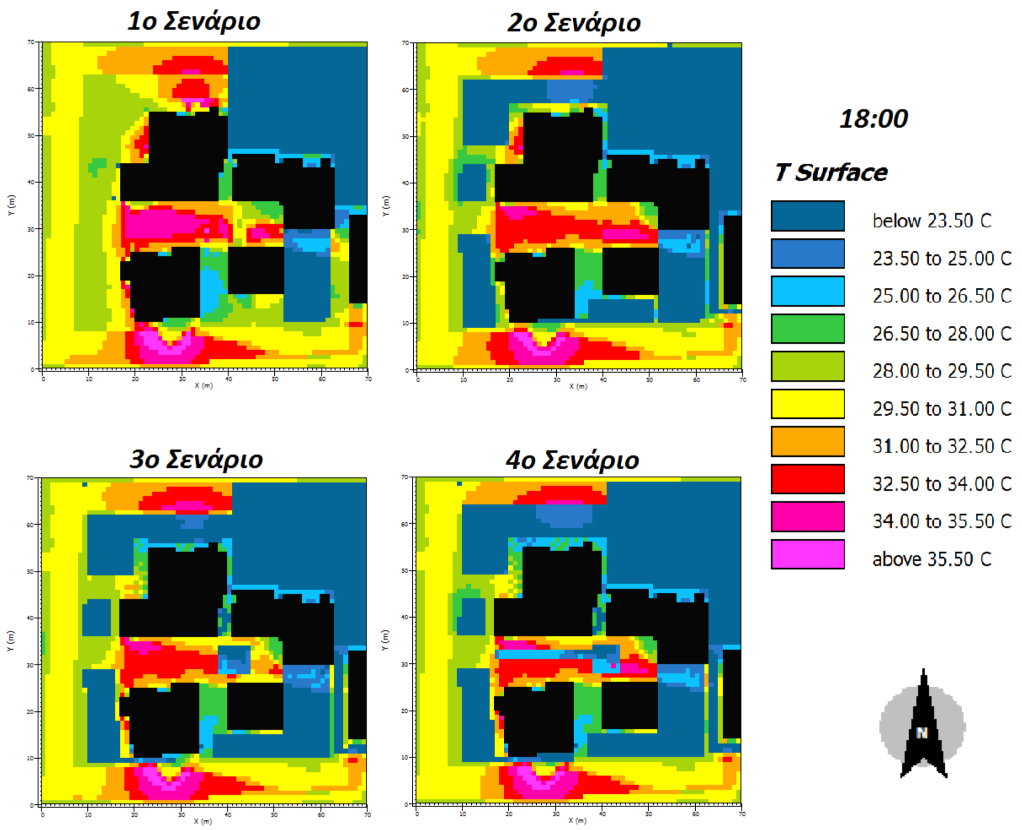
Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας αέρα, 6μμ [28]

Στις 6μ.μ. οι θερμοκρασίες του αέρα που παρουσιάζονται είναι κάτω από 24 ^{o}C. Οι πιο υψηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται στο νοτιοδυτικό τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου, πάνω από την άσφαλτο, στο σενάριο μηδενικής βλάστησης που με την προσθήκη βλάστησης μειώνεται μέχρι 0,4 ^{o}C. Στο εσωτερικό τμήμα του τετραγώνου, ακόμα, με την δημιουργία των κήπων επιτυγχάνεται μείωση κατά 0,2 ^{o}C. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι στην υπάρχουσα κατάσταση, το βόρειο τμήμα, παρουσιάζει πιο χαμηλές θερμοκρασίες από και σε σύγκριση με το τρίτο και τέταρτο σενάριο.

Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 27.

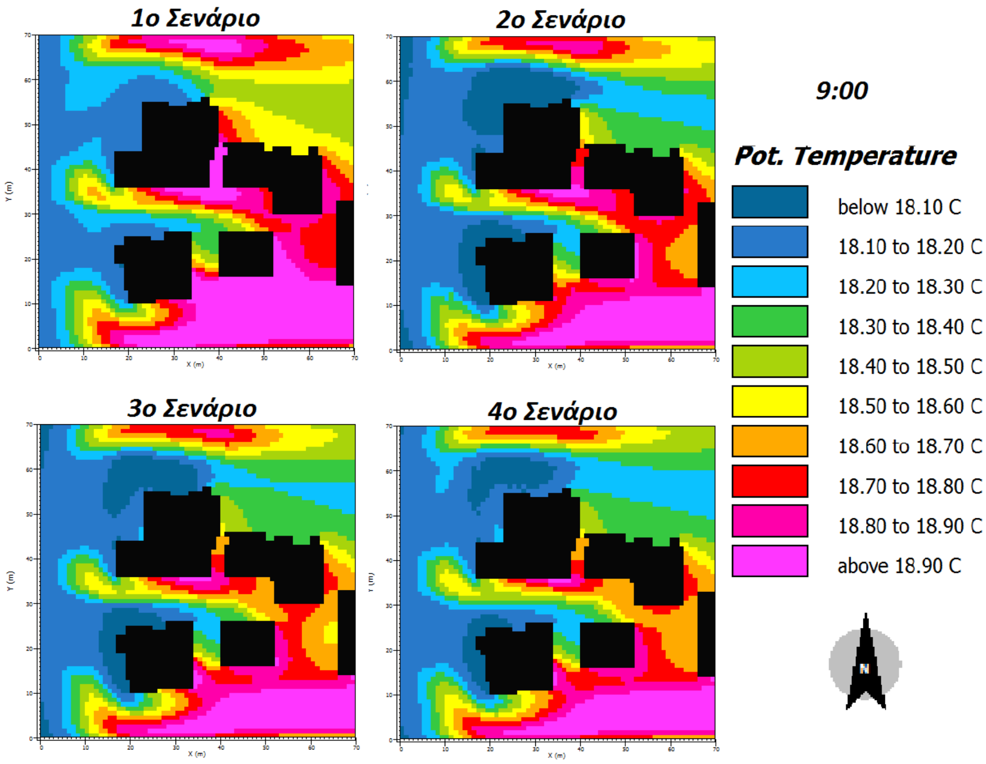


Εικόνα 27 Αποτελέσματα καλοκαιριού θερμοκρασίας επιφάνειας, 6μμ [28]

Το εύρος διακύμανσης της επιφάνειας είναι μεγάλο αλλά βρίσκεται μεταξύ πιο χαμηλών θερμοκρασιών σε σύγκριση με τα αποτελέσματα των 12μ.μ. και των 3μ.μ. Υψηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται στην άσφαλτο, αυτή την φορά όμως, στην νότια πλευρά της περιοχής μελέτης. Ο ρόλος της βλάστησης είναι σημαντικός, καθώς όπου υπάρχει, εμφανίζεται μείωση μέχρι και 3 ^{o}C. Στο τρίτο και τέταρτο σενάριο, η προσθήκη αστικών κήπων στο κέντρο έχει μειώσει την θερμοκρασία της επιφάνειας, ακόμα και από την υπάρχουσα κατάσταση, κατά 7 ^{o}C.

7.2. Αποτελέσματα άνοιξης

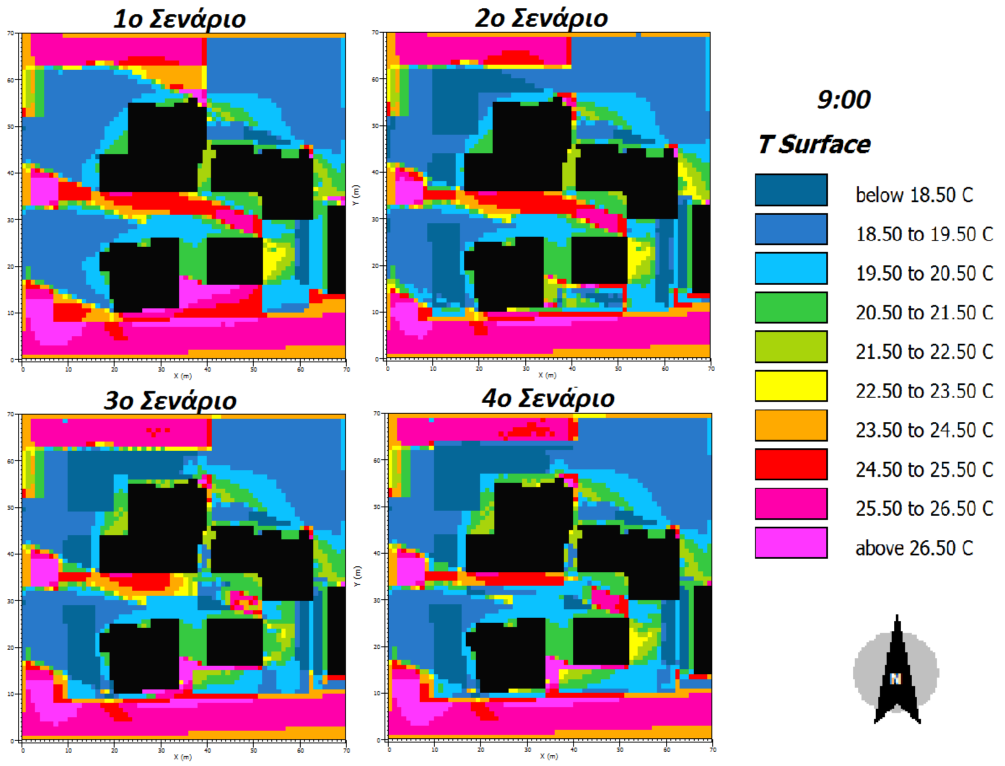
Τα αποτελέσματα για τις 9 π.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 28.



Εικόνα 28 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας αέρα, 9πμ [28]

Στις 9π.μ., η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 18-19 ^{o}C. Τα σημεία που παρουσιάζεται θερμοκρασία κοντά στους 19 ^{o}C και πάνω είναι σημεία που «κοιτάει» ο ήλιος αυτή την ώρα της ημέρας. Δράση των κήπων παρατηρείται σε λίγα σημεία σε αυτή την ώρα καθώς οι θερμοκρασίες είναι ήδη αρκετά χαμηλές.

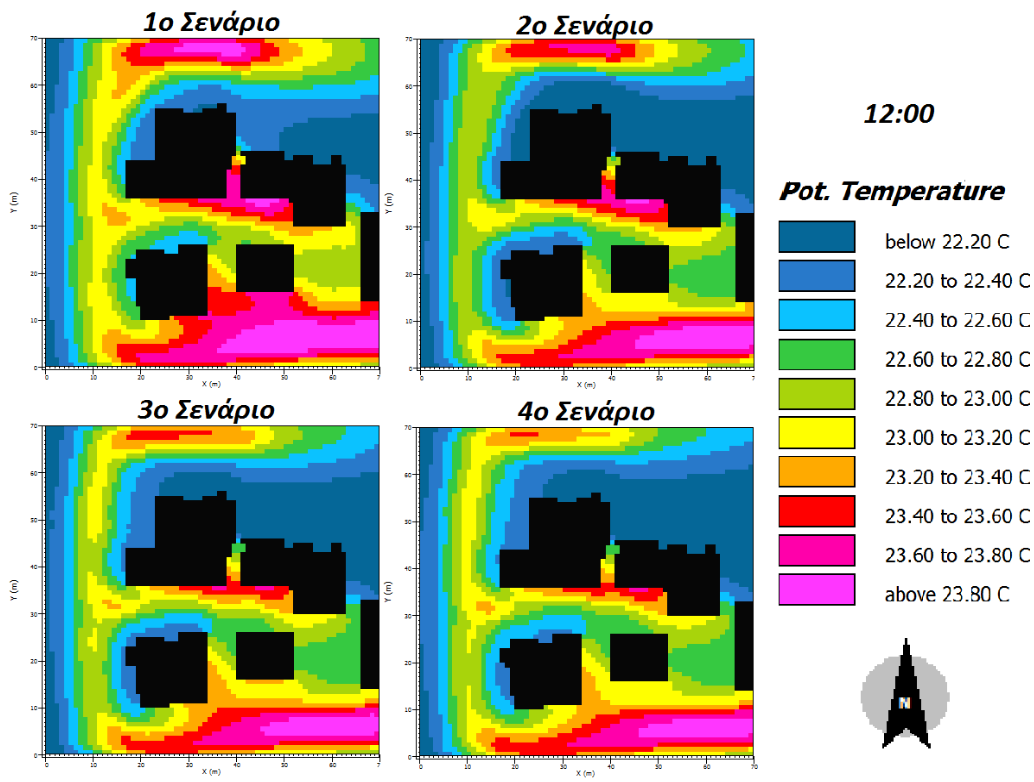
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 29.



Εικόνα 29 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας επιφάνειας, 9πμ [28]

Οι θερμοκρασίες της επιφάνειας στις 9π.μ. έχουν σημαντικές διαφορές από τα σημεία βλάστησης κι ασφάλτου. Παρατηρείται ότι με την προσθήκη των κήπων έχουμε μείωση 1 ^{o}C. Στο σενάριο προσθήκης οπωροκηπευτικών σημειώνεται η πιο μεγάλη θερμοκρασιακή μείωση στο κέντρο του οικοδομικού τετραγώνου.

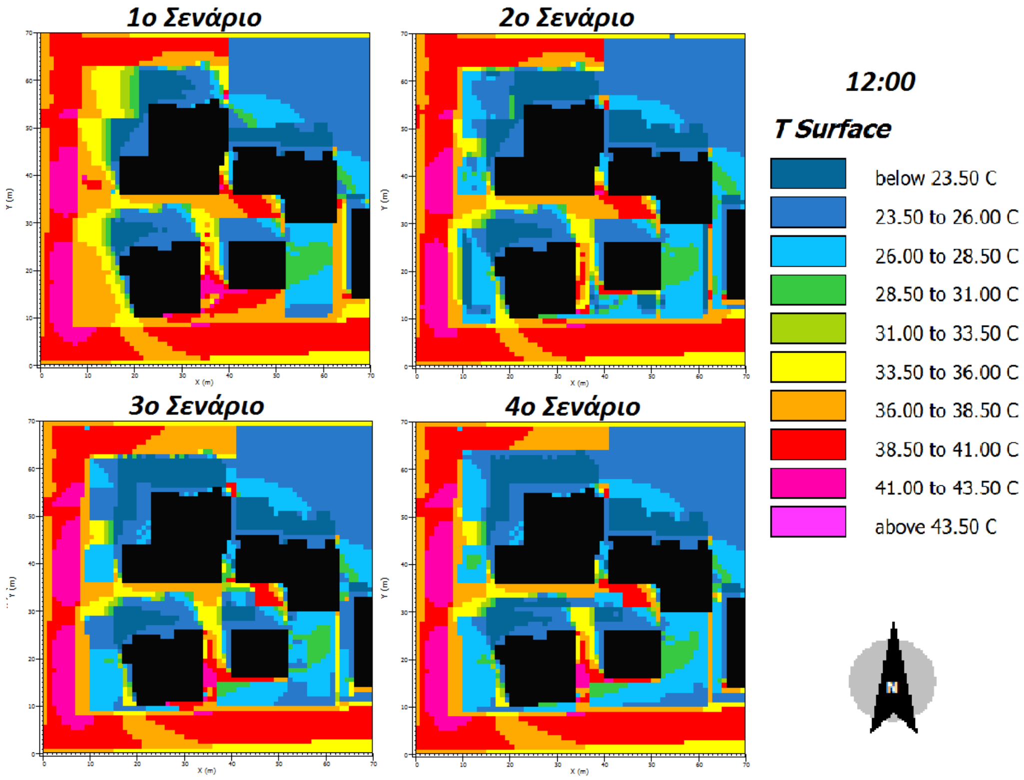
Τα αποτελέσματα για τις 12μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 30.



Εικόνα 30 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας αέρα, 12μμ [28]

Στις 12μ.μ. η θερμοκρασία έχει ανέβει, με την μέγιστη να υπερβαίνει τους 23,8 ^{o}C σε σημεία πάνω από την άσφαλτο. Σε αυτή την χρονική στιγμή, φαίνεται ότι στα δυτικά του οικοδομικού τετραγώνου έχουμε μεγαλύτερη μείωση κατά 0,2-0,4 ^{o}C στην υπάρχουσα κατάσταση. Παράλληλα, στα σενάρια προσθήκης βλάστησης παρατηρείται θερμοκρασιακή διαφορά στο βόρειο τμήμα όπου η μείωση ξεπερνά τους 0,5 ^{o}C από τα υπόλοιπα δυο σενάρια. Στο κέντρο του τετραγώνου, η διαφορά δεν είναι αισθητή καθώς όταν παρουσιάζεται είναι της τάξεως των 0,2 ^{o}C.

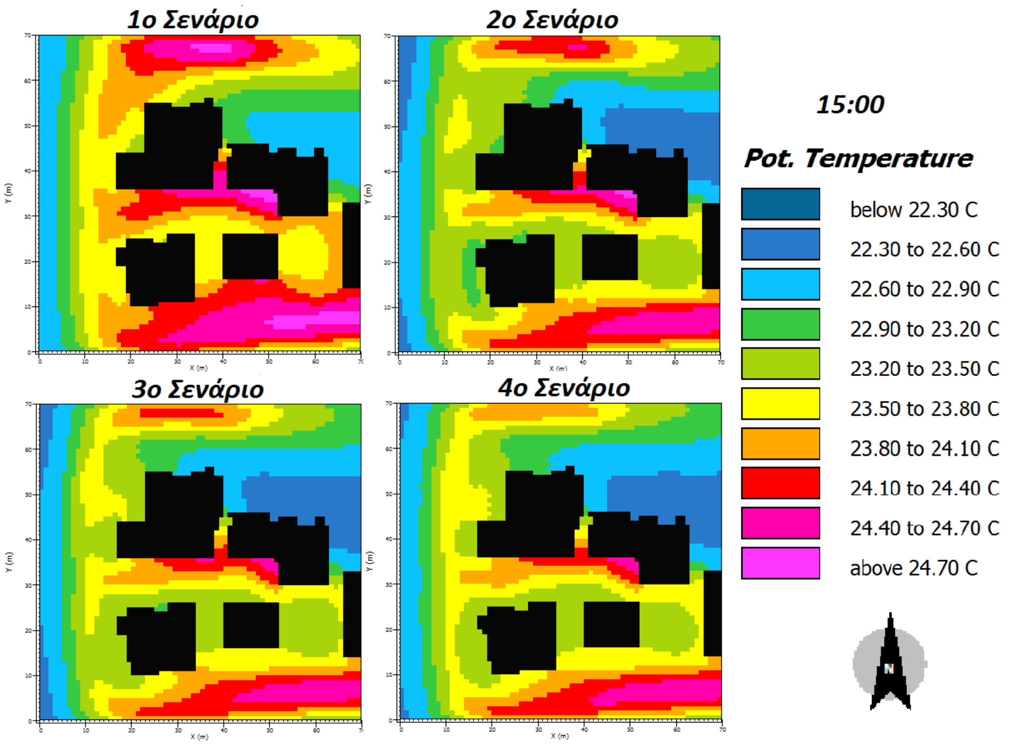
Τα αποτελέσματα για τις 12μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 31.



Εικόνα 31 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας επιφάνειας, 12μμ [28]

Όπως αυξήθηκε η θερμοκρασία του αέρα, αυξήθηκε αντίστοιχα και η θερμοκρασία στην επιφάνεια. Το εύρος είναι πολύ μεγάλο καθώς κυμαίνεται από (κάτω από) 23,5 ^{o}C έως 43,5 ^{o}C. Οι πιο υψηλές θερμοκρασίες παρουσιάζονται περιμετρικά του τετραγώνου λόγω της φύσης των υλικών καθώς και την θέση του ήλιου τη δεδομένη χρονική στιγμή. Επιπρόσθετα, η προσθήκη της βλάστησης δρα άμεσα στην μείωση της θερμοκρασίας καθώς η διαφορά από το σενάριο μηδενικής βλάστησης αγγίζει τους 10 ^{o}C και από την υπάρχουσα κατάσταση τους 2 ^{o}C σε αρκετά σημεία. Ανάμεσα στα δυο προτεινόμενα σενάρια βλάστησης πιο αποδοτικό στην μείωση θερμοκρασίας φαίνεται να είναι το σενάριο φύτευσης φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών καθώς παρουσιάζει καλύτερη «θερμοκρασιακή συμπεριφορά» ανάμεσα στα κτίρια.

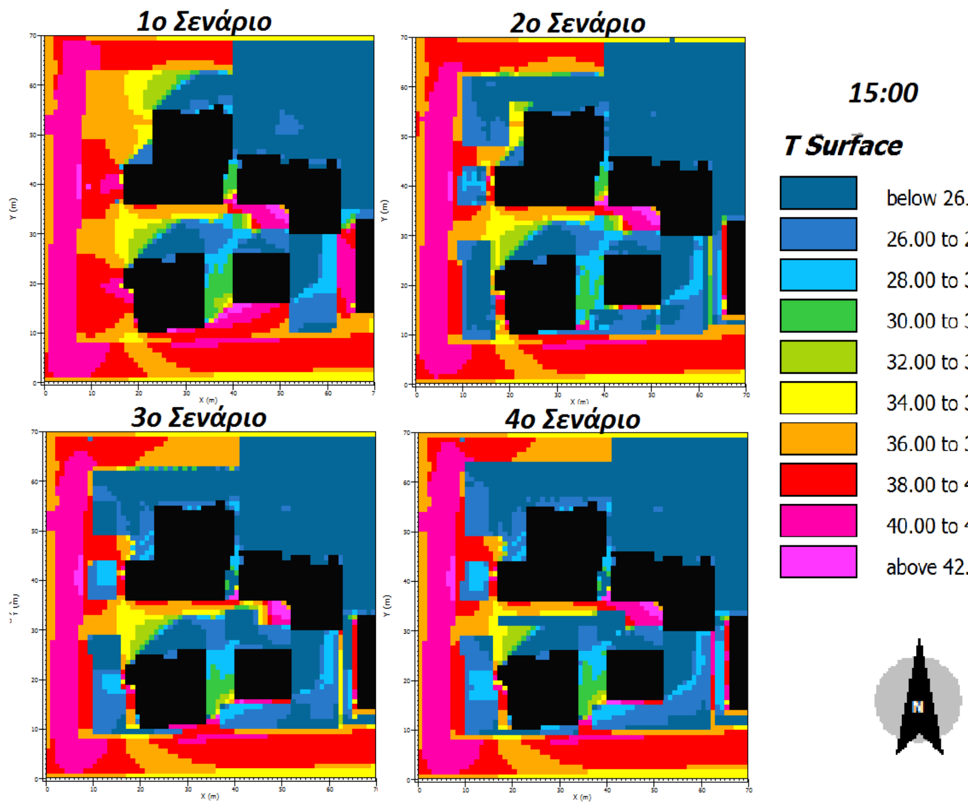
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 32.



Εικόνα 32 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας αέρα, 3μμ [28]

Στις 3μ.μ. η θερμοκρασία του αέρα παραμένει σχεδόν στα ίδια επίπεδα με τα αποτελέσματα των 12μ.μ. και κυμαίνεται από 22,3 ^{o}C έως 24,7 ^{o}C. Σύμφωνα με την θέση του ήλιου αλλά και την κατεύθυνση του ανέμου οι πιο υψηλές θερμοκρασίες παρουσιάζονται στο νοτιοδυτικό τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου. Στα τρία σενάρια όπου υπάρχει βλάστηση είναι φανερό ότι υπάρχουν πιο χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές.

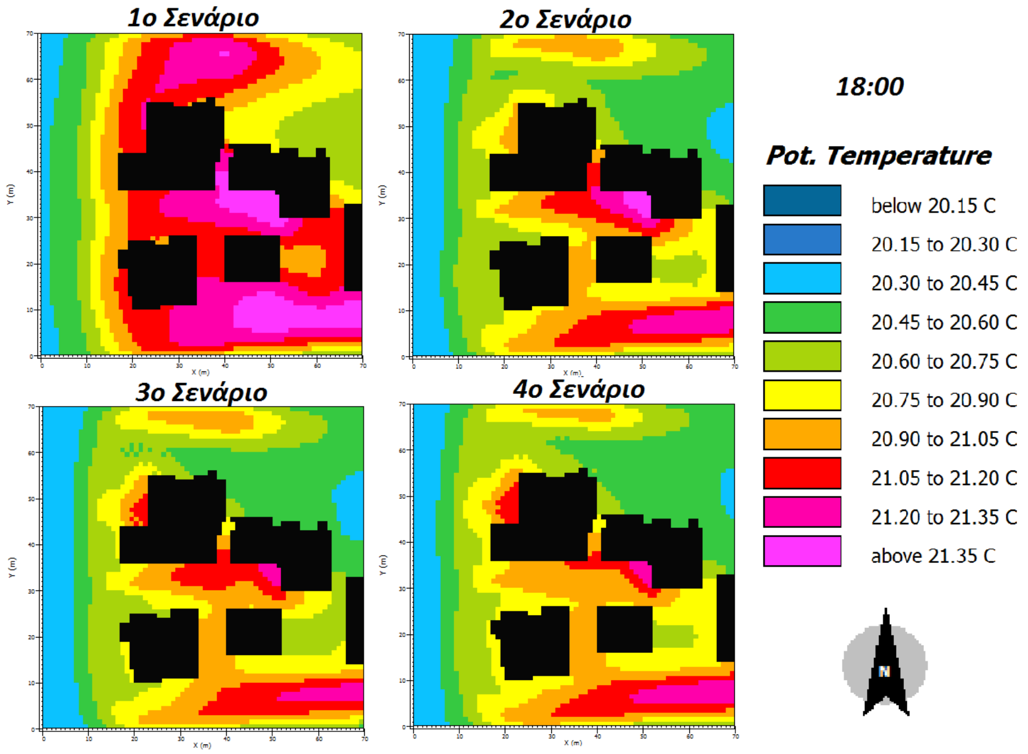
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 33.



Εικόνα 33 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας επιφάνειας, 3μμ [28]

Στην Εικόνα 33 διακρίνεται με βάση τις μεγάλες διαφορές θερμοκρασιών που υπάρχουν πράσινες περιοχές στα σενάρια προσθήκης βλάστησης και στην υπάρχουσα κατάσταση λόγω των φύσης του χώματος και του πρασίνου που απορροφούν το ήλιο. Στις περιοχές που τοποθετούνται οι κήποι η θερμοκρασία της επιφάνειας είναι κάτω από 28 ^{o}C, ενώ στις περιοχές της ασφάλτου σε ορισμένα σημεία η θερμοκρασία της επιφάνειας ξεπερνά τους 40 ^{o}C. Τα σενάρια προσθήκης αστικών κήπων, καθώς εξαπλώνονται και στο εσωτερικό σημείο του οικοδομικού τετραγώνου, προσφέρουν μεγαλύτερη θερμική άνεση στον άνθρωπο.

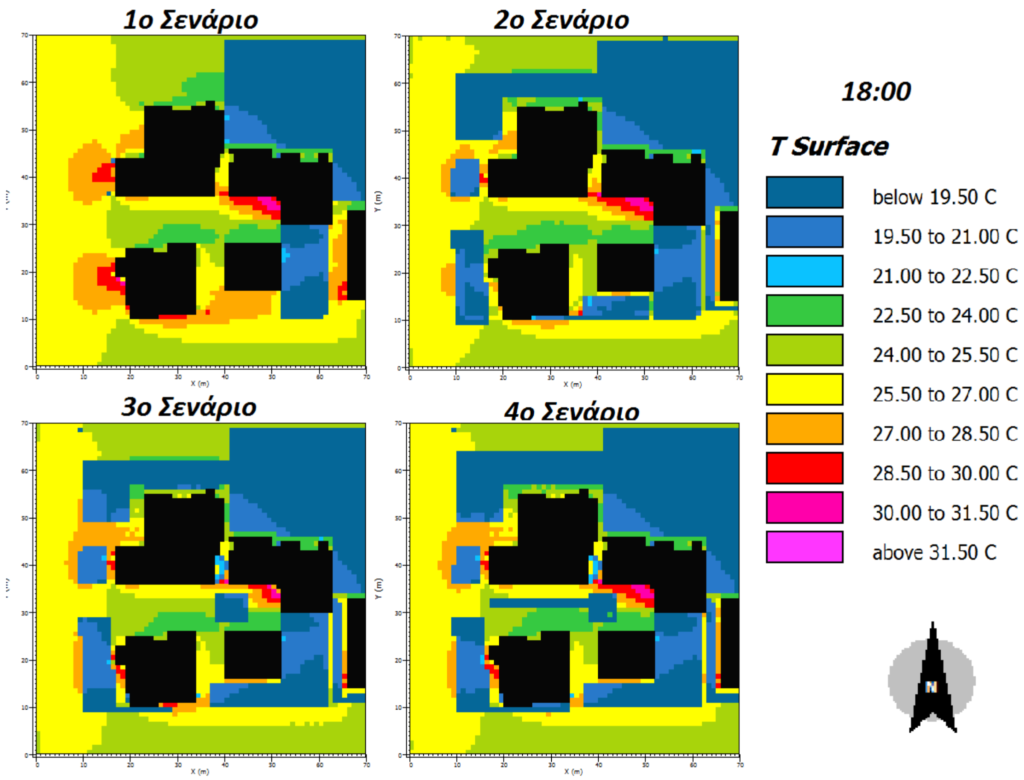
Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 34.



Εικόνα 34 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας αέρα, 6μμ [28]

Στις 6μ.μ. η θερμοκρασία έχει ξαναπέσει σε σχέση με τις προηγούμενες ώρες. Στη ώρα αυτή δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές στις θερμοκρασίες, αυτό μπορούμε να το συμπεράνουμε και από το εύρος που κυμαίνεται από 20,3 ^{o}C έως και λίγο παραπάνω από 21,35 ^{o}C. Το μόνο σενάριο που ξεχωρίζει είναι αυτό της μηδενικής βλάστησης όπου παρατηρούνται οι πιο υψηλές θερμοκρασίες. Τα τρία υπόλοιπα σενάρια δεν έχουν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις καθώς πρόκειται για μια ώρα που ο ήλιος έχει αρχίσει να δύει.

Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 35.

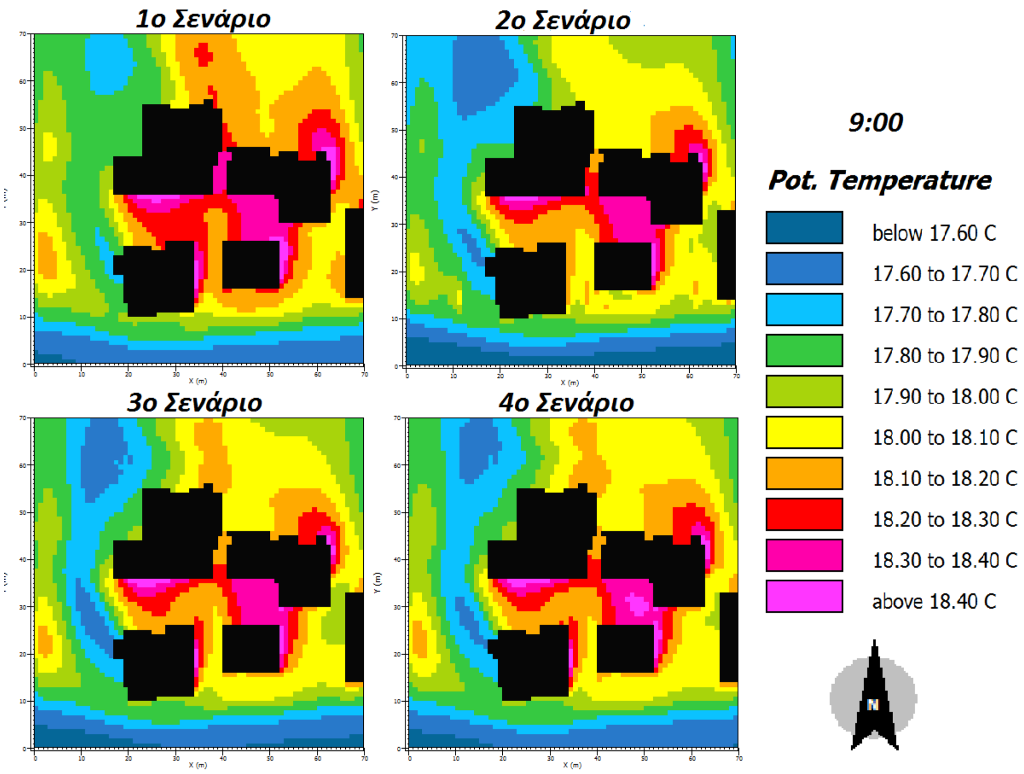


Εικόνα 35 Αποτελέσματα άνοιξης θερμοκρασίας επιφάνειας, 6μμ [28]

Αυτή την ώρα έχει πέσει και η θερμοκρασία της επιφάνειας καθώς κυμαίνεται από (κάτω από) 19 ^{o}C έως και 30 ^{o}C (σε ελάχιστα σημεία). Αυτό που παρατηρείται είναι ότι η θερμοκρασία αέρα πάνω από τους κήπους κυμαίνεται σε όλες τις περιπτώσεις από 19,5 ^{o}C έως 21 ^{o}C.

7.3. Αποτελέσματα φθινοπώρου

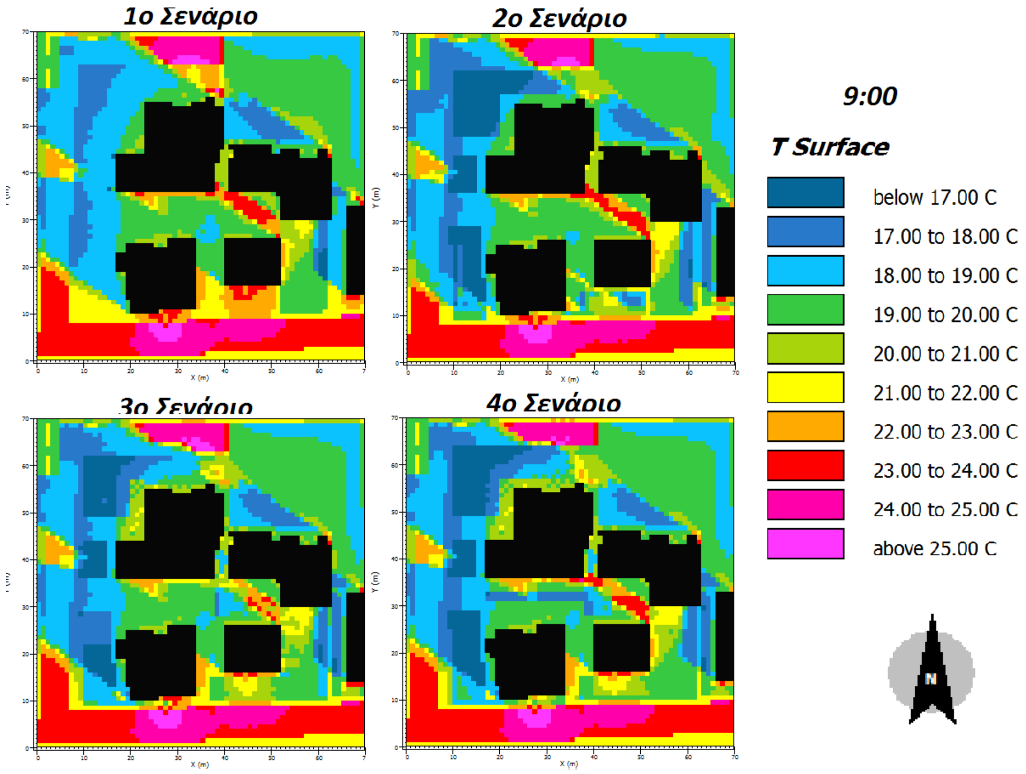
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 36.



Εικόνα 36 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας αέρα, 9πμ [28]

Στις 9π.μ., η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται από 17,6 ^{o}C έως 18,4 ^{o}C. Η διαφορά αυτή, ενός βαθμού περίπου, είναι σημαντική για τα επίπεδα της εποχής. Χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται πάνω από τους κήπους που έχουν τοποθετηθεί στο δυτικό μέρος της περιοχής, Αντίθετα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στο εσωτερικό της. Γενικά, στην περιοχή δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερες διακυμάνσεις

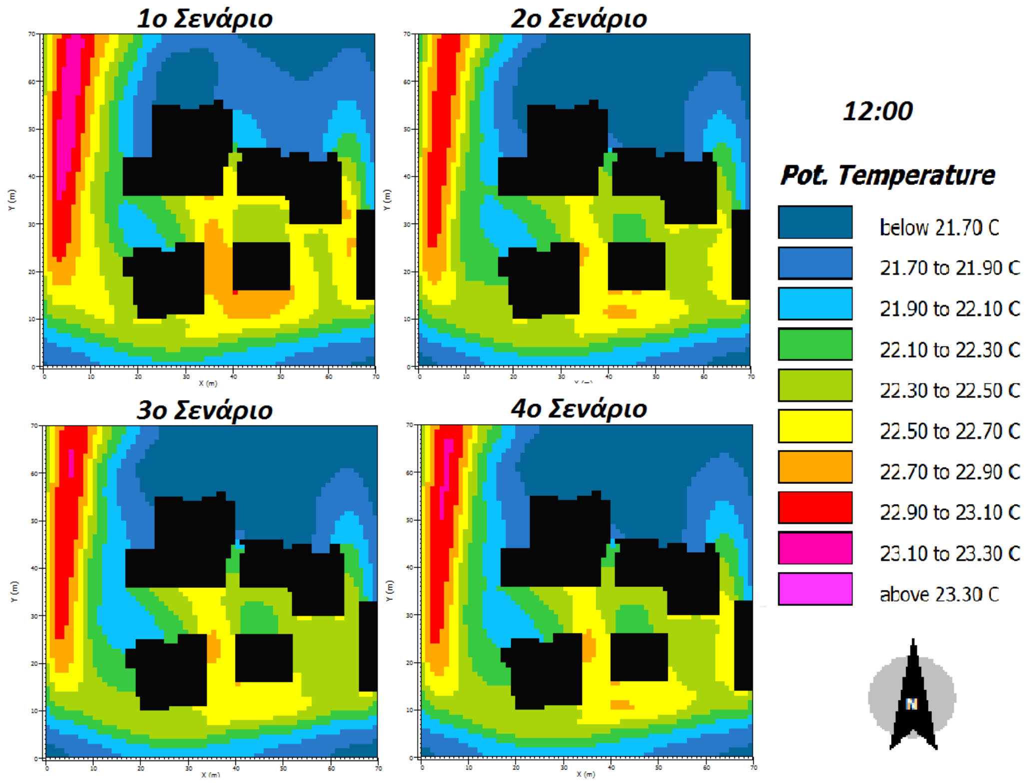
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 37.



Εικόνα 37 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας επιφάνειας, 9πμ [28]

Η θερμοκρασία της επιφάνειας την ίδια χρονική στιγμή παρουσιάζει ένα σημαντικό εύρος από 17 ^{o}C έως 25 ^{o}C. Τα σημεία που παρατηρούνται οι πιο υψηλές τιμές είναι η θερμοκρασία στην άσφαλτο, στο νότιο τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου. Στις περιοχές με βλάστηση, δηλαδή στην υπάρχουσα κατάσταση και στο σενάριο καλλιέργειας οπωροκηπευτικών, φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών, παρατηρείται μείωση 1 ^{o}C.

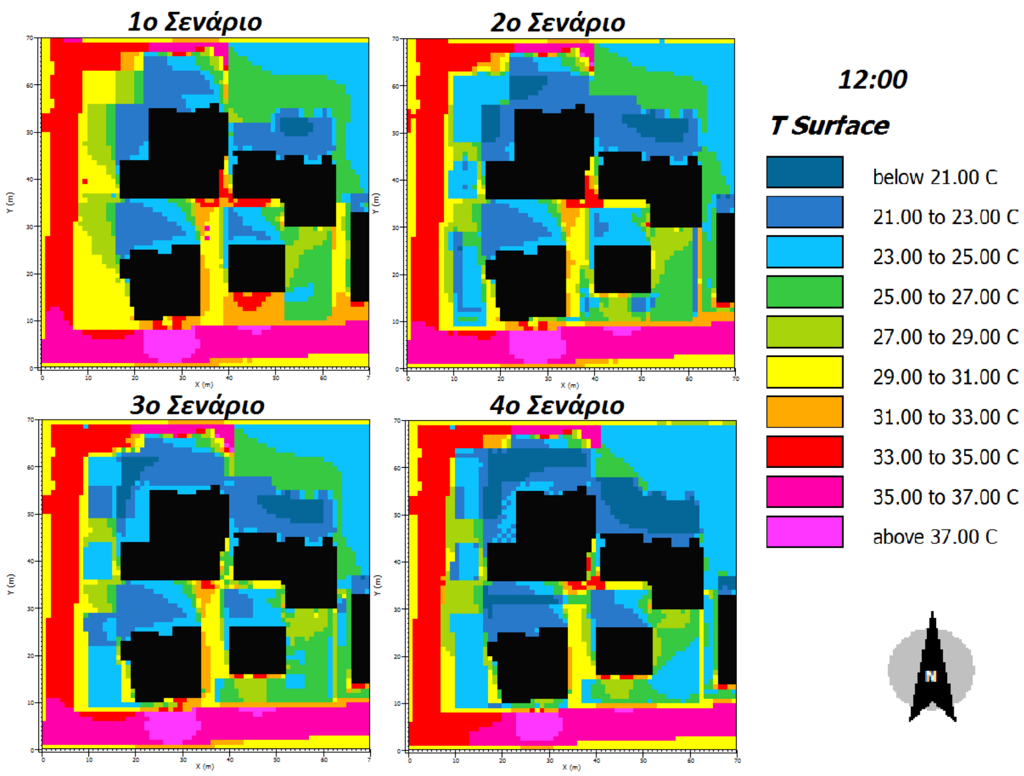
Τα αποτελέσματα για τις 12μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 38.



Εικόνα 38 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας αέρα, 12μμ [28]

Στις 12μ.μ, η θερμοκρασία έχει ανέβει σημαντικά και το εύρος της κυμαίνεται από 21,5 ^{o}C έως 23 ^{o}C περίπου. Πάνω από τους 23 ^{o}C ξεπερνά μόνο στο σενάριο μηδενικής βλάστησης και μόνο σε ένα σημείο πάνω από την άσφαλτο. Στο βόρειο τμήμα, η θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή από το εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου κατά 1 ^{o}C. Αν παρατηρούμε και τα τέσσερα σενάρια, δεν διαπιστώνονται διαφορές ούτε ανάμεσα στις θερμοκρασίες που επικρατούν στο εσωτερικό, ούτε και σε σύγκριση μεταξύ των σεναρίων.

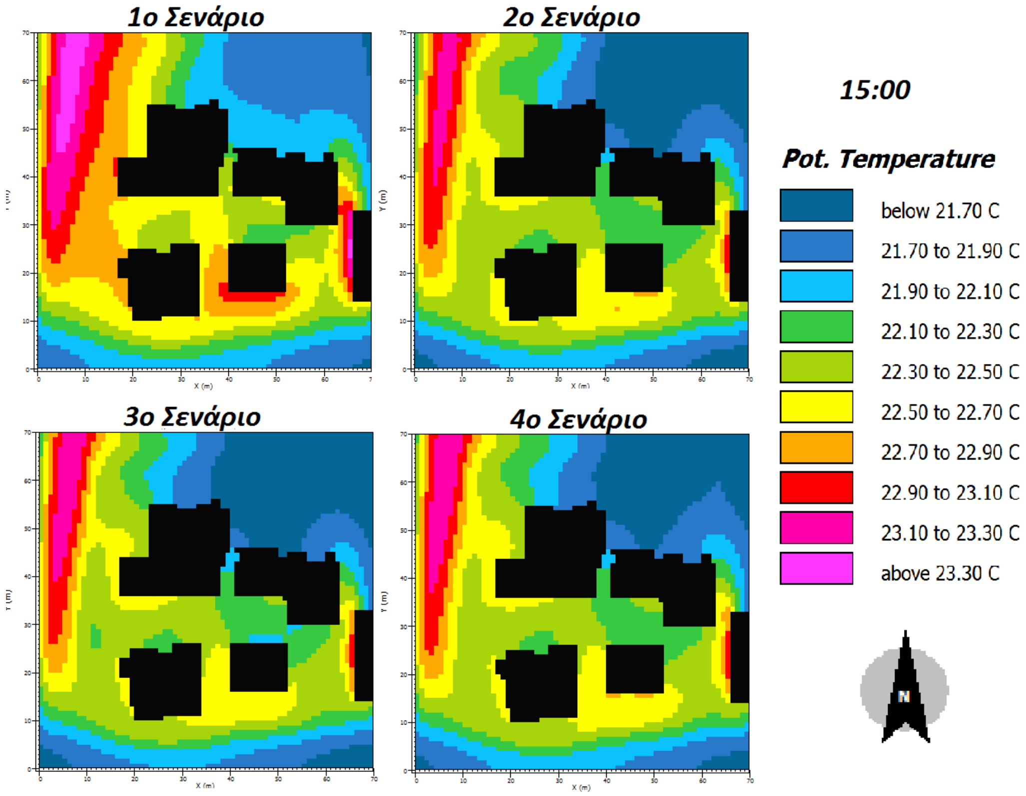
Τα αποτελέσματα για τις 9π.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 39.



Εικόνα 39 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας επιφάνειας, 12μμ [28]

Όσο περνά η ώρα αυξάνεται και η θερμοκρασία της επιφάνειας με την μέγιστη να ξεπερνά τους 37 ^{o}C. Οι πιο υψηλές παρατηρούνται στην άσφαλτο όπως είναι φυσικό λόγω της φύσης του υλικού και της θέσης του ηλίου. Η επίδραση των κήπων είναι φανερή καθώς υπάρχει μείωση σε σημεία μέχρι και 2 ^{o}C. Έντονη είναι, ακόμη, η μείωση στο εσωτερικό της περιοχής με μια διαφορά 4 ^{o}C σε απομονωμένα σημεία.

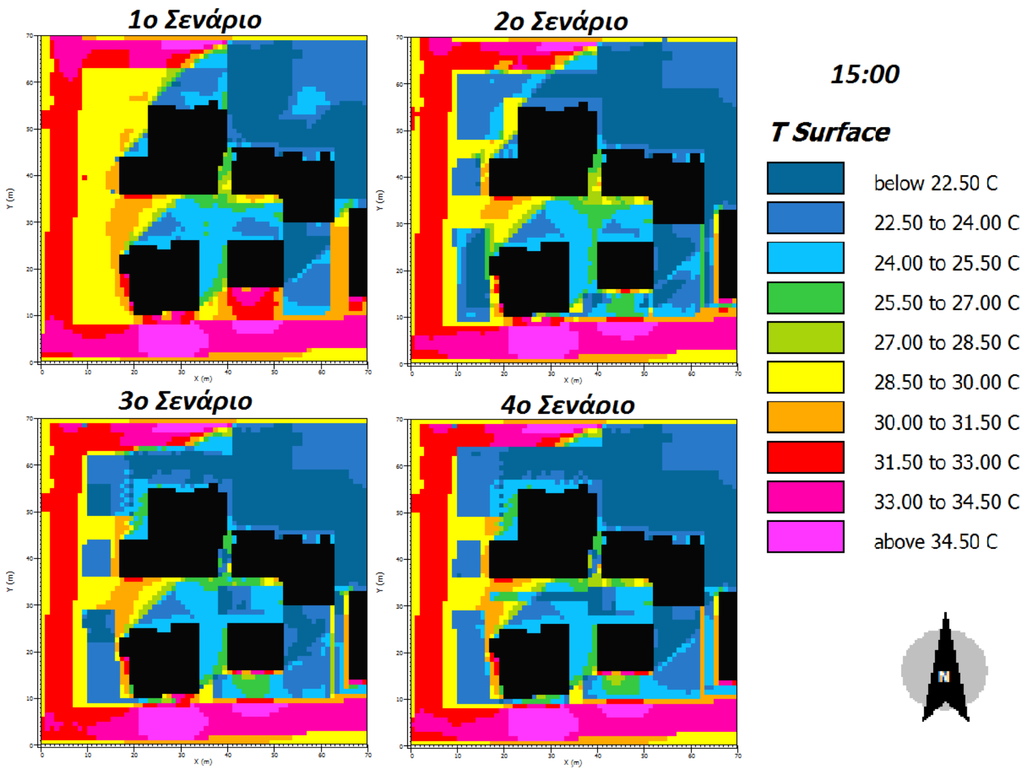
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 40.



Εικόνα 40 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας αέρα, 3μμ [28]

Στις 3μ.μ., το εύρος της διακύμανσης παραμένει στα ίδια επίπεδα με των 12μ.μ. Και σε αυτή την περίπτωση η υψηλότερη θερμοκρασία των 23,3 ^{o}C παρατηρείται στο σενάριο μηδενικής βλάστησης κάνω από το δυτικό κομμάτι της ασφάλτου. Οι θερμοκρασίες που περιβάλλουν τα κτίρια είναι της τάξεως των 22,1 ^{o}C έως και 22,5 ^{o}C, συνεπώς δεν υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις. Η προσθήκη βλάστησης επιφέρει μείωση κατά 0,4 ^{o}C στην πιο έντονη περίπτωση (σε σύγκριση με το σενάριο μηδενικής βλάστησης).

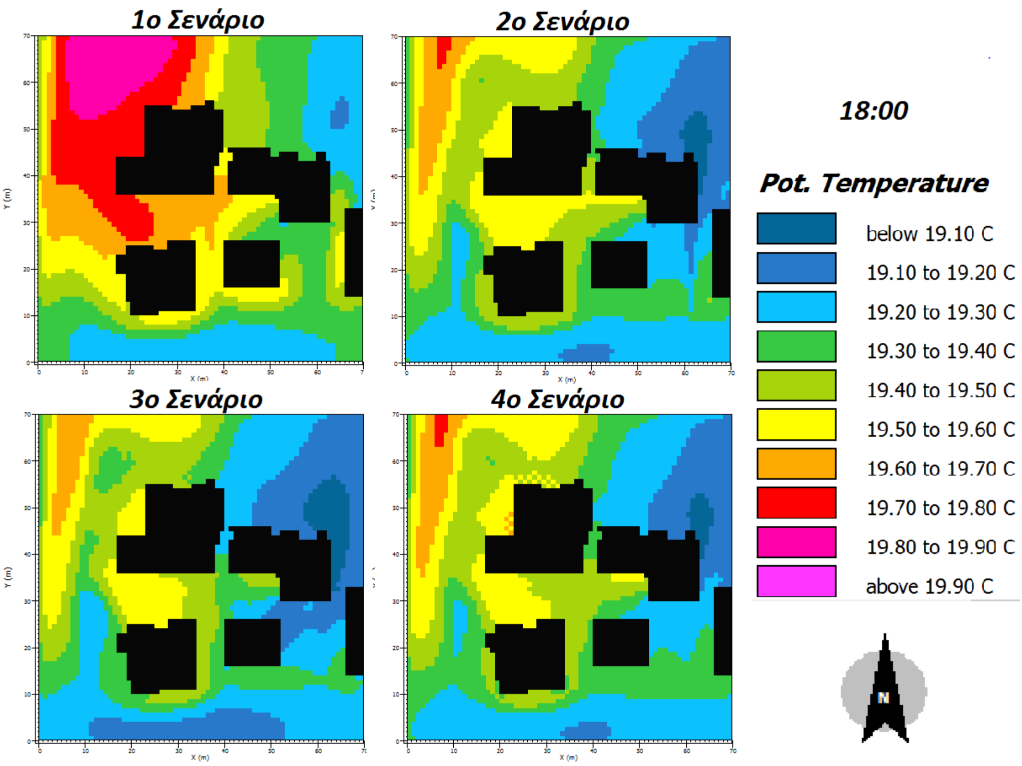
Τα αποτελέσματα για τις 3μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 41.



Εικόνα 41 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας επιφάνειας, 3μμ [28]

Λίγο χαμηλότερο φαίνεται να είναι το εύρος διακύμανσης στην Εικόνα 41 σε σχέση με των 12μ.μ. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, πάνω από 34,5 ^{o}C, παρουσιάζονται σε μικρές περιοχές της ασφάλτου. Η θερμοκρασία της επιφάνειας πλησίον των κτιρίων φαίνεται να πέφτει αισθητά με την προσθήκη των κήπων. Η μείωση αυτή αφορά μέχρι και 6 ^{o}C. Η δημιουργία των δυο τελευταίων σεναρίων, ακόμα, ρίχνει και άλλο την θερμοκρασία στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση.

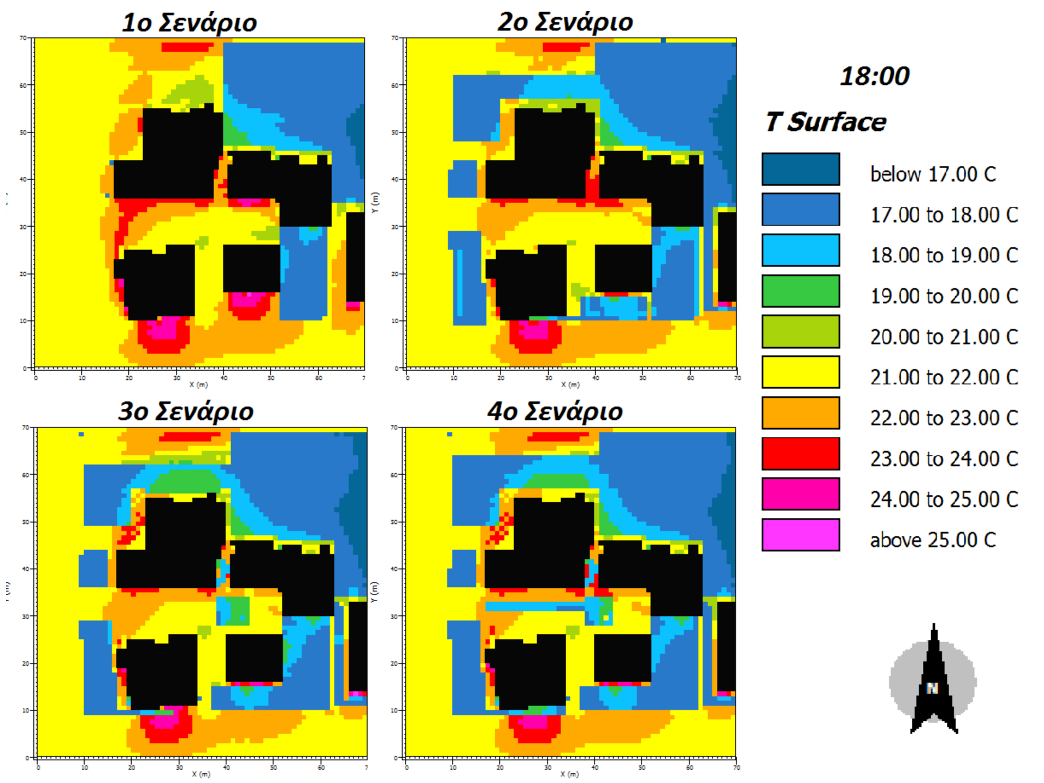
Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και σε ύψος 1,6m παρουσιάζονται στην Εικόνα 42.



Εικόνα 42 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας αέρα, 6μμ [28]

Στις 6μ.μ. το εύρος έχει μειωθεί αισθητά και είναι αντίστοιχο της εποχής. Η μεγαλύτερη διακύμανση είναι μεταξύ των 19,1 ^{o}C έως 19,9 ^{o}C. Πέρα από το σενάριο μηδενικής βλάστησης, τα τρία υπόλοιπα σενάρια που εξετάζονται παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα. Η μεγαλύτερη διαφορά αφορά το τρίτο σενάριο και μια μείωση των 0,1 ^{o}C σε σχέση με τα υπόλοιπα, στο νότιο τμήμα της περιοχής.

Τα αποτελέσματα για τις 6μ.μ. και στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζονται στην Εικόνα 43.



Εικόνα 43 Αποτελέσματα φθινοπώρου θερμοκρασίας επιφάνειας, 6μμ [28]

Αυτή τη χρονική στιγμή της μέρας η θερμοκρασίας της επιφάνειας πέφτει αισθητά τόσο που φθάνει στις θερμοκρασίες του αέρα. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής (κυρίως σε περιοχές τσιμέντου και ασφάλτου) κυμαίνεται από 21 ^{o}C έως 22 ^{o}C. Η προσθήκη των κήπων φαίνεται πως προσφέρει μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά 4 ^{o}C. Στα σενάρια καλλιέργειας οπωροκηπευτικών, φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών παρατηρείται ότι η δημιουργία κήπων και στο εσωτερικό τμήμα του τετραγώνου προσφέρει μείωση 3 ^{o}C.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας και των σεναρίων που εξετάσθηκαν δεν ήταν η επιλογή ενός σεναρίου ως του καταλληλότερου. Στόχος ήταν η δημιουργία αστικών κήπων με διαφορετικά είδη βλάστησης και η διερεύνηση επίδρασης τους στο μικρόκλιμα μιας αστικής περιοχής. Πέρα από τα σενάρια των αστικών κήπων, εξετάσθηκαν και η υπάρχουσα κατάσταση καθώς και ένα σενάριο μηδενικής βλάστησης. Το τελευταίο αφορά στην ύπαρξη τσιμέντου ακόμα και στις περιοχές όπου στην υπάρχουσα κατάσταση υπάρχει βλάστηση, έτσι ώστε να δούμε της επίδραση αυτής. Ωστόσο, στο βορειοανατολικό τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου υπάρχει μια περιοχή έντονου πρασίνου, που αποτελεί «πνεύμονα πρασίνου» και δεν θα μπορούσε να μην τοποθετηθεί. Τα συμπεράσματα θα μπορούσαν να χωρισθούν σε γενικά και εδικά.

Στα πιο γενικά ανήκουν οι γενικές παρατηρήσεις των αποτελεσμάτων με βάση τα δεδομένα που «έτρεξαν» τα σενάρια. Μία τέτοια είναι ο ρόλος της θέσης του ηλίου στην αύξηση της θερμοκρασίας. Τα αποτελέσματα σύμφωνα με τις ώρες διαφοροποιούνταν σημαντικά. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες αλλά ταυτόχρονα και μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των σεναρίων βρέθηκαν τις ώρες 12μ.μ και 3μ.μ. Ακόμα, σημαντικό ρόλο έπαιξε και η κατεύθυνση του ανέμου ανάλογα με την εποχή που εξεταζόταν κάθε φορά.

Τα πιο ειδικά συμπεράσματα είναι αυτά που αφορούν στις παρατηρήσεις σύμφωνα με κάθε εποχή. Οι μετρήσεις πάρθηκαν σε δυο ύψη, ένα ήταν η επιφάνεια του εδάφους, καθώς κάποια υλικά απορροφούν περισσότερο την ηλιακή ενέργεια από κάποια άλλα, και ένα άλλο ήταν στο ύψος των 1,6μ, όπου είναι το μέσο ύψος του ανθρώπου. Η διαφοροποίηση αυτή ήταν πολύ σημαντική καθώς οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους παρουσίασαν πολύ μεγαλύτερο θερμοκρασιακό εύρος καθώς και μεγαλύτερες τιμές λόγω των διαφορετικών υλικών που συναντώνται. Για κατανόηση των αποτελεσμάτων και για περαιτέρω συζήτηση κατασκευάσθηκαν οι Πίνακες 4, 5 και 6. Σε αυτούς γίνεται η σύγκριση των σεναρίων μηδενικής βλάστησης, καλλιέργειας οπωροκηπευτικών και καλλιέργειας φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών με την υπάρχουσα κατάσταση. Οι τιμές αφορούν την μείωση ή την αύξηση της διαφοράς θερμοκρασίας. Ακόμα, οι τιμές αποτελούν τις μέγιστες αποκλίσεις που προέκυψαν από κάθε σενάρια.

Πίνακας 4 Αποτελέσματα θερμοκρασιακών διαφορών το καλοκαίρι

	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		
	Σενάριο μηδενικής βλάστησης	Σενάριο οπωροκηπευτικών	Σενάριο φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας αέρα από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+0,4	-0,8	-0,8
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας επιφάνειας από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+7,5	-3,5	-3,5

Πίνακας 5 Αποτελέσματα θερμοκρασιακών διαφορών την άνοιξη

	ΑΝΟΙΞΗ		
	Σενάριο μηδενικής βλάστησης	Σενάριο οπωροκηπευτικών	Σενάριο φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας αέρα από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+0,3	-0,3	-0,2
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας επιφάνειας από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+10	-3,5	-3,5

Πίνακας 6 Αποτελέσματα θερμοκρασιακών διαφορών το φθινόπωρο

	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ		
	Σενάριο μηδενικής βλάστησης	Σενάριο οπωροκηπευτικών	Σενάριο φαρμακευτικών και αρωματικών ειδών
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας αέρα από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+0,4	-0,2	-0,2
Θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας επιφάνειας από την υπάρχουσα κατάσταση(^{o}C)	+6	-2	-2

Από τους παραπάνω πίνακες, επιβεβαιώνεται πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος που διαδραματίζει η προσθήκη βλάστησης. Στο σενάριο μηδενικής βλάστησης έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας και στις θερμοκρασίες αέρα και στις θερμοκρασίες της επιφάνειας. Αντίστοιχα, μειώσεις των θερμοκρασιών παρατηρούνται με την προσθήκη καλλιέργειας των ειδών που προτάθηκαν. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην σύγκριση των σεναρίων της υπάρχουσας κατάστασης και των αστικών κήπων, στην θερμοκρασία αέρα, ορισμένες χρονικές στιγμές η υπάρχουσα κατάσταση παρουσίαζε χαμηλότερη θερμοκρασία κατά 0,2^{o}C. Αυτό συνέβαινε καθώς στην υπάρχουσα κατάσταση έχουν τοποθετηθεί και δέντρα μεγάλου ύψους που επηρεάζουν την θερμοκρασία αέρα στα 1,6μ, σε αντίθεση με τα άλλα δυο σενάρια που το μέσο ύψος των φυτών ήταν στο 1μ.

Συμπερασματικά, από την παραπάνω μελέτη γίνεται αντιληπτό πως η βιοποικιλότητα συμβάλλει στη δημιουργία ενός ευνοϊκότερου μικροκλίματος και στον περιορισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Ακόμα, θα πρέπει να τονισθεί η σύνδεση της βιοποικιλότητας τόσο με την ενεργειακή πενία όσο και με την πενία σε γενικότερο πλαίσιο. Ο δεσμός της με την ενεργειακή πενία αφορά την μείωση της θερμοκρασίας και την επακόλουθη μείωση ενεργειακών αναγκών των χρηστών για ψύξη, δημιουργώντας καλύτερο μικρόκλιμα όπως ήδη αναφέρθηκε. Παράλληλα, η βιοποικιλότητα περιλαμβάνει είδη που είναι αναγκαία στην καθημερινή ζωή είτε για κατανάλωση είτε για χρήση. Περιορίζει έτσι, σε έναν βαθμό τα οικιακά έξοδα και δημιουργεί πιο άνετες συνθήκες διαβίωσης.

9. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η εκπόνηση αυτής της εργασίας έφερε στο φως θέματα για περαιτέρω συζήτηση. Μελλοντικές προτάσεις και έρευνες που προκύπτουν είναι οι εξής:

- Η ένταξη της έννοιας του αστικού κήπου στο νομοθετικό πλαίσιο της χώρας, όπως είναι τα πάρκα και τα άλση.
- Μετρήσεις πεδίου ώστε να μπορέσει να υπάρξει σύγκριση των αποτελεσμάτων.
- Εφαρμογή και άλλων φυτών, ανθεκτικών το χειμώνα, ώστε να γίνουν μετρήσεις και την χειμερινή περίοδο.
- Συνδυασμός αστικών κήπων και πράσινων στεγών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Φλώρα Μαρία Μπουγιατιώτη, “ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ,” 2009.

[2] P. A. Mirzaei and F. Haghighat, “Approaches to study Urban Heat Island e Abilities and limitations,” *Building and Environment*, vol. 45, no. 10, pp. 2192–2201, 2010.

[3] N. Fintikakis, N. Gaitani, M. Santamouris, M. Assimakopoulos, D. N. Assimakopoulos, M. Fintikaki, G. Albanis, K. Papadimitriou, E. Chryssochoides, K. Katopodi, and P. Doumas, “Bioclimatic design of open public spaces in the historic centre of Tirana, Albania,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 1, no. 1, pp. 54–62, Feb. 2011.

[4] “www.zeroenergybuildings.org.” .

[5] D. Kolokotsa, a. Psomas, and E. Karapidakis, “Urban heat island in southern Europe: The case study of Hania, Crete,” *Solar Energy*, vol. 83, no. 10, pp. 1871–1883, Oct. 2009.

[6] Κυβερνήσεως Εφημερίς, “Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Ν. 4001,” 2011.

[7] EPEE, “European fuel Poverty and Energy Efficiency,” no. November, 2009.

[8] S. S. CABEZA, “European Union, 2011/C 44/09,” *Official Journal of the European Union*, pp. 53–56, 2011.

[9] Υπουργείο Περιβάλλοντος, “www.ypeka.gr.” .

[10] ΥΛΗ, “Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα,” 2010. .

[11] Pia Drzewinski, “The role of biodiversity,” 2012.

[12] “Συνταγμα της Ελλάδας.”

[13] Κυβερνήσεως Εφημερίς, “Ν.3937/2011,” *Εφημερις τησ κυβερνησεως*, 2011.

[14] Ευρωπαικό Κοινοβούλιο, “Συμπεράσματα της Προεδρίας του Goteborg,” 2001.

[15] “SEC,” 2006.

[16] Επιτροπή Διακυβερνητική, “« Βιοποικιλότητα – ελπίδα επιβίωσης » Κύριο άρθρο,” 2010.

[17] H. Reid and K. Swiderska, “An IIED Briefing Biodiversity , climate change and poverty : exploring the links,” 2008.

[18] Κλειώ Αξαρλή, “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ: Γενικές Αρχές του Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού,” 2008.

[19] D. Kolokotsa, C. Diakaki, S. Papantoniou, and A. Vlissidis, “Numerical and experimental analysis of cool roofs application on a laboratory building in Iraklion, Crete, Greece,” *Energy and Buildings*, vol. 55, pp. 85–93, Dec. 2012.

[20] H. a Okvat and A. J. Zautra, “Community gardening: a parsimonious path to individual, community, and environmental resilience.,” *American journal of community psychology*, vol. 47, no. 3–4, pp. 374–87, Jun. 2011.

[21] G. Galluzzi, P. Eyzaguirre, and V. Negri, “Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity,” *Biodiversity and Conservation*, vol. 19, no. 13, pp. 3635–3654, Sep. 2010.

[22] W. L. Filho, *Climate Change Management*. 2011.

[23] Πυλούδη Ελένη, “Διπλωματική εργασία: ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,” 2013.

[24] X. Picot, “Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth,” *Energy and Buildings*, vol. 36, no. 4, pp. 329–334, Apr. 2004.

[25] A. H. A. Mahmoud, “Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions,” *Building and Environment*, vol. 46, no. 12, pp. 2641–2656, Dec. 2011.

[26] E. Ng, L. Chen, Y. Wang, and C. Yuan, “A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong,” *Building and Environment*, vol. 47, pp. 256–271, Jan. 2012.

[27] J. N. Georgi and D. Dimitriou, “The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece,” *Building and Environment*, vol. 45, no. 6, pp. 1401–1414, Jun. 2010.

[28] Michael Bruse & Team, “Envi-met manual.” 2010.