

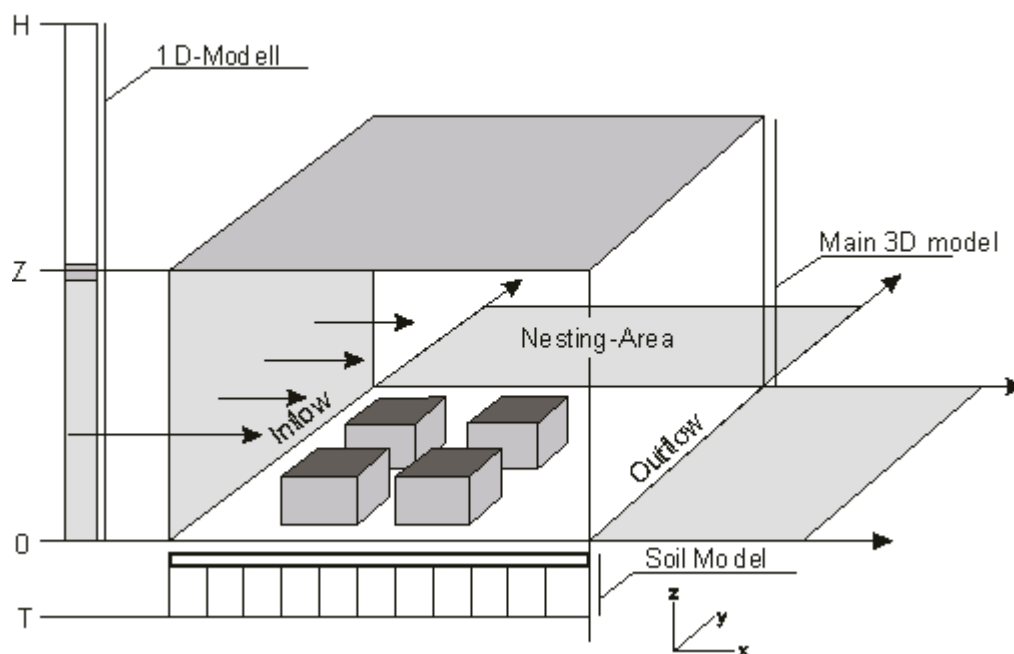


**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

με θέμα:

“Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων, προσομοίωση βιοκλιματικών συνθηκών με τη χρήση του προγράμματος Envi-met στην κεντρική πλατεία Νέας Σμύρνης.”



ΕΠΙΒΛΕΨΗ: Τζουβαδάκης Ιωάννης Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π  
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: Καρτσακλή Ελένη

**ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2011**

## Σύνοψη

Οι μικροκλιματικές συνθήκες γύρω από τα κτίρια, τους δρόμους και τους ελεύθερους χώρους προσδιορίζονται από τη φυσική μορφή της πόλης και είναι πλέον ανάγκη η πρόβλεψη τους για τον σωστό σχεδιασμό σε μελέτες ανάπλασης ή μελέτες νέων αστικών υπαίθριων χώρων.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η έρευνα για το κατά πόσο μπορούμε να προβλέψουμε το αστικό μικροκλίμα με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας μαθηματικών μοντέλων και κατά πόσο επιδρά η αστική γεωμετρία και τα υλικά σε αυτό. Η διερεύνηση έγινε με την ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης των βιοκλιματικών συνθηκών του μικροκλίματος της αστικής περιοχής της κεντρικής πλατείας Νέας Σμύρνης. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το Envi-met (V3.1) του οποίου γίνεται παρουσίαση και αξιολόγηση.

Εικόνα εξωφύλλου: Σχηματική απεικόνιση της διάταξης του τρισδιάστατου μοντέλου στο Envi – met (Πηγή *Michael Bruse & Team – www.envi-met.com*)

## Abstract

The natural form of the city determines the microclimatic conditions around buildings, streets, and unoccupied areas, therefore the prediction of these conditions is now a necessity in order to get the correct design in regeneration studies or studies for the creation of new urban out-of-doors areas.

The present dissertation aims to examine the degree in which we can predict urban microclimate using high-definition mathematical models, as well as the degree in which the microclimate is affected by urban geometry and materials. The research was conducted by analyzing the results of a bioclimatic conditions simulation for microclimate in the urban area of Nea Smyrni's central square. For our work we used the Envi-met (V3.1) software system, which we present and evaluate in our report.

Cover Image: Schematic overview over the ENVI-met model layout (Source *Michael Bruse & Team – www.envi-met.com*)

## Περίληψη

### **Σκοπός**

Ο σκοπός της εργασίας είναι η έρευνα για την πρόβλεψη του αστικού μικροκλίματος με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας αριθμητικών μοντέλων υπολογιστών και την επίδραση της αστικής γεωμετρίας και των υλικών στο μικροκλίμα.

Η διερεύνηση έγινε προσομοιώνοντας το μικροκλίμα της κεντρικής πλατείας Νέας Σμύρνης με χρήση του λογισμικού Envi – met.

### **Μικροκλίμα και βιοκλιματικός σχεδιασμός Αστικού χώρου**

Οι κλιματικές συνθήκες μιας αστικής περιοχής δεν προσδιορίζονται μόνο από μια σειρά κλιματικών φαινομένων και παραμέτρων αλλά και από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στην μορφολογία της περιοχής. Οι παρεμβάσεις αυτές έχουν αλλοιώσει βασικά κλιματικά στοιχεία όπως η θερμοκρασία και η ροή του ανέμου. Στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές λαμβάνουν χώρα φαινόμενα όπως αυτό της θερμικής νησίδας και της αστικής χαράδρας που συντελούν στην αύξηση της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Στα πλαίσια του βιοκλιματικού σχεδιασμού αναπτύχθηκαν εργαλεία για την αξιολόγηση της ποιότητας των υπαίθριων αστικών χώρων όπως τα μοντέλα θερμικής άνεσης και αξιολόγησης του προφίλ του ανέμου μιας περιοχής. Για την βελτίωση ενός υπαίθριου χώρου οι πιθανές λύσεις είναι απεριόριστες, δεν υπάρχουν μονοσήμαντα μέτρα και η σχεδιαστική πρόταση θα πρέπει να έχει συνδυαστική και ολοκληρωμένη μορφή. Παραδείγματα επεμβάσεων είναι η κατεύθυνση του ανέμου με πετάσματα, η χρήση υλικών με υψηλή ανακλαστικότητα, η χρήση φύτευσης κ.α..

### **Το λογισμικό Envi – met**

Το Envi – met είναι προγνωστικό μοντέλο που βασίζεται στους θεμελιώδεις νόμους της μηχανικής των ρευστών και της θερμοδυναμικής. Περιλαμβάνει την προσομοίωση της:

- Ροής γύρω και μεταξύ των κτιρίων
- Διαδικασίας ανταλλαγής της θερμότητας και υδρατμών στην επιφάνεια του εδάφους και των τοίχων
- Τύρβης
- Ανταλλαγής παραμέτρων βλάστησης
- Βιοκλιματολογίας
- Διασποράς σωματιδίων

Η δομή του προγράμματος είναι ως εξής:

1. Εισαγωγή μορφολογικών στοιχείων περιοχής (θέση, επιφάνειες, κτίρια, φύτευση, πηγές ρύπων κ.τ.λ)
2. Εισαγωγή στοιχείων προσομοίωσης (ώρα έναρξης, ημερομηνία, διάρκεια κ.τ.λ) και κλιματολογικών στοιχείων.

3. Εκτέλεση της προσομοίωσης
4. Εξαγωγή αποτελεσμάτων

### ***Περιοχή αντικείμενου της έρευνας***

Η κεντρική πλατεία Νέας Σμύρνης έχει έκταση περίπου 12.250 m<sup>2</sup> και περιβάλλεται από:

- την Λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου στα Ανατολικά
- την οδό Δευτέρας Μαΐου (πεζόδρομος) στα Νότια
- την οδό Ειρήνης (πεζόδρομος) στα Δυτικά και
- την οδό Εικοστής Πέμπτης Μαρτίου (πεζόδρομος) στα Βόρεια

επίσης στα Βόρεια συνορεύει με τη πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου η οποία εκτείνεται μέχρι το Άλσος της Νέας Σμύρνης στην οποία γίνονται εργασίες ανάπλασης για να διαμορφωθεί σε χώρο πλατείας με χώρους πρασίνου, χώρους καθιστικών και κυκλοφορίας πεζών και να προσαρμοστεί στο ανάγλυφο του εδάφους.

### ***Έρευνα***

Για τη συλλογή στοιχείων που αφορούν στην αστική μορφολογία χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικό διάγραμμα της Τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Νέας Σμύρνης καθώς και επιτόπιες μετρήσεις. Για τα κλιματολογικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και του Υδρολογικού Παρατηρητηρίου Αθηνών (Hydrological Observatory of Athens - HOA). Οι μετρήσεις αυτές συμπεριλάμβαναν τιμές της θερμοκρασίας, της διεύθυνση και ταχύτητας του ανέμου και της σχετικής υγρασίας. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την κατάρτιση των αρχείων εισόδου του προγράμματος.

Πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις:

Στη πρώτη έγινε προσομοίωση της υπάρχουσας κατάστασης της περιοχής. Τα αποτελέσματα της συγκρίθηκαν με τις μετρήσεις της Ε.Μ.Υ. και του Η.Ο.Α.. Σκοπός της ήταν η αξιολόγηση της αξιοπιστίας του προγράμματος.

Στη δεύτερη προσομοίωση συμπεριελήφθη στο μοντέλο η νέα φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου που προβλέπεται μετά της εργασίες ανάπλασης. Τα αποτελέσματα της συγκρίθηκαν με αυτά της πρώτης. Σκοπός της ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της νέας φύτευσης στο μικροκλίμα της περιοχής.

### ***Συμπεράσματα***

- Η πρόβλεψη του αστικού μικροκλίματος με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας αριθμητικών μοντέλων υπολογιστών μας δίνει μια καλή προσέγγιση της πραγματικότητας.
- Το αστικό μικροκλίμα μπορεί να τροποποιηθεί ευνοϊκά, με κατάλληλες επιλογές κατά τον σχεδιασμό ή και τον ανασχεδιασμό του αστικού χώρου.

## Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή</b>	<b>σελ. 1</b>
1.1 Εισαγωγή	σελ. 2
1.2 Σκοπός της εργασίας	σελ. 2
1.3 Δομή της εργασίας	σελ. 3
<b>Κεφάλαιο 2 – Μικροκλίμα και βιοκλιματικός σχεδιασμός αστικού χώρου</b>	<b>σελ. 5</b>
2.1 Η έννοια του αστικού μικροκλίματος	σελ. 6
2.2 Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας	σελ. 6
2.3 Αστική Χαράδρα	σελ. 9
2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων	σελ. 10
2.4.1 Μοντέλα θερμικής άνεσης για ανοιχτούς αστικούς χώρους	σελ. 11
2.4.2 Μελέτη του ανέμου σε αστικούς χώρους	σελ. 17
2.4.3 Αρχές σχεδιασμού και εφαρμογές	σελ. 23
<b>Κεφάλαιο 3 – Παρουσίαση του προγράμματος</b>	<b>σελ. 26</b>
3.1 Τι είναι το Envi-met	σελ. 27
3.2 Θεωρητικά στοιχεία	σελ. 27
3.2.1 Η ατμόσφαιρα	σελ. 27
3.2.2 Το εδαφικό σύστημα	σελ. 28
3.2.3 Η βλάστηση	σελ. 28
3.2.4 Οι επιφάνειες	σελ. 29
3.2.5 Βιομετεωρολογία	σελ. 30
3.3 Παρουσίαση του προγράμματος	σελ. 30
3.3.1 Διάταξη του μοντέλου	σελ. 30
3.3.2 Διάγραμμα ροής του προγράμματος	σελ. 31
<b>Κεφάλαιο 4 – Χειρισμός του προγράμματος</b>	<b>σελ. 46</b>
4.1 Ξεκινώντας	σελ. 47
4.2 Εισαγωγή δεδομένων	σελ. 47
4.2.1 Δημιουργία Area input file (.in)	σελ. 47
4.2.2 Δημιουργία Configuration file (.cf)	σελ. 55

4.2.3 Δημιουργία Batch files (.ebf)	σελ. 57
4.3 Εκτέλεση της προσομοίωσης	σελ. 57
4.4 Εξαγωγή αποτελεσμάτων	σελ. 65
4.4.1 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Leonardo	σελ. 65
4.4.2 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Extract	σελ. 70
4.4.3 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Microsoft excel	σελ. 71
<b>Κεφάλαιο 5 – Περιοχή Αντικείμενο της Έρευνας</b>	<b>σελ. 77</b>
5.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή του Δήμου Νέας Σμύρνης	σελ. 78
5.2 Περιοχή Αντικείμενο της Έρευνας – Κεντρική Πλατεία Νέας Σμύρνης	σελ. 82
<b>Κεφάλαιο 6 – Έρευνα</b>	<b>σελ. 87</b>
6.1 Συλλογή στοιχείων	σελ. 88
6.1.1 Τοπογραφικά στοιχεία	σελ. 88
6.1.2 Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία	σελ. 90
6.2 Κατάρτιση αρχείων εισόδου	σελ. 93
6.2.1 Δημιουργία Area input file	σελ. 93
6.2.2 Δημιουργία Configuration file	σελ. 94
6.3 Πρώτη προσομοίωση	σελ. 95
6.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	σελ. 95
6.3.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	σελ. 103
6.4 Δεύτερη προσομοίωση	σελ. 103
6.4.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων	σελ. 103
6.4.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	σελ. 114
6.5 Συμπεράσματα	σελ. 114
6.6 Επίλογος	σελ. 115
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>σελ. 117</b>
<b>Ευρετήριο εικόνων</b>	σελ. 118
<b>Ευρετήριο πινάκων</b>	σελ. 121
<b>Ευρετήριο σχημάτων</b>	σελ. 123

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

---

*Εισαγωγή*

## 1.1 Εισαγωγή

Οι μικροκλιματικές συνθήκες γύρω από τα κτίρια, τους δρόμους και τους ελεύθερους χώρους, στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές, προσδιορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την «φυσική μορφή» της πόλης, για αυτό μπορούν να τροποποιηθούν με τον σχεδιασμό. Η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών, η ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου γύρω από τα κτίρια και στους δρόμους, ο ηλιασμός των κτιρίων και των υπαίθριων αστικών χώρων, η συγκέντρωση της σκόνης και των ρύπων κοντά στο έδαφος, μπορούν να τροποποιηθούν ευνοϊκά, με την εφαρμογή κατάλληλων επιλογών κατά τον σχεδιασμό ή και τον ανασχεδιασμό του αστικού χώρου, δηλαδή με αποφάσεις που αφορούν:

- την επιλογή ευνοϊκής τοποθεσίας με κατάλληλη τοπογραφική διαμόρφωση για την ανάπτυξη μιας περιοχής,
- την ρύθμιση πυκνότητας δόμησης,
- τα κατάλληλα μεγέθη και χωροθέτηση κτιρίων και υπαίθριων χώρων,
- τον προσανατολισμό και το μέγεθος των οδών,
- τον σχεδιασμό και διάθρωση των χώρων πρασίνου.

Μεγάλες δυσκολίες προκύπτουν, όταν εκ των υστέρων σε ένα ήδη δυσμενές για τον άνθρωπο διαμορφωμένο αστικό περιβάλλον, καλούμαστε μέσα από μια διαδικασία ανάπτυξης να προσδιορίσουμε τα ειδικά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του και να το τροποποιήσουμε με τη χρήση μια σειράς σχεδιαστικών εργαλείων και μεθόδων.

Συνοψίζοντας λοιπόν, η πρόβλεψη του αστικού μικροκλίματος, κατά την εκπόνηση των πολεοδομικών σχεδίων και κανονισμών, που αφορούν στα μοντέλα και στο βαθμό ανάπτυξης των τεχνικών έργων στον αστικό χώρο, είναι μεγάλης σημασίας.

*[Πηγή παρ. 1.1 Πολυχρονόπουλος Δημήτρης Αρχιτέκτων Υπ. Διδάκτωρ Ε.Μ.Π. (1999). Δυνατότητες μορφοποίησης του αστικού μικροκλίματος μέσα από την διαδικασία του πολεοδομικού σχεδιασμού (σημειώσεις μαθήματος "Περιβαλλοντικός αστικός σχεδιασμός" 8<sup>ου</sup> εξαμήνου σχολή αρχ/κων μηχ/κων Ε.Μ.Π.)]*

## 1.2 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας είναι η έρευνα για το κατά πόσο μπορούμε να προβλέψουμε το αστικό μικροκλίμα με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας αριθμητικών μοντέλων υπολογιστών, αλλά και κατά πόσο επιδρά η αστική γεωμετρία και τα υλικά στο μικροκλίμα, με τη διερεύνηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης των βιοκλιματικών συνθηκών του μικροκλίματος της αστικής περιοχής της κεντρικής πλατείας Νέας Σμύρνης.



Πιο αναλυτικά έγινε μια προσομοίωση του υπάρχοντα διαμορφωμένου αστικού χώρου, για μία καλοκαιρινή ημέρα, και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της με μετρήσεις από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και του Υδρολογικού Παρατηρητηρίου Αθηνών (Hydrological Observatory of Athens - HOA) για την ίδια μέρα, από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό, διαμορφώθηκε μια πρώτη εικόνα για την αξιοπιστία του προγράμματος και κατ' επέκταση για το κατά πόσο μπορούμε να προβλέψουμε το αστικό μικροκλίμα με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας αριθμητικών μοντέλων υπολογιστών. Επίσης με μια δεύτερη προσομοίωση (για την ίδια ημέρα πάντα) πραγματοποιώντας όμως αλλαγές στον αστικό χώρο και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της με αυτά της πρώτης διερευνήθηκε κατά πόσο επιδρά η αστική γεωμετρία και τα υλικά στο μικροκλίμα.

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το Envi-met (V3.1), ένα δωρεάν λογισμικό που βασίζεται σε διαφορετικές επιστημονικές ερευνητικές εργασίες και ως εκ τούτου είναι υπό συνεχή ανάπτυξη.

### **1.3 Δομή της εργασίας**

Η εργασία χωρίζεται σε τρεις βασικές ενότητες.

Στη πρώτη ενότητα (κεφάλαιο 2) γίνεται αναφορά στην έννοια του αστικού μικροκλίματος και το πώς επηρεάζεται από την αστική μορφολογία. Αναφέρονται τα προβλήματα που έχουν προκύψει από λάθος σχεδιασμό όπως το φαινόμενο της θερμικής νησίδας που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας και οφείλεται στη κάλυψη των φυσικών επιφανειών και την έλλειψη βλάστησης, και το φαινόμενο της αστικής χαράδρας που συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των ρύπων και οφείλεται στη λάθος γεωμετρία και διάταξη των κτιρίων. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, παρουσιάζονται τα εργαλεία για την αξιολόγηση της ποιότητας των υπαίθριων αστικών χώρων, τα μοντέλα θερμικής άνεσης και άνεμου. Επίσης αναφέρονται οι παράμετροι σχεδιασμού μέτρα και λύσεις όπως η κατεύθυνση των ανέμων με πετάσματα, η χρήση υλικών με αυξημένη ανακλαστικότητα, η χρήση της φύτευση κ.α.

Στη δεύτερη ενότητα (κεφάλαια 3 και 4) γίνεται εκτενής παρουσίαση του προγράμματος που χρησιμοποιείται. Αναφέρονται τα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιεί για τον υπολογισμό του πεδίου ροής ανέμου, της θερμοκρασίας και υγρασίας της ατμόσφαιρας, της κατανομής τυρβώδους κινητικής ενέργειας, της θερμοκρασίας και ροής υδάτων του έδαφος, της ανταλλαγής θερμότητας και ύδατος της βλάστησης, της θερμοκρασίας και της ανταλλαγής θερμότητας των επιφανειών καθώς και του δείκτη θερμικής άνεσης. Στη συνέχεια περιγράφεται η διάταξη του τρισδιάστατου μοντέλου που χρησιμοποιεί, επεξηγείται το διάγραμμα ροής και η δομή του. Τέλος

γίνεται αναλυτική παρουσίαση του τρόπου χειρισμού του, δηλαδή του τρόπου εισαγωγής δεδομένων και εξαγωγής αποτελεσμάτων.

Η τρίτη ενότητα αφορά στην έρευνα (κεφάλαιο 5 και 6). Ξεκινά με την περιγραφή του αντικειμένου της έρευνας που είναι η κεντρική πλατεία Νέας Σμύρνης. Αφού γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή του Δήμου Νέας Σμύρνης περιγράφεται η κεντρική πλατεία ως προς την μορφολογία της αλλά και την χρήση της. Στη συνέχεια περιγράφεται ο τρόπος συλλογής των στοιχείων και οι παραδοχές για την κατάρτιση των αρχείων εισόδου του προγράμματος. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των δύο προσομοιώσεων, της πρώτης η οποία αφορά στην υπάρχουσα κατάσταση της περιοχής και έγινε για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του προγράμματος και της δεύτερης που αφορά στη κατάσταση της περιοχής μετά από εργασίες ανάπλασης και έγινε για την διερεύνηση της επιρροής της αστικής μορφολογίας στο μικροκλίμα. Παραθέτονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

---

*Μικροκλίμα και βιοκλιματικός σχεδιασμός αστικού χώρου*

## 2.1 Η έννοια του αστικού μικροκλίματος

Μελετώντας τις παραμέτρους που επιδρούν στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος μιας αστικής περιοχής διαπιστώνουμε την επίδραση διαβαθμισμένων κλιματικών φαινομένων που χαρακτηρίζονται με τους όρους μακρόκλιμα, μεσόκλιμα και μικρόκλιμα. Αν και οι κλιματικές συνθήκες ενός τόπου, προσδιορίζονται από μια σειρά φυσικών φαινομένων και παραμέτρων, η παρέμβαση του ανθρώπου είναι δυνατόν να επιφέρει σημαντική τροποποίηση σε αυτές και μάλιστα σε τέτοιο βαθμό ώστε να αποκτούν προσδιοριστικούς χαρακτηρισμούς ανάλογα με το είδος της οικιστικής ανάπτυξης.

Το «αστικό μικροκλίμα» ή μικροκλίμα πόλης αποτελεί μια σαφή περίπτωση των παραπάνω. Ο όρος αυτός είναι συνυφασμένος με τα εξής:

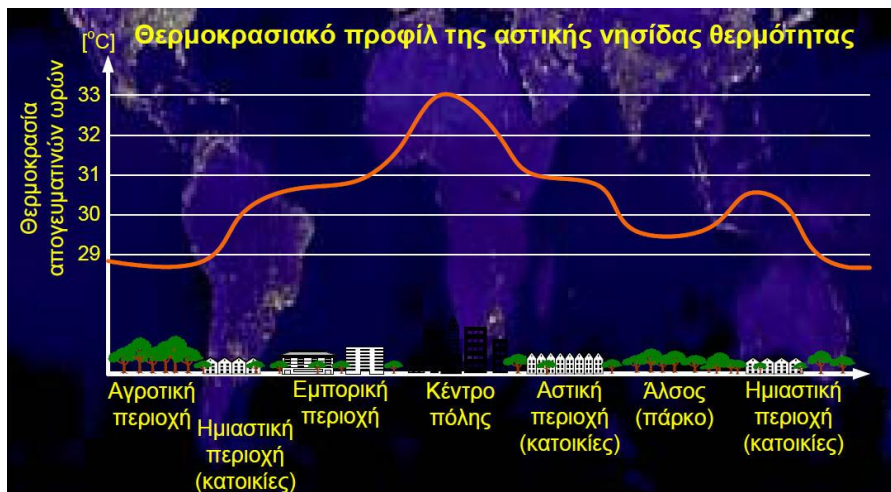
- Την έντονη πολυπλοκότητα που δημιουργεί η αλληλεπίδραση ποικίλων φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων
- Τη σημαντική αλλοίωση και διαφοροποίηση, που έχουν υποστεί βασικά κλιματικά στοιχεία που το καθορίζουν - όπως η διαθεσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, η υγρασία, η θερμοκρασία και οι συνθήκες ροής του ανέμου - σε σχέση με τις μέσες και ακραίες τιμές που θα αναμέναμε από τα φυσικά κλιματικά χαρακτηριστικά του τόπου.
- Την ασυνέχεια των γενικών τιμών των παραπάνω μικροκλιματικών στοιχείων και τη μεταβλητότητα στην οποία υπόκεινται κατά την ίδια χρονική στιγμή σε διαφορετικά σημεία της αστικής περιοχής.

Για σαφέστερη κατανόηση των παραπάνω, αναφέρεται ως παράδειγμα, ένα συνηθισμένο φαινόμενο που μπορεί να παρατηρηθεί σε δύο γειτονικές οδούς, μιας αστικής περιοχής. Η έντονη διαφοροποίηση της ροής του ανέμου, τόσο ποιοτικά και ποσοτικά, ακόμη και όταν η μέση γενική, ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου, σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή θεωρείται προσδιορισμένη και ενιαία για όλη την περιοχή. Τόσο μάλιστα, ώστε ενώ αισθανόμαστε στη μία περιοχή ενόχληση από έντονη ροή και στροβιλισμούς του αέρα, σε κοντινή απόσταση, είναι πιθανό να βιώνουμε συνθήκες που πλησιάζουν την άπνοια. Ανάλογες διαφορές παρατηρούνται και ως προς την ποικιλότητα της διαθεσιμότητας του ηλιασμού σε κτίρια και ελεύθερους χώρους, αλλά και στα ποσοστά συγκέντρωσης υγρασίας, σκόνης και ρύπων σε διαφορετικές, κοντινές περιοχές εντός του αστικού χώρου, συνθέτοντας μια μεταβαλλόμενη και πολύπλοκη εικόνα περιβαλλοντικών συνθηκών.

*[Πηγή παρ. 2.1 Πολυχρονόπουλος Δημήτρης Αρχιτέκτων Υπ. Διδάκτωρ Ε.Μ.Π. (1999). Δυνατότητες μορφοποίησης του αστικού μικροκλίματος μέσα από την διαδικασία του πολεοδομικού σχεδιασμού (σημειώσεις μαθήματος "Περιβαλλοντικός αστικός σχεδιασμός" 8<sup>ου</sup> εξαμήνου σχολή αρχ/κων μηχανικών Ε.Μ.Π.)]*

## 2.2 Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας

Η Θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων, σε σχέση με τα περίχωρα, κατά τη διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτίρια και οι δρόμοι στη διάρκεια της ημέρας.



εικόνα 2.2.1

Τιμές θερμοκρασίας σε σχέση με το περιβάλλον  
 [πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]

Στη διαμόρφωση της Θερμικής Νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα (albedo πίνακες 2.2.1 και 2.2.2), που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα, εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης οι πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτιρίων, καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτιρίων, γύρω από στενούς δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

Ένα κορυφαίο πρόβλημα που είναι χαρακτηριστικό των Ελληνικών πόλεων, είναι η απουσία πρασίνου στους δημόσιους χώρους, που μειώνει σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα τη νύχτα, μέσω της διαδικασίας της διαπνοής. Τα φυτά απορροφούν την ημέρα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας και αντλούν νερό από τη γη, το οποίο αποδίδουν τη νύχτα από τα φύλλα στην ατμόσφαιρα ως υγρασία, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στη μείωση της έντασης της Θερμικής Νησίδας μειώνοντας την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύουν και, ψυχραίνοντας την ατμόσφαιρα τη νύχτα με την υγρασία που αποδίδουν.

Οι επιπτώσεις της Θερμικής Νησίδας επικεντρώνονται κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων και στις επιδράσεις πάνω στην υγεία τους. Είναι γνωστή η συνέργια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι πάνω στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Έτσι με την αύξηση των θερμοκρασιών την ημέρα και τη διατήρησή της τη νύχτα, η θερμική νησίδα γίνεται πρόσθετος παράγοντας επικινδυνότητας. Παράλληλα η εντατική χρήση κλιματιστικών, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, και πέρα από τη σπατάλη ενέργειας που προκαλεί, συμβάλλει και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

[Πηγή παρ. 2.2 ECOCITY σε συνεργασία με την ΕΕΔΕ (2010). Εσπερίδα με θέμα "Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας" (ομιλητές Κωνσταντίνος Γκάρτζος, Κλέα Κατσουγιάννη – συντονίστρια, Ματθαίος Σανταμούρης, Αλέξανδρος Κουλίδης)]

Πίνακας 2.2.1  
Τιμές albedo για επιφάνειες υπαίθριων χώρων  
[πηγή marine.rutgers.edu]

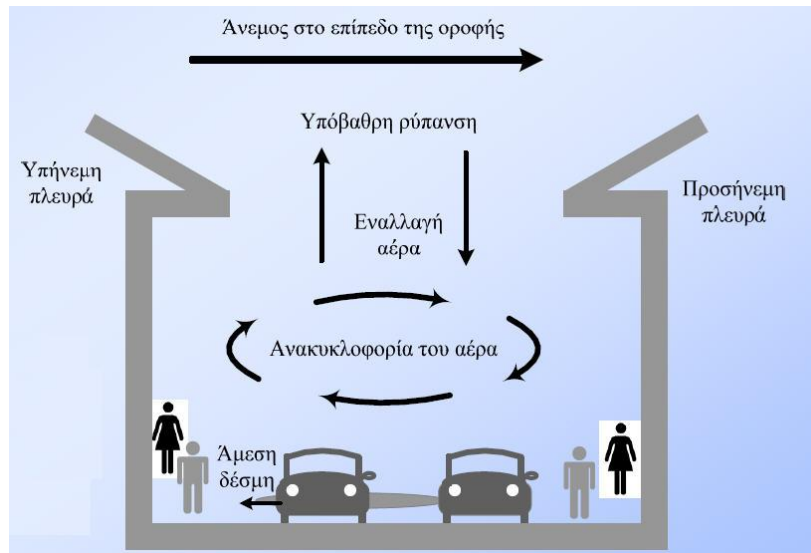
Επιφάνεια	albedo
Φρέσκο χιόνι	0.80–0.95
Παλιό, βρώμικο χιόνι	0.42–0.70
Πάγος	0.20–0.40
Ήρεμο καθαρό θαλασσινό νερό	
Ύψος ήλιου 60°	0.03
Ύψος ήλιου 30°	0.06
Ύψος ήλιου 10°	0.29
Στεγνή άμμος	0.35–0.45
Υγρή άμμος	0.20–0.30
Στεγνή άργιλος	0.15–0.60
Υγρή άργιλος	0.07–0.28
Τύρφη	0.05–0.15
Χαμηλό γρασίδι	0.26
Ψηλό γρασίδι	0.16
Φυλλοβόλα δέντρα με φύλλα	0.20
Φυλλοβόλα δέντρα γυμνά	0.15
Πεύκα	0.14
Καλλιέργειες	0.15–0.30
Άσφαλτος	0.05–0.20
Τσιμέντο	0.10–0.35
Τούβλα	0.20–0.40

Πίνακας 2.2.2  
Τιμές albedo για εξωτερικές επιφάνειες κτιρίων  
[πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]

	Επιφάνεια	albedo
<b>Τοίχοι</b>	Σκυρόδεμα	0.10–0.35
	Τούβλο/πέτρα	0.20–0.40
	Λευκή πέτρα	0.80
	Λευκό Μάρμαρο	0.55
	Λευκό τούβλο	0.30–0.50
	Κόκκινο τούβλο	0.20–0.30
<b>Οροφές</b>	Ασφαλτόπανα	0.07
	Άσφαλτος	0.10–0.15
	Πίσσα και Χαλίκια	0.08–0.18
	Πλακάκια	0.10–0.35
	Ειδική ανακλαστική οροφή	0.60–0.70
<b>Χρώματα</b>	Λευκό	0.50–0.90
	Κόκκινο, καφέ, πράσινο	0.20–0.35
	Μαύρο	0.02–0.15

## 2.3 Αστική χαράδρα

Η αστική χαράδρα σχηματίζεται σε δρόμους που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο σειρές από υψηλά κτίρια. Όταν η διεύθυνση του ανέμου είναι κάθετη προς σε αυτήν οι ρύποι παγιδεύονται και μειώνεται η διάχυσή τους λόγω της μειωμένης ροής του αέρα.



εικόνα 2.3.1

Ροή του αέρα σε μια αστική χαράδρα

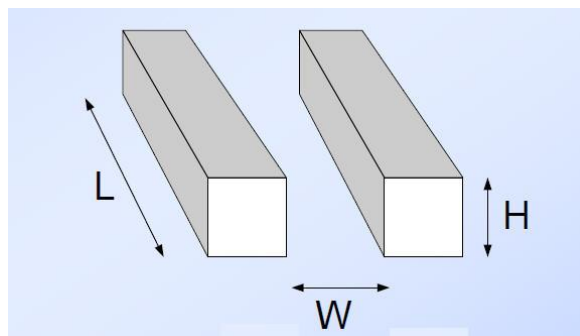
[πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]

Η ροή του αέρα εντός της αστικής χαράδρας διαμορφώνεται κυρίως από τρεις παράγοντες:

- Τη γεωμετρία του δρόμου
- Τα χαρακτηριστικά του ανέμου πάνω από το δρόμο (διεύθυνση και ταχύτητα)
- Το θερμοκρασιακό πεδίο μέσα στο δρόμο

Γεωμετρικά οι αστικές χαράδρες ορίζονται από τρεις παραμέτρους (εικ. 2.3.2):

- Το μέσο ύψος των κτιρίων ( $H$ )
- Το πλάτος του δρόμου ( $W$ ) και
- Το μήκος του δρόμου ( $L$ )



εικόνα 2.3.2

Γεωμετρικές παράμετροι αστικής χαράδρας

[πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]

Και κατ' επέκταση η γεωμετρία της χαράδρας χαρακτηρίζεται από τρία μεγέθη:

- Το λόγο  $H/W$
- Το λόγο  $L/H$  και
- Τη πυκνότητα των κτιρίων ( $j=Ar/A1$ ) η οποία είναι ίση με το λόγο της επιφάνειας της οροφής του μέσου κτιρίου ( $Ar$ ) προς τη συνολική επιφάνεια εδάφους που καταλαμβάνει κάθε κτίριο ( $A1$ ).

Όταν έχουμε μια βαθιά αστική χαράδρα, δηλαδή όταν ο λόγος  $H/W=2$ , τότε η κύρια δίνη αέρα καλύπτει τα  $2/3$  της περιοχής της χαράδρας και δημιουργείται μια σχεδόν ακίνητη περιοχή κοντά στο έδαφος, αυτό το γεγονός είναι ικανό να αυξήσει τη συγκέντρωση των ρύπων αφού σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται και η κύρια πηγή τους από τις εξατμίσεις των οχημάτων (εικ. 2.3.1).

Άρα όσο πιο μικρός είναι ο λόγος  $H/W$  η αλληλεπίδραση μεταξύ της ροής του αέρα μέσα στη χαράδρα και έξω από αυτή εξασθενίζει.

Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η χωροταξική διάταξη των κτιρίων είναι ικανή να μεταβάλει τοπικά τις συγκεντρώσεις των ρύπων σημαντικά, αυξάνοντας τα επίπεδα ρύπανσης στις αστικές χαράδρες οι οποίες αποτελούν τη συνήθη διάταξη κτιρίων στην Ευρώπη.

*[Πηγή παρ. 2.3 Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]*

## 2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων

Υπάρχει έντονο δημόσιο ενδιαφέρον για την ποιότητα των ανοιχτών αστικών χώρων και σύμφωνα με τα παραπάνω αναγνωρίζεται ότι αυτοί μπορούν να συμβάλουν στην ποιότητα της ζωής μέσα στις πόλεις, ή, αντίθετα, να ενισχύσουν την απομόνωση και τον κοινωνικό αποκλεισμό. Αυτό σχετίζεται με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, και τη βασική υπόθεση ότι αυτές οι συνθήκες επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ανθρώπων και τη χρήση των ανοιχτών χώρων.

Αναπτύχθηκαν διάφορα μοντέλα και εργαλεία διαφορετικής πολυπλοκότητας, για ένα εύρος χρηστών από τον αρχάριο ως τον ειδικό. Τα εργαλεία που αναπτύχθηκαν περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Διαγραμματικό εργαλείο για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης (χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά στοιχεία διαθέσιμα στο κοινό) μαζί με πληροφορίες σχετικά με τη θερμική αίσθηση και τα χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας των ανθρώπων.
- Μεθοδολογία για την αξιολόγηση του προφίλ ταχύτητας ανέμου μιας περιοχής με απλοποιημένες οδηγίες για τον έλεγχο της επίδρασης μιας αστικής περιοχής στις συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό χώρο.



- Διαγραμματικό εργαλείο για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης μιας σχεδιαστικής λύσης, δίνοντας μια διακύμανση του θερμικού φορτίου από ακτινοβολία ως συνάρτηση των διαφορετικών υλικών που χρησιμοποιούνται.
- Μεθοδολογία για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης εναλλακτικών αστικών μορφών, εξετάζοντας την περιβαλλοντική απόδοση αστικών δομών συνεισφέροντας στην ανάλυση της θερμοκρασίας, του ήλιου και του ανέμου.
- Μεθοδολογία για το σχεδιασμό χαρτών άνεσης, δίνοντας έμφαση στη χωρική ανάλυση των ζωνών άνεσης.
- Σχέσεις μεταξύ των μετρήσιμων παραμέτρων και την αίσθηση των χρηστών για το οπτικό περιβάλλον, μαζί με μια μεθοδολογία για την εκτίμηση της αθροιστικής διεύθυνσης του ηλιακού φωτός σε ένα δεδομένο χώρο, μέσα από πολυ-στερεογραφικές προβολές.
- Μεθοδολογία για την περιγραφή του ακουστικού τοπίου σε αστικούς ανοιχτούς χώρους, αποτελούμενη από τα χαρακτηριστικά της κάθε ηχητικής πηγής, το ακουστικό αποτέλεσμα του χώρου, κοινωνικά και άλλα θέματα, μαζί με απλοποιημένα μοντέλα για τη διασπορά του ήχου σε αστικούς χώρους.

Εδώ παρουσιάζεται η ανάπτυξη των εργαλείων που έχουν σχέση άμεσα με το αντικείμενο της έρευνας όπως είναι τα μοντέλα θερμικής άνεσης των χρηστών και την μεθοδολογία για την αξιολόγηση του προφίλ ταχύτητας ανέμου.

#### **2.4.1 Μοντέλα Θερμικής Άνεσης για Ανοιχτούς Αστικούς Χώρους**

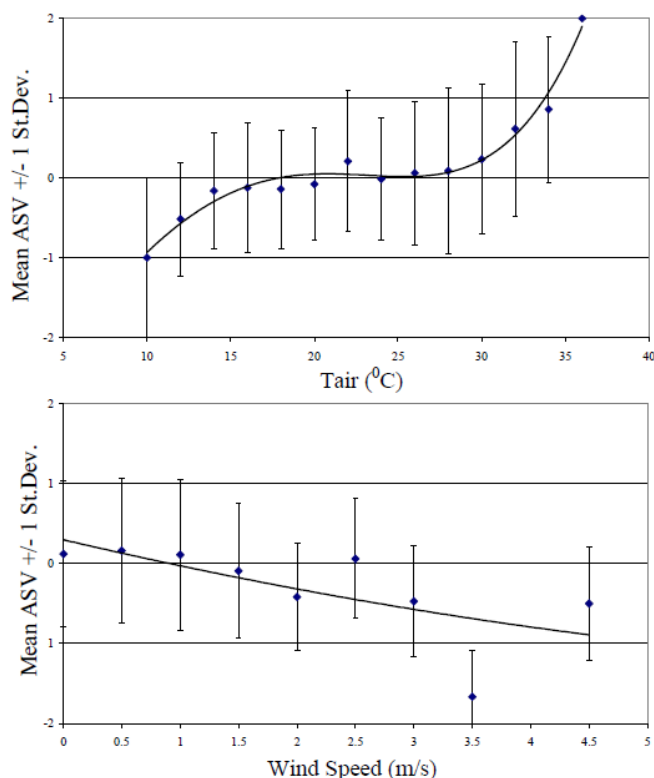
Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στους υπαίθριους χώρους, αν και παρόμοιες με αυτές στους εσωτερικούς χώρους, παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερο εύρος και μεταβλητότητα. Λόγω αυτής της πολυπλοκότητας από πλευράς χρονικής και τοπικής μεταβλητότητας καθώς και λόγω του μεγάλου εύρους δραστηριοτήτων των ανθρώπων, έχουν γίνει πολύ λίγες προσπάθειες για την κατανόηση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ανοιχτούς χώρους.

Στις περισσότερες μελέτες θερμικής άνεσης στο ύπαιθρο, έχουν χρησιμοποιηθεί μαθηματικά θερμορυθμιστικά μοντέλα για τον ανθρώπινο οργανισμό, τα οποία προορίζονταν για τον υπολογισμό των συνθηκών άνεσης σε εσωτερικούς χώρους, τα οποία εξαρτώνται από περιβαλλοντικές συνθήκες, τη δραστηριότητα των ανθρώπων και το επίπεδο ρουχισμού τους.

Επιτόπιες έρευνες, όμως, έχουν αποκαλύψει ότι η προσέγγιση που εξετάζει μόνο τη φυσιολογία, είναι ανεπαρκής να χαρακτηρίσει τις εξωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης, ενώ το θέμα της προσαρμοστικότητας γίνεται όλο και πιο σημαντικό. Αυτό περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ του περιβάλλοντος και των αναγκών των ανθρώπων, τόσο σε φυσικό, όσο και σε ψυχολογικό επίπεδο. Στο πλαίσιο του εξωτερικού περιβάλλοντος, αυτό περιλαμβάνει αλλαγές που κάνουν οι άνθρωποι με σκοπό να προσαρμοστούν στο χώρο ή να προσαρμόσουν το περιβάλλον στις ανάγκες τους, με την

εποχιακή μεταβολή του ρουχισμού, αλλαγές στο μεταβολισμό με την κατανάλωση κρύων ποτών, καθώς και αλλαγές στη θέση του σώματος, ενώ ψυχολογικές παράμετροι, όπως η προσωπική επιλογή, η σχετική εμπειρία των ανθρώπων με παρόμοιες συνθήκες και οι προσδοκίες, αποδεικνύεται ότι αποτελούν μια κρίσιμη παράμετρο ικανοποίησης με το θερμικό περιβάλλον.

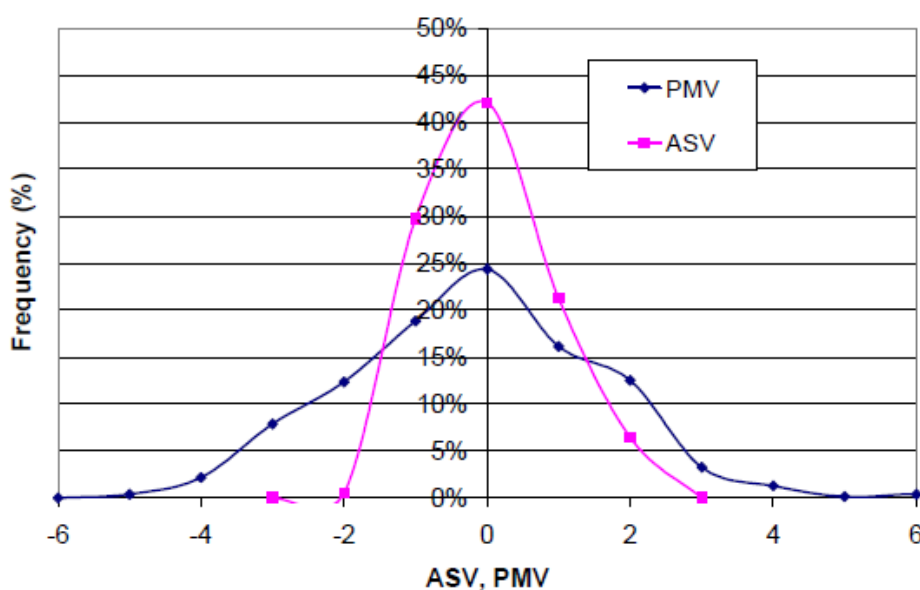
Στα πλαίσια του έργου RUROS (**R**ediscovering the **U**rban **R**ealm and **O**pen **S**paces), αξιολογήθηκαν οι συνθήκες θερμικής άνεσης μέσω επιτόπιας έρευνας που έγινε σε 14 περιοχές ανά την Ευρώπη. Η αίσθηση θερμότητας των ανθρώπων αξιολογήθηκε σε μια 5-βάθμια κλίμακα, κυμαινόμενη από «πολύ κρύο» σε «πολύ ζέστη» και ορίστηκε ως Πραγματική Αίσθηση Θερμότητας (Actual Sensation Vote, ASV). Η ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν αποκάλυψε τη συσχέτιση μεταξύ των μικροκλιματικών παραμέτρων και της ASV. Το Σχήμα 2.4.1.1 παρουσιάζει την μεταβολή του δείκτη ASV σε σχέση με τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του αέρα. Παρατηρώντας τις μέσες τιμές του ASV, υπάρχει εμφανής συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Όπως αναμενόταν, όσον αφορά την ταχύτητα του ανέμου, υπάρχει μια μικρή αρνητική συσχέτιση με το ASV, που δείχνει ότι το ASV μειώνεται καθώς η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει. Η σχετικά χαλαρή συσχέτιση μεταξύ των μικροκλιματικών μεταβλητών και του ASV υποδηλώνει ότι μόνο μια παράμετρος δεν είναι από μόνη της αρκετή για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης.



σχήμα 2.4.1.1

Κατανομή της Πραγματικής Αίσθησης Θερμότητας (ASV), με την αντίστοιχη απόκλιση σε σχέση με την Θερμοκρασία Αέρα (επάνω) και την Ταχύτητα Ανέμου (κάτω) από τις επί τόπου έρευνες στην Αθήνα. [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

Τα υποκειμενικά στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις συνεντεύξεις συγκρίθηκαν με τον θεωρητικό δείκτη θερμικής άνεσης Predicted Mean Vote ή PMV (Μέσος Αναμενόμενος Θερμικός Δείκτης), που αναπτύχθηκε αρχικά για το εσωτερικό περιβάλλον και σταδιακά εφαρμόστηκε και στο εξωτερικό περιβάλλον. Το PMV υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις μέσες αντικειμενικές περιβαλλοντικές παραμέτρους που καταγράφονται κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, τα επίπεδα ρουχισμού και το ρυθμό του μεταβολισμού για κάθε ερωτώμενο. Συγκρίνοντας το δείκτη PMV για κάθε ερωτώμενο με το αντίστοιχο ASV, αποκάλυψε μια μεγάλη ασυμφωνία μεταξύ των δύο, καθώς η πραγματική θερμική άνεση φαίνεται να βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα απ' ό,τι συνεπάγεται από το μαθηματικό μοντέλο (Σχήμα 2.4.1.2)



σχήμα 2.4.1.2

Σύγκριση της Πραγματικής Αίσθησης Θερμότητας (ASV), όπως προέκυψε από τα ερωτηματολόγια με το θεωρητικό Μέσο Αναμενόμενο Θερμικό Δείκτη (PMV) για την Αθήνα, υπολογισμένο από το μαθηματικό μοντέλο, για κάθε ερωτώμενο.

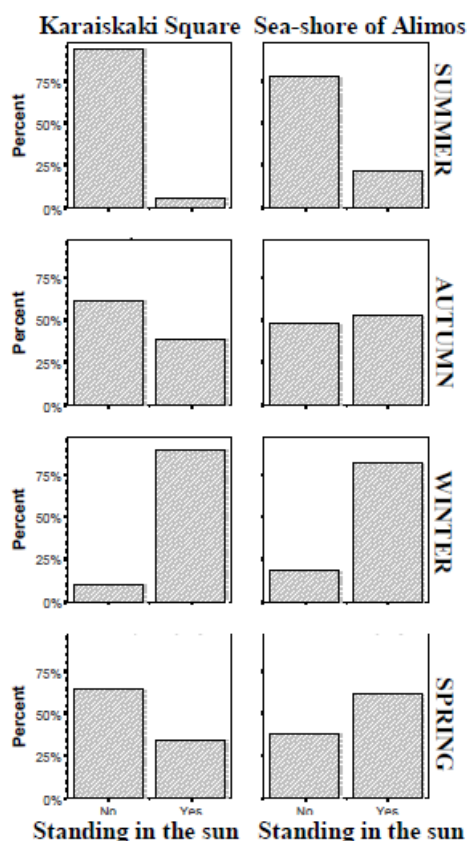
[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

Πίνακας 2.4.1.1  
Τιμές δείκτη PMV

Μεγάλη ζέστη	Ζέστη	Ελαφριά ζέστη	Ουδέτερη θερμοκρασία	Ελαφριά ψύχρα	Ψύχρα	Παγωνιά
+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

Το μεγάλο εύρος μικροκλιματικών συνθηκών σε υπαίθριους χώρους ενισχύει το επιχείρημα ότι μια απλή αντιμετώπιση με κριτήρια φυσιολογίας είναι ανεπαρκής για το χαρακτηρισμό των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το θέμα της προσαρμοστικότητας γίνεται όλο και πιο σημαντικό. Προσωπικές αλλαγές, με την εποχιακή μεταβολή στο ρουχισμό (Σχήμα 2.4.1.3), αλλαγές στη θερμότητα του μεταβολισμού με την κατανάλωση υγρών, αλλαγές στη στάση και τη θέση καθώς και ψυχολογικές παράμετροι, όπως η προσωπική επιλογή, η σχετική εμπειρία των ανθρώπων με παρόμοιες συνθήκες και οι προσδοκίες αποδεικνύεται ότι αποτελούν σημαντικές παραμέτρους.

Από σχεδιαστική άποψη, είναι χρήσιμη η ανάπτυξη απλών μοντέλων που να μπορούν να προβλέπουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης, χρησιμοποιώντας ήδη διαθέσιμα στοιχεία. Απλά γραμμικά μοντέλα αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα διαθέσιμα στο κοινό, από κοντινό μετεωρολογικό σταθμό. Αυτά τα μοντέλα είναι σημαντικά για την πρόβλεψη του ASV με τρόπο επαρκή, καθώς μπορούν να αποτελέσουν τη βάση-πλατφόρμα πάνω στην οποία μπορούν να κατασκευαστούν νομογραφήματα και χάρτες θερμικής άνεσης. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι προσωπικές παράμετροι με τις οποίες οι άνθρωποι έρχονται στους ανοικτούς χώρους, καθώς και η επίδραση της προσαρμοστικότητας, τόσο φυσιολογικής όσο και ψυχολογικής, είναι εγγενείς στα μοντέλα τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια.



σχήμα 2.4.1.3

*Εποχιακή διακύμανση των ανθρώπων που κάθονται στον ήλιο και στη σκιά σε διαφορετικές περιοχές στην Αθήνα.*

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

### **Δείκτης άνεσης για πόλεις**

Μοντέλα για τον υπολογισμό του ASV παρουσιάζονται για τις διαφορετικές πόλεις, οι οποίες αντιστοιχούν σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες, βασιζόμενα σε ωριαία μετεωρολογικά στοιχεία. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι η θερμοκρασία του αέρα ( $T_{air\_met}$ , °C), η συνολική ηλιακή ακτινοβολία ( $S_{ol\_met}$ ,  $W \cdot m^{-2}$ ), η ταχύτητα του ανέμου ( $V_{met}$ ,  $m \cdot s^{-1}$ ) και η σχετική υγρασία ( $RH_{met}$ , %):

- Αθήνα:

$$ASV = 0.034 Tair\_met + 0.0001 Sol\_met - 0.086 V\_met - 0.001 RH\_met - 0.412$$

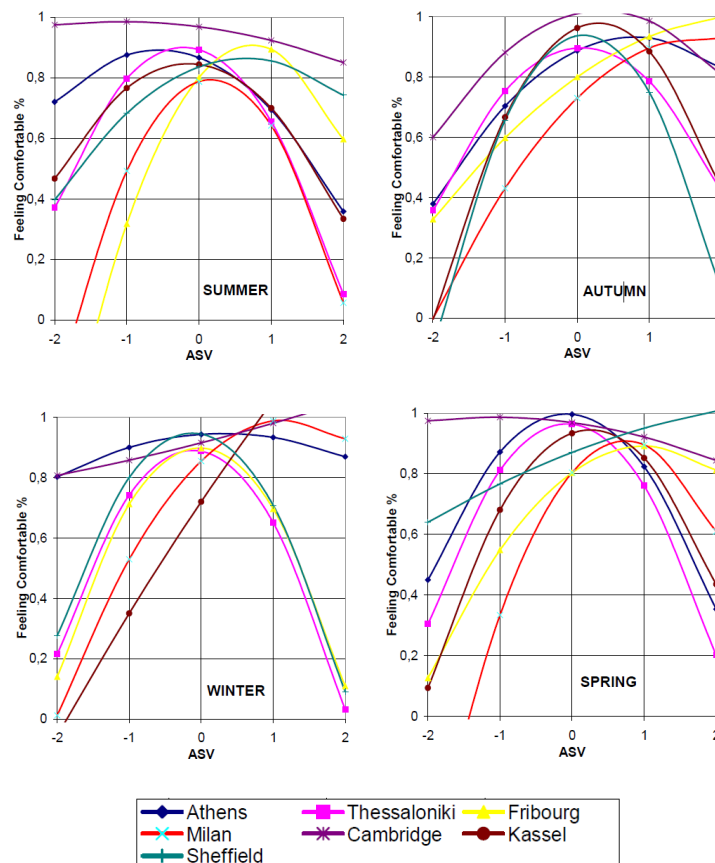
( $r = 0.27$ )

- Θεσσαλονίκη:

$$ASV = 0.036 Tair\_met + 0.0013 Sol\_met - 0.038 V\_met + 0.011 RH\_met - 2.197$$

( $r = 0.51$ )

Αυτά τα μοντέλα, που υποδηλώνουν τις πιο σημαντικές συνεισφορές από τα στοιχεία θερμοκρασίας και ανέμου ( $Tair\_met$  και  $V\_met$ ), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό ενός Δείκτη Άνεσης για μια πόλη για διαφορετικές εποχές. Συνδυάζοντας τα αρχικά και τα εποχιακά συναθροιστικά στοιχεία από κάθε περιοχή, αναπτύχθηκε ένα συνδυασμένο μοντέλο, όταν έγινε προφανές ότι τα επίπεδα του ASV δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν ομοιογενώς, από πλευράς άνεσης/ δυσφορίας, είτε από πλευράς πόλης, είτε από πλευράς εποχής. Έτσι απαιτήθηκε ένα μοντέλο για το ASV και ένα άλλο για τον προσδιορισμό του δείκτη άνεσης/δυσφορίας για μια πόλη. Από το Σχήμα 2.4.1.4, φαίνεται ότι πολύ ψυχρές συνθήκες είναι πιο ανεκτές κατά το καλοκαίρι και την άνοιξη, συγκριτικά με τις άλλες δύο εποχές για όλες τις πόλεις. Οι πολύ θερμές συνθήκες θεωρούνται άνετες κυρίως το φθινόπωρο και την άνοιξη.



σχήμα 2.4.1.4

Δείκτης των ανθρώπων που αισθάνονται άνετα για διαφορετικές τιμές ASV, για διαφορετικές πόλεις, σε διαφορετικές εποχές.

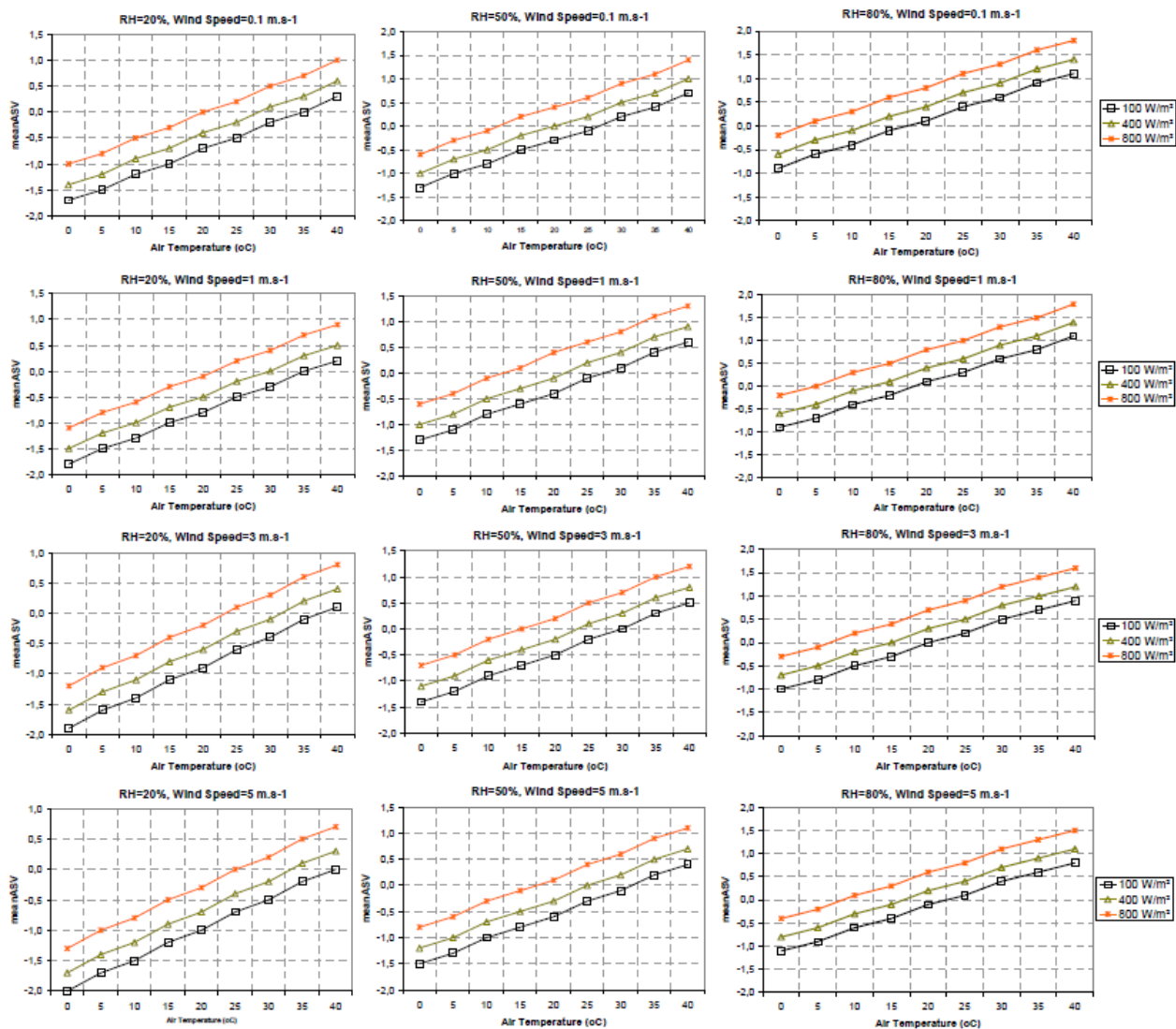
[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

Για συγκεκριμένες τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων, ο μελετητής μπορεί να ανατρέξει στα αντίστοιχα μοντέλα (είτε στα Ευρωπαϊκά είτε στα ειδικά-ανά πόλη) και να υπολογίσει τις αντίστοιχες τιμές ASV. Πρέπει να σημειωθεί ότι η έλλειψη συνεντεύξεων με ASV σε πολύ θερμές και πολύ ψυχρές συνθήκες οδηγεί σε αποτελέσματα που αντιστοιχούν σε πιο ήπιες συνθήκες και δεν υπάρχει στατιστικά αξιόπιστη μέθοδος για τη διόρθωση των αποτελεσμάτων αυτών. Για το λόγο αυτό συνιστάται ο μελετητής να περιορίζει τη χρήση του μοντέλου και των αντίστοιχων νομογραφημάτων για μετεωρολογικές θερμοκρασίες αέρα από 5 ως 35 °C. Λόγω της ασάφειας όσον αφορά την ερμηνεία του μέσου ASV από άποψη άνεσης/δυσφορίας, τα αποτελέσματα μπορούν να συνδυαστούν με τις καμπύλες για κάθε πόλη, για τον προσδιορισμό του ποσοστού των ανθρώπων που θα νιώθουν άνετα από αυτόν το μέσο ASV.

Με τον τρόπο αυτό ο μελετητής του αστικού χώρου προτρέπει να υπολογίζει ή να εκτιμά την τιμή του ASV που αντιστοιχεί στις κλιματικές συνθήκες της υπό μελέτη περιοχής, χρησιμοποιώντας είτε την εξίσωση του μοντέλου είτε τα νομογραφήματα που παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.4.1.5 και μετά να εισάγει αυτή την τιμή στις καμπύλες του Σχήματος 2.4.1.4, ώστε να προσδιορίσει το ποσοστό των χρηστών που αναμένεται να αισθάνονται άνετα. Κατόπιν, με τη χρήση τροποποιητικών δεικτών μικροκλίματος που σχετίζονται με ορισμένες σχεδιαστικές επιλογές, μπορεί η διαδικασία να επαναληφθεί, για τη διερεύνηση του πώς οι εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις μπορούν να επηρεάσουν το ποσοστό των χρηστών που αισθάνονται άνεση.

Τιμές ηλιακής ακτινοβολίας των 100, 400 και 800W.m<sup>-2</sup> αντιστοιχούν σε χαμηλό ηλιασμό (π.χ. σε νεφροσκεπείς συνθήκες ή αργά το απόγεμα με ηλιοφάνεια), μέσο ηλιασμό (π.χ. μερική νέφωση ή ηλιόλουστη χειμερινή μέρα) και σε υψηλό ηλιασμό (π.χ. συνθήκες θερινού καθαρού ουρανού) αντίστοιχα. Τιμές σχετικής υγρασίας 20%, 40% και 80% αντιστοιχούν σε πολύ ξηρές, μέσες και συνθήκες υψηλής υγρασίας. Τέλος, ταχύτητες ανέμου 0.1, 1, 3 και 5m.s<sup>-1</sup> αντιστοιχούν σε συνθήκες άπνοιας, ασθενούς και ισχυρού ανέμου, καθώς πάνω από την ταχύτητα των 5m.s<sup>-1</sup> οι μηχανικές επιδράσεις του ανέμου είναι πιο σημαντικές από τις θερμικές επιδράσεις.

Η παραπάνω μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο αρχικό στάδιο της μελέτης για τον προσδιορισμό των πιθανών προβληματικών περιοχών, αξιολογώντας γενικές στρατηγικές, π.χ. σκίαση, ανεμοπροστασία, κλπ. Δεν αποτελούν ακριβή μοντέλα για την αιτιολόγηση των δράσεων του μελετητή και πρέπει να συνδυάζονται με την υπόλοιπη μεθοδολογία εργασίας που παρουσιάζεται σε αυτό τον Οδηγό, για τη χρήση των υλικών.



σχήμα 2.4.1.5

Νομογράμματα για μέσες τιμές ASV για διαφορετικές μετεωρολογικές παραμέτρους.

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

## 2.4.2 Μελέτη του ανέμου σε αστικούς χώρους

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζει τις συνθήκες άνεσης των πεζών σε ανοιχτούς χώρους είναι ο άνεμος. Οι συνθήκες ανέμου είναι δύσκολο να προβλεφθούν και να ελεγχθούν καθώς επηρεάζονται από μεγάλο αριθμό παγκόσμιων, περιφερειακών και τοπικών παραγόντων. Σε παγκόσμια κλίμακα ο άνεμος προέρχεται από τον αέρα που κινείται από περιοχές υψηλής πίεσης προς περιοχές χαμηλής πίεσης. Η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου που προκαλείται από τα παγκόσμια καιρικά συστήματα επηρεάζονται από την τυπολογία του τοπίου σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Είναι, συνεπώς, σημαντικό να κατανοήσουμε ότι μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις συνθήκες ανέμου από ένα μέρος μιας πόλης σε ένα άλλο, ή ακόμα σε μικροκλίμακα από ένα μέρος ενός χώρου σε ένα άλλο.

Ο άνεμος δεν είναι ένα συνεχές φαινόμενο – ποικίλει σημαντικά ως προς τη διεύθυνση και την ένταση (ριπές ανέμου) και οι διαφοροποιήσεις μπορεί να είναι εποχιακές ή ετήσιες. Για το πρακτικούς λόγους, σε αυτό το υποκεφάλαιο πάντοτε αναφέρονται οι μέσες τιμές.

Οι επιδράσεις του ανέμου μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες – μηχανικές και θερμικές επιδράσεις. Οι μηχανικές επιδράσεις του ανέμου γίνονται αισθητές σε ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από  $4-5 \text{ m.s}^{-1}$ . Πάνω από  $10 \text{ m/sec}$  θα είναι δυσάρεστο για περπάτημα και πάνω από  $15 \text{ m.s}^{-1}$  μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα. Για τις θερμικές επιδράσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κριτήρια άνεσης του Πίνακα 2.4.2.1, θεωρώντας ότι οι άνθρωποι θα προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους και το επίπεδο ρουχισμού τους στην εποχή. Ο πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοκρασίες πάνω από  $10^\circ\text{C}$ .

Πίνακας 2.4.2.1

Χαρακτηριστικά του κριτηρίου των  $5 \text{ m.s}^{-1}$

A= Αποδεκτά, Δ= Δυσάρεστα, ΠΔ= Πολύ δυσάρεστα/ επικίνδυνα

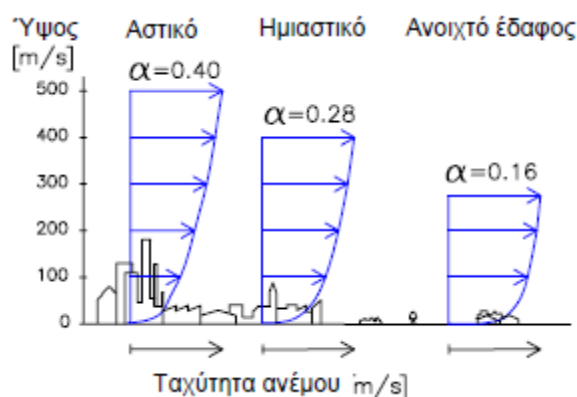
[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

Δραστηριότητα	Τύπος χώρου	Χαρακτηριστικά		
		A	Δ	ΠΔ
Γρήγορο περπάτημα	Πεζοδρόμια, μονοπάτια	43%	50%	53%
Περίπατος	Πάρκα, δρόμοι αγοράς	23%	34%	53%
Ορθοστασία/ κάθισμα για σύντομο διάστημα	Πάρκα, αστικοί χώροι	6%	15%	53%
Ορθοστασία/ κάθισμα για μεγάλο διάστημα	Υπαίθρια εστιατόρια	0,1%	3%	53%

Σημείωση: Τα χαρακτηριστικά του ανέμου είναι αποδεκτά για ανθρώπους που κάθονται για μικρότερες περιόδους, εάν η μέση ταχύτητα του ανέμου των  $5 \text{ m.s}^{-1}$  δεν υπερβαίνεται περισσότερο από 6% του χρόνου. Εάν οι άνθρωποι παραμένουν για μεγαλύτερες περιόδους τα  $5 \text{ m.s}^{-1}$  δεν πρέπει να υπερβαίνονται πάνω από 01% του χρόνου.

### Ανεμολογικά στοιχεία

Ο ελεύθερος, ανεμπόδιστος άνεμος πάνω από την επιφάνεια της γης ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος. Το γεωστροφικό ύψος ποικίλει από περίπου 275 m σε περίπου 500 m, ανάλογα με την τραχύτητα ( $\alpha$ ) της επιφάνειας της γης (Σχήμα 2.4.2.1 και Πίνακας 2.4.2.2).



σχήμα 2.4.2.1

Προφίλ ταχύτητας ανέμου για τρία διαφορετικά είδη περιοχών.

Η τραχύτητα  $\alpha$  είναι μεγαλύτερη σε πυκνοδομημένη πόλη με ψηλά κτίρια

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]



Πίνακας 2.4.2.2

*Γεωστροφικό ύψος και ταχύτητα του εδάφους για τρία είδη περιοχών*  
 [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων  
 Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

Είδος περιοχής	Ύψος (m)	$\alpha$
Επίπεδος ανοιχτός χώρος	275	0,16
Ημιαστική ή δασώδης περιοχή	400	0,28
Πυκνοδομημένη αστική περιοχή	500	0,40

Τα τοπικά ανεμολογικά στοιχεία είναι σημαντικά για την αξιολόγηση των συνθηκών ανέμου σε ανοιχτούς χώρους. Το πιο σημαντικό είναι η ταχύτητα και η διεύθυνση την περίοδο κατά την οποία ο χώρος χρησιμοποιείται. Εάν ένας χώρος χρησιμοποιείται όλο το χρόνο, πρέπει να συλλεχθούν στοιχεία για όλες τις εποχές και για κάθε μήνα εάν υπάρχει διακριτή διαφορά μεταξύ των μηνών τις ίδιες εποχές. Τα στοιχεία του ανέμου συνήθως μετρώνται στα 10 μ. πάνω από το έδαφος σε μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους σε εξοχικές περιοχές. Τα ανεμολογικά χαρακτηριστικά μπορούν να συλλεχθούν από έναν ανεμολογικό άτλαντα – ένα βιβλίο καταγραφής με ροδογράμματα ανέμου για διάφορες περιοχές μιας χώρας, που συχνά υπάρχει στα εθνικά μετεωρολογικά ινστιτούτα. Το ροδόγραμμα ανέμου είναι μια γραφική απεικόνιση των τοπικών ταχυτήτων και διευθύνσεων του ανέμου για μια συγκεκριμένη τοποθεσία και βασίζονται σε μετρήσεις μιας μακράς χρονικής περιόδου.

Μια ταχύτητα ανέμου που μετρείται στο μετεωρολογικό σταθμό σε ύψος 10 μ. σε ανοιχτή επίπεδη περιοχή, μπορούν να αναχθούν σε μια ταχύτητα ανέμου μέσα σε αστική περιοχή για δεδομένο ύψος ( $H$ ), χρησιμοποιώντας τον Πίνακα 2.4.2.3.  $H$  είναι το ύψος πάνω από το έδαφος στην αστική περιοχή και  $S$  είναι η σχέση μεταξύ της ταχύτητας του ανέμου στην αστική περιοχή σε ύψος  $H$  ( $V_H$ ) και της ταχύτητας του ανέμου σε ανοιχτή επίπεδη περιοχή σε ύψος 10 m ( $V_{10}$ ). Έτσι  $S = V_H / V_{10}$ .

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία του Πίνακα 2.4.2.3 ισχύουν μόνο για ύψη πάνω από την αστική περιοχή (πάνω από τις οροφές) και όχι εκεί όπου τοπικά εμπόδια, όπως κτίρια, κυριαρχούν στο περιβάλλον του ανέμου. Έτσι ο πίνακας 2.4.2.3 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των συνθηκών ανέμου πάνω από το ύψος των οροφών στην περιοχή όπου βρίσκεται ο ανοιχτός χώρος και όχι για τον υπολογισμό των ανεμολογικών συνθηκών στην ζώνη των πεζών του χώρου.

Τα  $V_H$  ή  $V_{10}$  μπορούν να αναχθούν σε ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου στο επίπεδο των πεζών χρησιμοποιώντας δοκιμές σε αεροσύραγγα ή εξελιγμένους υπολογισμούς ρευστοδυναμικής σε (CFD). Μια εναλλακτική λύση είναι η χρήση διαγραμμάτων που δείχνουν απλές σχέσεις μεταξύ του  $V_H$  ή του  $V_{10}$  και της ταχύτητας του ανέμου στο επίπεδο των πεζών, τα οποία έχουν προκύψει από εξελιγμένες μετρήσεις ή υπολογισμούς. Πρέπει, όμως, να σημειωθεί ότι δεν συνιστάται η αναγωγή αποτελεσμάτων από μια γενική μελέτη ή από μια συγκεκριμένη

περίπτωση σε άλλο χώρο σε συνθήκες πραγματικού σχεδιασμού. Η πολυπλοκότητα της ροής του ανέμου στο επίπεδο των πεζών σε αστικούς χώρους είναι πολύ μεγάλη και, ακόμα και μικρές αλλαγές στη διαρρύθμιση του χώρου ή της γειτονιάς μπορούν να αλλάξουν δραματικά το μοτίβο του ανέμου στο χώρο. Για το λόγο αυτό πρέπει ο κάθε χώρος να αναλύεται ως ειδική περίπτωση.

Πίνακας 2.4.2.3

*Τιμές  $S = V_H / V_{10}$  για διάφορα ύψη  $H$  for για αστικές και ημιαστικές περιοχές.*

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων

Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

H [m]	S (ημιαστική περιοχή)	S (αστική περιοχή)
10	0.6	0.36
20	0.73	0.47
30	0.82	0.55
40	0.89	0.62
50	0.94	0.68
60	0.99	0.73
70	1.04	0.77
80	1.08	0.82
90	1.11	0.86
100	1.14	0.89
110	1.18	0.93
120	1.21	0.96
130	1.24	0.99
140	1.27	1.02
150	1.29	1.05

Η ταχύτητα αέρα σε ύψος 100m σε μια αστική περιοχή αντιστοιχεί σε 89% της ταχύτητας του αέρα σε ύψος 10m σε ανοιχτή περιοχή

#### ***Επί τόπου μετρήσεις, δοκιμές σε αεροσύραγγα ή προσομοιώσεις***

Για την εκτίμηση της κατανομής του ανέμου σε έναν αστικό ανοιχτό χώρο υπάρχουν διάφορες μέθοδοι. Μπορούν να γίνουν είτε μετρήσεις (επί τόπου υπό πραγματική κλίμακα ή σε αεροσύραγγα) είτε προσομοιώσεις της ροής του αέρα μέσω υπολογιστικού μοντέλου σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι επί τόπου μετρήσεις έχουν το πλεονέκτημα ότι τα αποτελέσματα που παίρνουμε παρουσιάζουν την πραγματική κατάσταση, όπου περιλαμβάνεται η επίδραση όλων των κτιρίων και των εμποδίων. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι έχει υψηλό κόστος καθώς ιδανικά η περίοδος μέτρησης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να καλύπτει τους περισσότερους συχνά εμφανιζόμενους συνδυασμούς ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου και έτσι θα πρέπει να υπάρχει και μεγάλος αριθμός σημείων μέτρησης. Είναι επίσης δύσκολο να αξιολογηθούν νέες σχεδιαστικές λύσεις.

Οι μετρήσεις σε αεροσύραγγα έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να δώσουν αρκετά γρήγορα αξιόπιστα αποτελέσματα για πολλούς συνδυασμούς ταχυτήτων και διευθύνσεων ανέμου. Είναι επίσης δυνατόν να ελεγχθούν οι συνθήκες ανέμου σε νέες περιοχές που είναι ακόμα στο στάδιο του σχεδιασμού και να δοκιμαστούν νέες σχεδιαστικές λύσεις. Παρ' όλα αυτά,

είναι σημαντικό να γίνει χρήση εργαστηρίου που να έχει κατάλληλη εμπειρία και να κατασκευαστεί πολύ ακριβές μοντέλο (μακέτα) της περιοχής και του γύρω περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό οι δοκιμές σε ανεμοσύραγγα μπορεί να είναι χρονοβόρες και ακριβές.

Μια εναλλακτική λύση είναι η δημιουργία υπολογιστικού μοντέλου του χώρου και της γύρω περιοχής και να προσομοιωθεί η ροή του ανέμου – ένα είδος εικονικής αεροσύραγγας. Προγράμματα αυτού του τύπου ονομάζονται προγράμματα Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics ή CFD) και έχουν το πλεονέκτημα ότι μέσω αυτών μπορεί να υπολογιστεί οποιοσδήποτε συνδυασμός ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου και μορφής του χώρου και της γύρω περιοχής. Οι υπολογισμοί όμως απαιτούν μεγάλη ισχύ του ηλεκτρονικού υπολογιστή και είναι σημαντικό ο χρήστης του προγράμματος να έχει εμπειρία στη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος και να μπορεί να αντιλαμβάνεται περίπλοκα προβλήματα ροής του αέρα.

### ***Παράμετροι σχεδιασμού, οδηγίες και λύσεις***

Υπάρχουν πολλές συνολικές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν αξιολογούνται οι συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό αστικό χώρο.

Η γεωγραφική θέση ή η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει ο ανοιχτός χώρος. Είναι κάποια στάθμη ανέμου επιθυμητή ή ανεπιθυμητή; Είναι μια περιοχή όπου αναμένονται υψηλές ταχύτητες ανέμου;

Ο τύπος του χώρου, π.χ. το σχήμα του χώρου και τα χαρακτηριστικά της γύρω περιοχής. Είναι ο χώρος προστατευμένος από τον άνεμο ή βρίσκεται σε μια ανοιχτή περιοχή; Μπορούν τα γύρω κτίρια να επηρεάσουν τις συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό χώρο;

Η τελευταία παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το είδος της χρήσης, π.χ. πως χρησιμοποιείται και για ποιο σκοπό. Το πάρκο είναι παράδειγμα ενός ανοιχτού χώρου όπου οι χρήστες παραμένουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, θέτοντας έτσι υψηλότερες απαιτήσεις ως προς τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν.

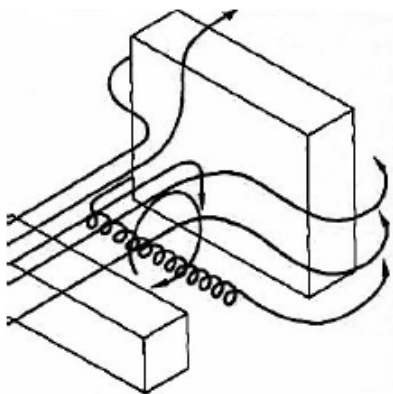
Είναι σημαντικό κάθε χώρος να αντιμετωπίζεται ως ειδική περίπτωση. Για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να δοθούν αναλυτικές οδηγίες για το σχεδιασμό αστικών χώρων. Είναι όμως δυνατόν να δοθούν γενικές οδηγίες ως προς τα θέματα τα οποία θα πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής.

Πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι παρακείμενοι σε κτίρια αρκετά υψηλότερα από το μέσο ύψος της γύρω περιοχής. Τέτοια κτίρια μπορεί να προκαλέσουν δυσάρεστο έντονο κατακόρυφο ρεύμα αέρα (κατά μήκος των όψεων με δυνατή ροή προς τα κάτω) και σε υψηλής ταχύτητας άνεμο γύρω από τις γωνίες του κτιρίου (Σχήμα 2.4.2.2).

Πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι σε ανοιχτή σύνδεση με μακρούς ευθύγραμμους δρόμους. Γραμμικές αστικές δομές όπως κτίρια μπορούν να δημιουργήσουν το 'φαινόμενο του

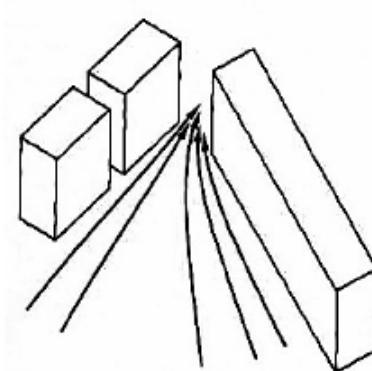
καναλιού' (channel effect), όπου ο άνεμος επιταχύνεται και δημιουργεί δυσάρεστο περιβάλλον. Το φαινόμενο παρατηρείται σε δρόμους μακρύτερους από 100-125 m και θα είναι ακόμα δυσμενέστερο εάν οι δρόμοι σχηματίζουν τούνελ (φαινόμενο Venturi, Σχήμα 2.4.2.3)

Για την προστασία της ζώνης των πεζών από υψηλές ταχύτητες και τύρβη σε έναν αστικό χώρο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανεμοφράχτες είτε συμπαγείς κατασκευές (κτίρια, τοίχοι, κλπ.) (Σχήμα 2.4.2.4) είτε διαπερατές κατασκευές (βλάστηση, ανοιχτοί φράχτες, κλπ.). Συμπαγείς ανεμοφράχτες μπορούν να παρέχουν καλή προστασία κοντά στην κατασκευή, αλλά τείνουν να δημιουργήσουν υψηλές ταχύτητες και τύρβη σε κάποια απόσταση. Για το λόγο αυτό σε πολλές περιπτώσεις είναι προτιμότερη η χρήση διαπερατών ανεμοφραχτών. Η βλάστηση είναι πολύ αποτελεσματική στην εμπόδιση του ανέμου καθώς τα κλαδιά και τα φυλλώματα επιβραδύνουν τον άνεμο χωρίς να δημιουργούν πολλούς στροβιλισμούς (Σχήμα 2.4.2.5). Μελέτες έδειξαν ότι ελαφρώς κλειστές σειρές φυτών δίνουν την καλύτερη και πιο ομοιογενή προστασία (50-65% επιφάνεια ανοίγματος).



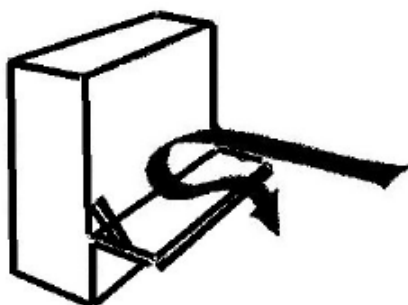
σχήμα 2.4.2.2

Ροή ανέμου γύρω από ένα ψηλό και ένα χαμηλό κτίριο.



σχήμα 2.4.2.3

Ειδική περίπτωση του φαινομένου του καναλιού (channel effect) – Το φαινόμενο Venturi.



σχήμα 2.4.2.4

Παράδειγμα μέτρου προστασίας κατά της κατακόρυφης ροής του αέρα βεράντα στη βάση ψηλού κτιρίου.



σχήμα 2.4.2.5

Η βλάστηση ως ανεμοφράχτης

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

### 2.4.3 Αρχές σχεδιασμού και εφαρμογές

Η ανάπτυξη ενός υφιστάμενου ανοιχτού χώρου ή ο σχεδιασμός ενός νέου εξασφαλίζουν την ευκαιρία για βελτίωση των συνθηκών άνεσης στον υπαίθριο χώρο. Οι πιθανές λύσεις στα συγκεκριμένα προβλήματα που επιδέχεται ένας τέτοιος χώρος είναι απεριόριστες, ανάλογα με την τοπική μορφολογία, το κλίμα και την αισθητική φύση της σχεδιαστικής πρότασης. Ανεξάρτητα από την ποικιλία των λύσεων, υπάρχουν συγκεκριμένα θέματα τα οποία ο μελετητής θα πρέπει να λάβει υπόψη του ώστε να επιτύχει στην παροχή ενός ελκυστικού και άνετου περιβάλλοντος.

Το πρώτο θέμα που προκύπτει στη διαδικασία σχεδιασμού είναι το προφίλ της εποχιακής χρήσης του ανοιχτού χώρου. Με εξαίρεση την ακουστική άνεση, η οποία δεν επηρεάζεται από την εποχή του χρόνου, η οπτική και κυρίως η θερμική άνεση, απαιτούν διαφορετικές προσεγγίσεις, ώστε να επιτευχθεί ένα ήπιο και ευχάριστο περιβάλλον, σε σχέση με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Όσον αφορά τη θερινή περίοδο, για την επίτευξη της άνεσης είναι απαραίτητος ο έλεγχος της θερμοκρασίας. Ιδιαίτερα σε νότια γεωγραφικά πλάτη, η σκίαση είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και σημαντική παράμετρος οπτικής άνεσης. Για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλία σκιάστρων ή τύπων βλάστησης, ανάλογα με την επιθυμητή μορφή σκιάς. Κατακόρυφα ή κεκλιμένα στοιχεία σκίασης όπως τοίχοι, πετάσματα ή θάμνοι είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη δυτική πλευρά του οικοπέδου, παίρνοντας υπόψη πιθανούς περιορισμούς που μια τέτοια κατασκευή μπορεί να δημιουργήσει στον αερισμό του υπαίθριου χώρου (Σχήμα 2.4.3.1). Μια παρόμοια μορφή σκίασης μπορεί να επιτευχθεί με δέντρα, με το πλεονέκτημα του δροσισμού του αέρα, χωρίς να εμποδίζει την έκθεση στο χειμερινό ήλιο (Σχήμα 2.4.3.2). Οριζόντια σκιάστρα, όπως πέργκολες, μπορούν να παρέχουν σκιά για περισσότερες ώρες την ημέρα και είναι χρήσιμα για τη σκίαση μονοπατιών και εν γένει, χώρων με επιμήκη διάταξη όπως πεζόδρομοι (Σχήμα 2.4.3.3). Θα πρέπει όμως να κατασκευάζονται έτσι ώστε να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός θερμού αέρα κάτω από την επιφάνεια του σκιάστρου.

Η κατεύθυνση των ανέμων (Wind channelling) το καλοκαίρι προς τον χώρο είναι σημαντική για την απαγωγή της θερμότητας από τον ανοιχτό χώρο. Για την ανακατεύθυνση του αέρα προς ορισμένες περιοχές του ανοιχτού χώρου μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατακόρυφα πετάσματα ή βλάστηση. Επί πλέον, επιφάνειες νερού όπως λεπτά στρώματα τρεχούμενου νερού, καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια μπορούν να συνεισφέρουν στο δροσισμό του αέρα, σε συνδυασμό με τις τεχνικές αερισμού.

Τα υλικά των επιφανειών αποτελούν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τόσο το θερμικό όσο και το οπτικό περιβάλλον. Ανοιχτά χρώματα και ανακλαστικές επιφάνειες μπορεί να αποτρέψουν την υπερθέρμανση των επιφανειών, αλλά μπορεί να δημιουργήσουν θάμβωση και ανάκλαση της θερμότητας προς τους χρήστες του χώρου και τις επιφάνειες των γύρω κτιρίων.

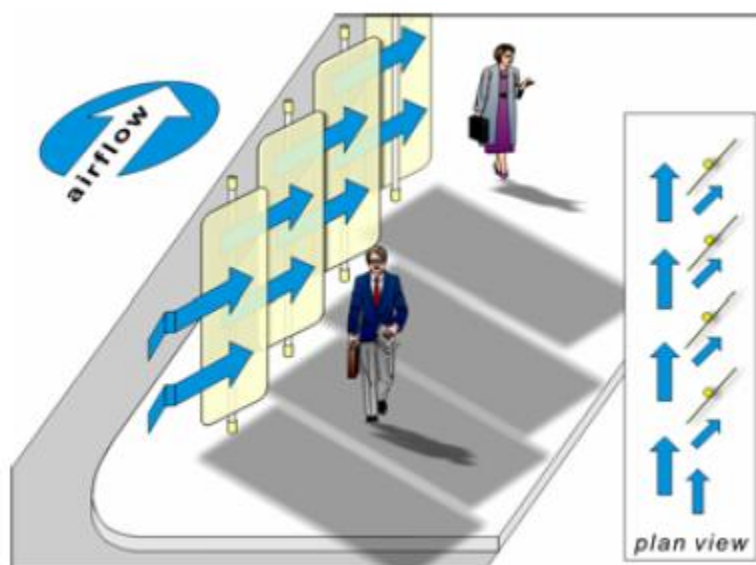
Αντιθέτως, σκουρόχρωμες επιφάνειες μπορεί να υπερθερμανθούν, όταν εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επικάλυψη επιφανειών με βλάστηση όχι μόνο εμποδίζει τις ανακλάσεις, αλλά και συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω εξατμισοδιαπνοής.

Το χειμώνα, ο βασικός στόχος του σχεδιασμού είναι η προστασία του ανοιχτού χώρου από τον κρύο αέρα και τη βροχή και η δυνατότητα έκθεσής του στον ήλιο. Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα είναι αυτό των «βυθισμένων» υπαίθριων χώρων (Σχήμα 2.4.3.4). Σε συνδυασμό με άλλα μέτρα, μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικοί για την ανεμοπροστασία, καθώς αφήνουν τον άνεμο να περνάει από πάνω τους. Φυλλοβόλα δέντρα επιτρέπουν την έκθεση στον ήλιο, αλλά τα αιθαλή είναι αποδοτικά ως ανεμοφράκτες (Σχήμα 2.4.3.5). Οι κοινωνικές επιπτώσεις όμως μιας τέτοιας λύσης θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά.

Σχετικά με τον περιορισμό του θορύβου η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φράγμα ήχου, παράλληλα με τη χρήση της για σκίαση ή προστασία από τον άνεμο. Βυθισμένοι ανοιχτοί χώροι είναι επίσης αποτελεσματικοί στη μείωση του θορύβου.

Συνοψίζοντας, δεν υπάρχουν μονοσήμαντα μέτρα, καθώς κάθε λύση προς μια κατεύθυνση επηρεάζει άλλες παραμέτρους άνεσης. Η σχεδιαστική πρόταση θα πρέπει να έχει μια συνδυαστική ολοκληρωμένη μορφή λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους άνεσης και τα ειδικά μορφολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας.

[Πηγή παρ. 2.4 Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]



σχήμα 2.4.3.1

Για τη σκίαση και τη διοχέτευση ανέμου κατά το καλοκαίρι ή για εμπόδιση του ανέμου το χειμώνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πετάσματα.

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]



σχήμα 2.4.3.2

Δέντρα με πυκνά φυλλώματα μπορούν να λειτουργήσουν ως ανεμοφράγματα το χειμώνα όταν τοποθετούνται στην πλευρά του επικρατούντος ανέμου.



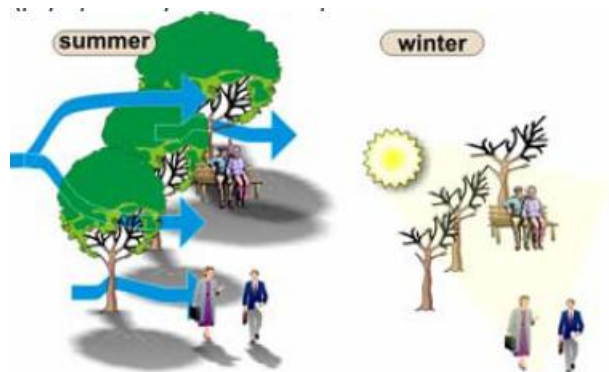
σχήμα 2.4.3.3

Στοιές κατά μήκος πεζοδρόμων παρέχουν σκιά και προστασία από τη βροχή.



σχήμα 2.4.3.4

«Βυθισμένοι» ανοιχτοί χώροι είναι ενδιαφέρουσα λύση για την προστασία από το θόρυβο και από τον άνεμο. Ψηλά συστήματα σκιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς να διακόπτουν τη θέα πέρα από αυτά.



σχήμα 2.4.3.5

Φυλλοβόλα δέντρα προσφέρουν σκιά το καλοκαίρι και, αν επιλεγούν κατάλληλα μπορούν να ενισχύσουν το δροσισμό με εξατμισοδιαπνοή. Το χειμώνα επιτρέπουν τον ηλιασμό του χώρου.

[πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

---

*Παρουσίαση του προγράμματος*



### 3.1 Τι είναι το ENVI-met

Το ENVI-met είναι πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή σχεδιασμένο για την ανάλυση της μικρής κλίμακας αλληλεπιδράσεων μεταξύ του αστικού σχεδιασμού και του μικροκλίματος με τη βοήθεια ενός τρισδιάστατου μοντέλου.

Το πρόγραμμα συνδυάζει τον υπολογισμό των παραμέτρων της ρευστοδυναμικής, όπως η ροή αέρα και των αναταράξεων των θερμοδυναμικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια του εδάφους, σε τοίχους και οροφές ή σε φυτά.

Με μια τυπική οριζόντια ανάλυση μεταξύ 0.50 m και 10.00 m και ένα τυπικό χρονικό διάστημα των 24 έως 48 ωρών, με χρονικό βήμα 10 sec κατ' ανώτατο όριο, το πρόγραμμα είναι σε θέση να προσομοιώσει ακόμα και πολύπλοκα γεωμετρικά σχήματα, όπως βεράντες ή μπαλκόνια.

Το ENVI-met είναι ένα δωρεάν λογισμικό που βασίζεται σε διαφορετικές επιστημονικές ερευνητικές εργασίες και ως εκ τούτου είναι υπό συνεχή ανάπτυξη.

[Πηγή παρ. 3.1 Michael Bruse & Team. [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)]

### 3.2 Θεωρητικά στοιχεία

#### 3.2.1 Η ατμόσφαιρα

##### *Πεδίο ανέμου*

Στην προσεγγιστική μη υδροστατική μορφή Boussinesq χρησιμοποιούνται οι τρισδιάστατες εξισώσεις Navier-Stokes, με τη συμπερίληψη καταβόθρων (sink terms) για οπισθέλκουσες δυνάμεις σε στοιχεία βλάστησης. Από τις εξισώσεις έχει αφαιρεθεί η διαταραχή πίεσης και έχει υπολογιστεί ένα βοηθητικό πεδίο ταχύτητας. Η διατήρηση μάζας ικανοποιείται με τη διόρθωση του βοηθητικού πεδίου από μια επαναληπτική λύση της εξίσωσης Poisson και διορθώσεις στα όρια εκροής. Η ροή ενημερώνεται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Το ENVI-met υποστηρίζει επίσης υπολογισμό ροής σε πραγματικό χρόνο (real-time), κάτι που σημαίνει ότι το πεδίο ροής αντιμετωπίζεται ως μια τυπική προγνωστική μεταβλητή και υπολογίζεται σε κάθε βήμα. Λόγω των πολύ μικρών χρονικών βημάτων που απαιτούνται εδώ, αυτός ο τρόπος υπολογισμού απαιτεί εξαιρετικά ισχυρούς υπολογιστές.

##### *Θερμοκρασία και υγρασία*

Η μεταφορά και διάχυση θερμοκρασίας και υγρασίας υπολογίζεται με τη χρήση του πεδίου ανέμου που υπολογίστηκε προηγουμένως. Η επιφάνεια και βλάστηση του εδάφους συμπεριλαμβάνεται με τη χρήση μιας πηγής/καταβόθρας και στις δύο εξισώσεις, ενώ τα τοιχώματα κτιρίων δρουν μόνο ως πηγή/καταβόθρα για τη θερμοκρασία.

### ***Τύρβη και τυρβώδης κινητική ενέργεια***

Η τύρβη υπολογίζεται με τη χρήση της κλειστότητας E-έψιλον τάξης 1,5 (μοντέλο “E-epsilon” ή “k-epsilon”). Για την προσομοίωση της κατανομής της τυρβώδης ενέργειας χρησιμοποιούνται δύο προγνωστικές εξισώσεις με σκοπό την παραγωγή και την απώλεια τυρβώδους ενέργειας. Οι συντελεστές ανταλλαγής στον αέρα υπολογίζονται με χρήση της σχέσης Prandtl-Kolmogorov. Σε συνθήκες χαμηλών ανέμων, αντί του μοντέλου E-έψιλον (το οποίο συχνά αποτυγχάνει κάτω από τέτοιες καταστάσεις), μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο ανάμιξης 1ης τάξης. Από την Έκδοση 2.5 και μετά έχουν προστεθεί βελτιωμένες δυνατότητες αντιμετώπισης προβλημάτων, οι οποίες περιορίζουν τον αριθμό των προβλημάτων στο μοντέλο τύρβης ακόμα και κάτω από δύσκολες ατμοσφαιρικές συνθήκες.

### **3.2.2 Το εδαφικό σύστημα**

#### ***Θερμοκρασία και ροή υδάτων μέσα στο έδαφος***

Τόσο για φυσικά εδάφη όσο και για υλικά τεχνητής μόνωσης υπολογίζεται η κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας και του ύδατος. Για κάθε κατακόρυφο κελί του πλέγματος μπορεί να επιλεγεί ένα διαφορετικό υλικό εδάφους ώστε να προσομοιωθούν διαφορετικά είδη αστικού εδάφους. Η ροή των υδάτων στο εσωτερικό φυσικών εδαφών υπολογίζεται με χρήση των μαθηματικών τύπων των Clapp και Hornberger. Οι υδραυλικές εξισώσεις περιλαμβάνουν μια καταβόθρα για λήψη ύδατος από ρίζες φυτών. Οι θερμοδυναμικές ιδιότητες του εδάφους υπολογίζονται αφού ληφθεί υπόψη η πραγματική περιεκτικότητα σε νερό.

#### ***Υδατικά σώματα***

Τα υδατικά σώματα αναπαρίστανται ως ένας ειδικός τύπος εδάφους. Στις διεργασίες που υπολογίζονται μέσα στο νερό περιλαμβάνεται η μετάδοση και απορρόφηση ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων. Δεν χρησιμοποιείται δεύτερη ισορροπία ενέργειας για την επιφάνεια εδάφους της υδατικής περιοχής, και συνεπώς η θέρμανση ρηχών συστημάτων είναι μικρότερη από ό,τι σε πραγματικές συνθήκες όπου η κύρια πηγή ενέργειας είναι η μεταγωγή θερμότητας από την υδατική επιφάνεια του εδάφους και όχι η απορρόφηση ακτινοβολίας. Επιπλέον, το μοντέλο δεν περιλαμβάνει ανάμιξη τύρβης, με αποτέλεσμα να περιορίζεται σε στάσιμα νερά (π.χ. λίμνες). Η παραμετροποίηση του ύδατος θα επεκταθεί σε μεταγενέστερο στάδιο με ανάμιξη τύρβης (ωκεανοί). Επί του παρόντος, το μοντέλο δεν είναι σε θέση να υπολογίσει εξειδικευμένες χρήσεις ύδατος (π.χ. συντριβάνια).

### **3.2.3 Η βλάστηση**

#### ***Θερμοκρασία φυλλωμάτων***

Η μέση θερμοκρασία των φύλλων σε ένα κελί υπολογίζεται με την επίλυση της ισορροπίας ενέργειας της επιφάνειας των φύλλων σε σχέση με τις πραγματικές μετεωρολογικές συνθήκες και τις φυσιολογικές συνθήκες των φυτών. Ροές τύρβης της θερμότητας και των ατμών υπολογίζονται από το δεδομένο πεδίο ανέμου και τη γεωμετρία του φυτού (δείτε επόμενη

ενότητα). Ο υπολογισμός των ακτινοβόλων ροών περιλαμβάνει τη σκίαση, απορρόφηση και θωράκιση της ακτινοβολίας, καθώς και την επανάληψή της από άλλα επίπεδα του φυτού.

#### ***Ανταλλαγή θερμότητας, ύδατος, και ατμών με αέρα στο εσωτερικό των φυλλωμάτων***

Η ανταλλαγή αερίων και θερμότητας μεταξύ της βλάστησης και της ατμόσφαιρας ελέγχεται από την τοπική ισορροπία ενέργειας που καθοδηγεί τη θερμοκρασία των φύλλων και από την αγωγιμότητα των πόρων των φύλλων η οποία ελέγχει την ανταλλαγή αερίων (ατμών και CO<sub>2</sub>). Η πραγματική αγωγιμότητα των πόρων ενός φυτού αποτελεί μια σύνθετη λειτουργία που εξαρτάται από εξωτερικές μετεωρολογικές συνθήκες (θερμοκρασία αέρα, διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, και πολλές άλλες) καθώς και από φυσιολογικές διεργασίες των φυτών (ρυθμό φωτοσύνθεσης, ζήτηση CO<sub>2</sub>, σταθερότητα CO<sub>2</sub>). Το ENVI-met χρησιμοποιεί ένα εξελιγμένο μοντέλο για την προσομοίωση της συμπεριφοράς των πόρων στη βλάστηση. Για τον ορισμό του ύψους και του σχήματος ενός φυτού, το μοντέλο χρησιμοποιεί τυπικές κανονικοποιημένες συναρτήσεις (προφίλ πυκνότητας επιφάνειας φύλλων, προφίλ πυκνότητας επιφάνειας ριζών) οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε επιφάνειες με γρασίδι όσο και σε δέντρα πολύ μεγάλου μεγέθους.

#### ***Εκτροπή και μεταφορά ύδατος***

Το νερό σε υγρή μορφή επάνω στα φύλλα επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τις διεργασίες εξάτμισης του φυτού. Η συγκέντρωση ύδατος στα φύλλα, η απορρόφηση βροχής, και η μεταφορά μεταξύ διαφορετικών επιπέδων της επιφάνειας του εδάφους λόγω της βαρύτητας αντιμετωπίζονται ως ένα ανεξάρτητο σύστημα μέσα στο μοντέλο.

### **3.2.4 Οι επιφάνειες**

#### ***Επιφάνεια εδάφους***

Στην επιφάνεια του εδάφους υπολογίζονται οι τιμές ενέργειας. Τα αποτελέσματα είναι η θερμοκρασία και η υγρασία επιφανείας καθώς και οι ροές της αντιληπτής και της λανθάνουσας θερμότητας. Η επιφάνεια εδάφους και τα τοιχώματα χρησιμοποιούνται ως οριακές συνθήκες για το ατμοσφαιρικό μοντέλο (επιφάνεια εδάφους και τοιχώματα) και για το μοντέλο εδάφους (επιφάνεια εδάφους).

#### ***Θερμοκρασία και ανταλλαγή θερμότητας τοιχωμάτων/οροφών***

Για κάθε κελί του πλέγματος υπολογίζεται η θερμοκρασία των τοιχωμάτων και των οροφών σε σχέση με τον προσανατολισμό της επιφάνειας, το συντελεστή ανάκλασης (albedo), και την ανταλλαγή θερμότητας με τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτηρίου. Η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των τοίχων/οροφών και της ατμόσφαιρας μπορεί να υπολογιστεί με τη χρήση του πεδίου ανέμου, της θερμοκρασίας εδάφους, και της τοπικής τύρβης.

### 3.2.5. Βιομετεωρολογία

#### Τιμή PMV

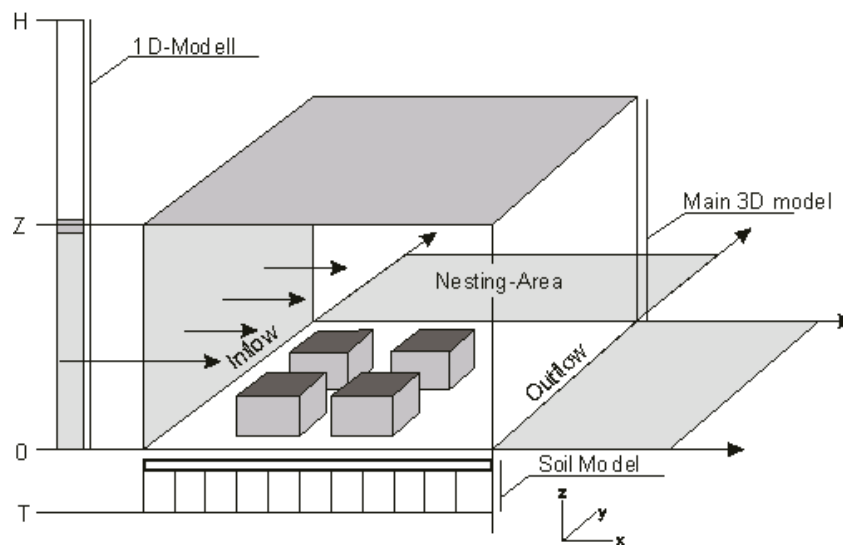
Ο Μέσος Αναμενόμενος Θερμικός Δείκτης (*Predicted Mean Vote*) ορίστηκε από τον Fanger (1972). Συσχετίζει την (απλή) ισορροπία ενέργειας του ανθρώπινου σώματος με την θερμική άνεση ενός ατόμου. Συνήθως η τιμή PMV κυμαίνεται μεταξύ -4 (πολύ ψυχρό) και +4 (πολύ θερμό), καθώς όμως σχετίζεται με την ισορροπία ενέργειας μπορεί επίσης να λάβει υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές. Το ENVI-met χρησιμοποιεί μια ειδική προσαρμογή του μοντέλου PMV για συνθήκες εξωτερικού χώρου η οποία οφείλεται στον Jendritzky/DWD (δείτε [http://www.dwd.de/services/gfmm/gfmm\\_kmm.html](http://www.dwd.de/services/gfmm/gfmm_kmm.html)).

[Πηγή παρ. 3.2 Michael Bruse & Team. [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)]

## 3.3 Παρουσίαση του προγράμματος

### 3.3.1 Διάταξη μοντέλου

Για την κατανόηση της λειτουργίας του προγράμματος πρέπει να γνωρίζουμε ποια είναι η διάταξη του μοντέλου όπου με τη βοήθεια του θα γίνει η προσομοίωση.



σχήμα 3.3.1.1

Σχηματική απεικόνιση της διάταξης μοντέλου  
[πηγή Michael Bruse & Team. [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)]

**Main 3D model:** Το κύριο μοντέλο (3D) είναι σχεδιασμένο σε τρεις διαστάσεις με δύο οριζόντιες (x και y) και μία κατακόρυφη (z). Μέσα σε αυτό το κύριο μοντέλο είναι τα χαρακτηριστικά στοιχεία που αντιπροσωπεύουν την περιοχή του ενδιαφέροντος όπου τοποθετούνται τα κτίρια, η βλάστηση και η επιφάνειες του εδάφους.

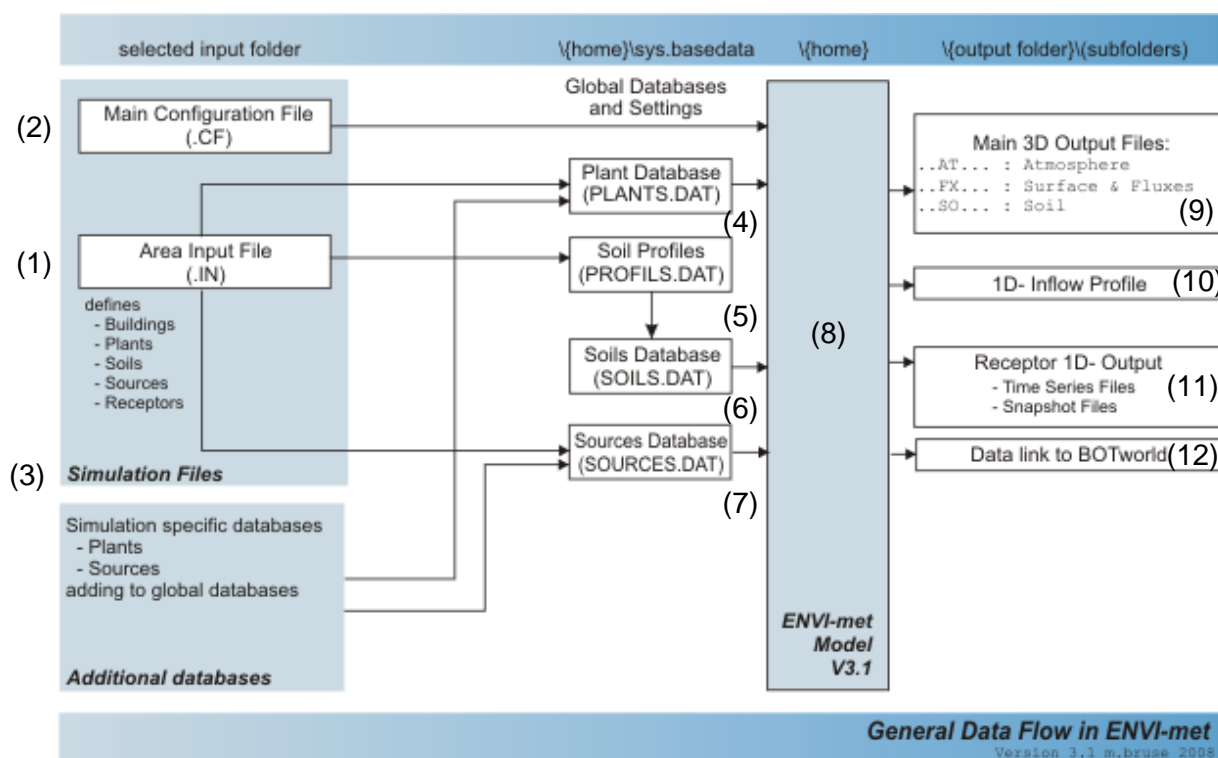
**1D model:** Για να καταστεί δυνατή μια ακριβή προσομοίωση των διεργασιών του οριακού στρώματος (είναι το κατώτερο στρώμα της τροπόσφαιρας το οποίο επηρεάζεται ευθέως από την παρουσία του εδάφους μέσω της τυρβώδους ροής της θερμότητας) είναι αναγκαίο να επεκταθεί το μοντέλο μέχρι το ύψος των 2500 m. Καθώς δεν είναι δυνατή αυτή η επέκταση του 3D

μοντέλου, υπάρχει ένα μοντέλο (1D) μίας διάστασης (της z) το οποίο αναλαμβάνει τον υπολογισμό από την κορυφή του 3D μοντέλου μέχρι το συνολικό ύψος των 2500 m. Επιπλέον το 1D μοντέλο παρέχει το κατακόρυφο προφίλ για τη ροή στα όρια του 3D μοντέλου.

**Nesting Area:** Η περιοχή ένθεσης (Nesting Area) αποτελείται από ζώνες που περιβάλλουν το 3D μοντέλο. Η χρήση της επιτρέπει να μετακινήσουμε τα σύνορα του μοντέλου μακριά από τον πυρήνα χωρίς σπατάλη κελιών υπολογισμού.

**Soil model:** Το μοντέλο του εδάφους (soil model) είναι αναγκαίο για να υπολογιστεί η μεταφορά θερμότητας από την επιφάνεια στο έδαφος και αντίστροφα. Επίσης η πληροφορίες σχετικά με το διαθέσιμο νερό στο εσωτερικό του εδάφους είναι απαραίτητες για την εκτίμηση της μέγιστης διαπνοής της βλάστησης και το διαθέσιμο νερό στην επιφάνεια του εδάφους.

### 3.3.2 Διάγραμμα Ροής προγράμματος:



σχήμα 3.3.2.1  
Ροή δεδομένων στο ENVI-met V3.1  
[ πηγή Michael Bruse & Team. www.envi-met.com]

#### (1) Area Input File (.IN) – αρχείο εισόδου

Είναι τα αρχεία με επέκταση .in όπου εκεί προσδιορίζουμε:

- Τη θέση και το ύψος των κτιρίων.
- Τη θέση των φυτών.
- Τα υλικά των επιφανειών και το είδος του εδάφους.
- Τη θέση των πηγών (εκπομπής σωματιδίων, άνθρακα κ.α.).

- Τη θέση των υποδοχέων (receptors) με την βοήθεια των οποίων θα παίρνουμε μετρήσεις (θερμοκρασίας κ.α.) ανά κάποιο χρονικό διάστημα που θα ορίσουμε.

- Τις συνδέσεις δεδομένων, δηλαδή από ποιες βάσεις δεδομένων (βλέπε 3) θα παίρνουν τα χαρακτηριστικά τους οι πηγές και τα φυτά που έχουμε ορίσει στη περιοχή μας.

- Τη γεωγραφική θέση του μοντέλου στη γη

Όπως είναι λογικό τα αρχεία αυτά τα δουλεύουμε σε ένα γραφικό περιβάλλον.

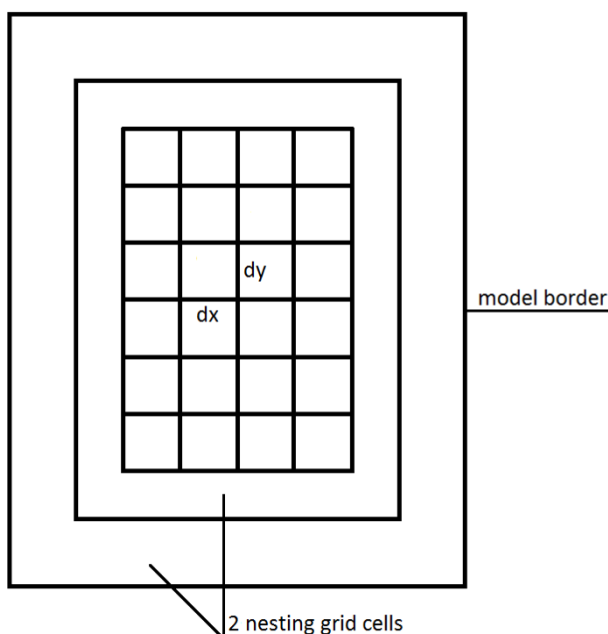
Πριν ξεκινήσουμε όμως να εισάγουμε τα δεδομένα μας πρέπει να ορίσουμε τις διαστάσεις του μοντέλου μας (x,y,z) καθώς και το μέγεθος της ανάλυσης (0.50 m - 10.00 m) που θα δουλέψουμε.

Ας δούμε πως μπορούμε να το κάνουμε αυτό.

Για να χρησιμοποιήσουμε ένα αριθμητικό μοντέλο, θα πρέπει η περιοχή του ενδιαφέροντος να μειωθεί σε κυψελίδες (κελιά). Όσο μικρότερα κελιά, τόσο υψηλότερη είναι η ανάλυση του μοντέλου. Από την άλλη πλευρά, όσο μικραίνουν τα κελιά αυξάνεται ο αριθμός που απαιτείται για να καλύψουν μια ορισμένη περιοχή.

Για παράδειγμα, μια περιοχή 100 x 100 m μπορεί να χωριστεί σε ένα πλέγμα 100 x 100 κυττάρων μεγέθους 1.00 x 1.00 m το κάθε ένα (x,y-grids=100, dx,y=1.00m) ή μπορεί να χωριστεί σε ένα πλέγμα 20 x 20 κυττάρων μεγέθους 5.00 x 5.00 m το καθένα (x,y-grids=20, dx,y=5.00m). Για κάθε προσομοίωση, πρέπει να βρεθεί μια συμβιβαστική λύση μεταξύ της ακρίβειας και του μεγέθους του μοντέλου (δηλαδή του χρόνου επίλυσης).

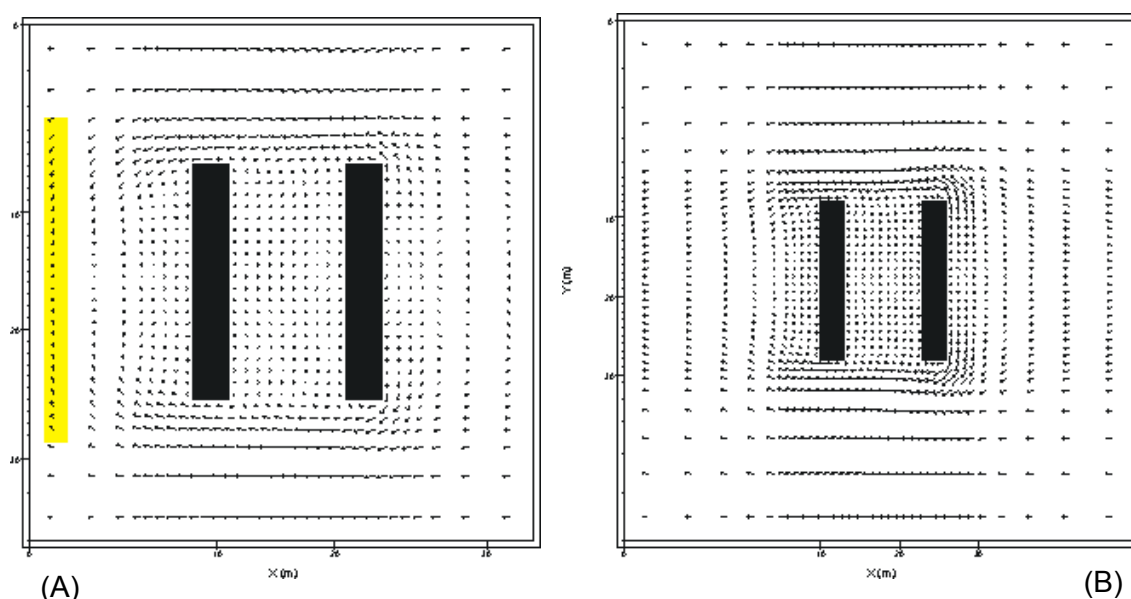
Δεν πρέπει να ξεχνάμε και τον αριθμό των ζωνών (nesting grids) της περιοχής ένθεσης.



σχήμα 3.3.2.2  
Σχηματική απεικόνιση της περιοχής ένθεσης

Όσο πιο πολλά nesting grids χρησιμοποιούμε, τόσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα ότι θα έχουμε προβλήματα αριθμητικής επειδή ένα ή περισσότερα από τα όρια του μοντέλου θα διαταραχθούν από την εσωτερική δυναμική του.

Στην εικόνα 1.3.2.1 βλέπουμε ένα παράδειγμα για το πεδίο ροής γύρω από δύο κτίρια. Η ροή εισέρχεται το μοντέλο από τη δεξιά πλευρά. Στο σχήμα A όπως μπορείτε να δείτε, η επιρροή των δύο κτιρίων επί του πεδίου ροής, ιδίως στα υπήνεμα (αριστερά) εκτείνεται μέχρι τα όρια του μοντέλου, ενώ στο σχήμα B τα σύνορα του μοντέλου είναι πιο μακριά από την κεντρική περιοχή και το πεδίο ροής έχει αποκατασταθεί στην πιο απλή δομή του καθώς “χτυπά” τα σύνορα του μοντέλου.



εικόνα 3.3.2.1

Σχήμα A: Ροή γύρω από δύο κτίρια με 3 ζώνες στη περιοχή ένθεσης  
Σχήμα B: (βελτίωση) Ροή γύρω από δύο κτίρια με 5 ζώνες στη περιοχή ένθεσης  
[ πηγή Michael Bruse & Team. [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)]

Τι γίνεται με την τρίτη διάσταση, το ύψος του μοντέλου?

Εάν έχουμε ένα κτίριο 30.00 m στο μοντέλο μας και επιλέξουμε 10 στρώματα με ύψος 2.00 m το καθένα ( $z$ -grids=10,  $dz=2.00$ m), το συνολικό ύψος του μοντέλου θα είναι 20 m και το κτίριο μας θα φαίνεται 10.00 m έξω από το μοντέλο. Αυτό είναι, φυσικά, δεν είναι αποδεκτό. Με 20 στρώματα με 2.00 m το καθένα ( $z$ -grids=20,  $dz=2.00$ m) το συνολικό ύψος του μοντέλου θα είναι 40 m, με την πρώτη ματιά, αυτό φαίνεται να αρκεί, αλλά: αριθμητικά η ροή του αέρα πρέπει να στριμωχτεί στη διαφορά των 10.00 m μεταξύ της οροφής του κτιρίου και του ορίου του μοντέλου. Αυτό θα οδηγήσει σε αποτελέσματα αεροχειμάρρου που δεν έχουν καμία σχέση με την πραγματική φύση.

Το συνολικό ύψος σε μέτρα πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο φορές το ύψος του ψηλότερου δομής (ειδικά αν πρόκειται για ένα κτίριο) και τουλάχιστον 30.00 μέτρων συνολικά!

Άλλο ένα θέμα που μας απασχολεί είναι η μορφή που θα έχει το κατακόρυφο δίκτυο των στρωμάτων.

Υπάρχουν τέσσερις μορφές δικτύων:

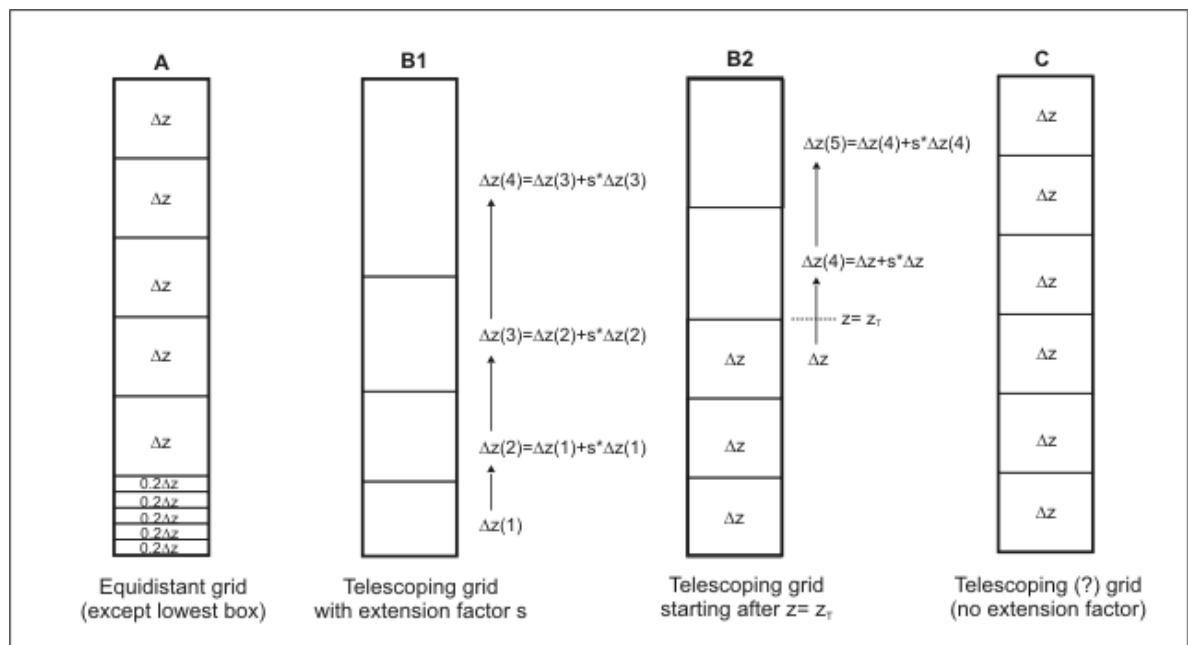
A. Equidistant: όλα τα στρώματα έχουν το ίδιο ύψος. Μόνο το χαμηλότερο στρώμα χωρίζεται σε 5 υπόστρώματα με  $dz_s = 0.2 \times dz$ . Στο Area Input File, εισάγουμε το  $dz$ . Αυτό το δίκτυο το χρησιμοποιούμε εάν το μοντέλο έχει περιορισμένο ύψος και οι διαδικασίες σε όλα τα ύψη έχουν σχεδόν το ίδιο ενδιαφέρον.

B1. Telescoping: το δίκτυο αυτό καλύπτει πολύ μεγαλύτερο ύψος και χρησιμοποιείται εάν το μοντέλο έχει υψηλά αντικείμενα (π.χ. ουρανοξύστες) που πρέπει να συμπεριληφθούν, αλλά οι διεργασίες στα ανώτερα τμήματα του μοντέλου έχουν λιγότερο ενδιαφέρον. Στο Area Input File καθορίζουμε το ύψος του κατώτερου στρώματος ( $dz_{start}$ ) και το ποσοστό της αύξησης του ύψους του επόμενου στρώματος ( $s$ ), το ύψος των επόμενων στρωμάτων υπολογίζεται με τον τύπο:

$$dz(k) = [1 + (s/100)]^{k-1} \cdot dz_{start} \quad \max s = 20\%$$

B2. Telescoping: μπορείτε επίσης να καθορίσετε ένα συγκεκριμένο ύψος ( $z_t$ ), όπου η αύξηση του ύψους των στρωμάτων θα ξεκινήσει μετά από αυτό. Όλα τα στρώματα κάτω από το όριο αυτό θα είναι καταναμημένα με σταθερό  $dz_{start}$ .

C. Telescoping χωρίς αύξηση ( $s$ ): εάν στο δίκτυο B ορίσουμε το  $s=0$  τότε όλα τα στρώματα έχουν το ίδιο ύψος.



σχήμα 3.3.2.3  
Μορφές κατακόρυφου δικτύου  
[πηγή Michael Bruse & Team. www.envi-met.com]

Έτσι τελικά αν έχουμε ορίσει στη περιοχή του μοντέλου μας  $x$ -grids=50,  $y$ -grids=50,  $z$ -grids=25, μορφή κατακόρυφου δικτύου Equidistant και nesting grids=4, θα πρέπει να τρέξουμε το μοντέλο μας σε version 60x60x30 γιατί οριζόντια θα έχουμε  $x,y$ -grids=50+8 (λόγω nesting grids)=58 και  $z$ -grids=25+5=30 (λόγω του κατώτερου στρώματος που χωρίζεται σε 5).



Όπως αναφέρεται παραπάνω αυξάνοντας των αριθμό των κυψελίδων, αυξάνεται το μέγεθος του μοντέλου μας άρα και οι απαιτήσεις σε χρόνο μνήμη υπολογιστή, πιο συγκεκριμένα οι απαιτήσεις είναι:

Για πάνω από:	80x80 grids:	128 MByte
	100x100 grids:	256 MByte
	200x200 grids:	512 MByte
	250x250 grids:	1 GByte

## **(2) Main Configuration File (.CF) – αρχείο εισόδου**

Είναι τα αρχεία με επέκταση .cf όπου εκεί προσδιορίζουμε τις ρυθμίσεις της προσομοίωσης μας, δηλαδή:

A) Τις βασικές (MAIN-DATA):

- 01 Το όνομα της προσομοίωσης.
- 02 Το Area Input File που θα χρησιμοποιήσουμε.
- 03 Το όνομα που θα χρησιμοποιηθεί για τα αρχεία εξόδου (βλέπε 10 έως 13).
- 04 Τη θέση στο δίσκο μας στην οποία θα αποθηκευτούν τα αρχεία εξόδου.
- 05,06,07 Ημερομηνία, ώρα έναρξης και συνολικό χρόνο προσομοίωσης.
- 08 Το χρονικό διάστημα ανά το οποίο το μοντέλο θα “σώζεται” δίσκο.
- 09,11 Ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου.
- 10 Τραχύτητα εδάφους
- 12,13,14 θερμοκρασία, ειδική και σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα

Πίνακας 3.3.2.1  
MAIN-DATA

00:%-----ENVI-met Configuration File V3.0	
00:%-----	
00:%MAIN-DATA	
01:Name for Simulation (Text):	=Simple Example
02:Input file Model Area	=C:\mysim\input\street.in
03:Filebase name for Output (Text):	=StreetA
04:Output Directory:	=C:\mysim\results\StreetA
05:Start Simulation at Day (DD.MM.YYYY):	=23.06.1998
06:Start Simulation at Time (HH:MM:SS):	=06:00:00
07:Total Simulation Time in Hours:	=24.00
08:Save Model State each ? min	=60
09:Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]	=3
10:Roughness Length z0 for Reference Point	=0.1

11:Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)	=225
12:Initial Temperature Atmosphere [K]	=293
13:Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]	=7
14:Relative Humidity in 2m [%]	=50

B) Τις λοιπές όπου εκεί καθορίζουμε:

[POSITION]: τη θέση της περιοχής στη γη, (δεν είναι απαραίτητο αφού στη V3.1 το καθορίσουμε στο Area Input File).

-01 Γεωγραφικό μήκος.

-02 Γεωγραφικό πλάτος.

-03 Γεωγραφικό μήκος όπου βρίσκεται η τοπική ώρα ζώνης.

#### Πίνακας 3.3.2.2 Section POSITION

00:[POSITION] _____	
01:Longitude (+:east -:west) in dec. deg:	=7.50
02:Latitude (+:northern -:southern) in dec.deg:	=53.00
03:Longitude Time Zone Definition:	=15.00

[SOILDATA]: τις αρχικές τιμές της θερμοκρασίας και τις υγρασίας του εδάφους.

-01,02,03 Αρχική θερμοκρασία εδάφους για τα 3 στρώματα (επιφανειακό, μεσαίο, βαθύ).

-04,05,06 Σχετική υγρασία του εδάφους για τα 3 στρώματα.

#### Πίνακας 3.3.2.3 Section SOILDATA

00:[SOILDATA] _____ Settings for Soil	
01:Initial Temperature Upper Layer (0-20 cm) [K]	=293
02:Initial Temperature Middle Layer (20-50 cm) [K]	=293
03:Initial Temperature Deep Layer (below 50 cm) [K]	=293
04:Relative Humidity Upper Layer (0-20 cm)	=50
05:Relative Humidity Middle Layer (20-50 cm)	=60
06:Relative Humidity Deep Layer (below 50 cm)	=60

[LOCALDB]: τις συμπληρωματικές βάσεις δεδομένων για τα φυτά και τις πηγές.

-01 η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων φυτών.

-02 η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων πηγών.

#### Πίνακας 3.3.2.4 Section LOCALDB

00:[LOCALDB] _____	
01:Filename additional plants	= [mydir] \MyPlants.dat
02:Filename additional sources	= c:\myplants.dat

[TIMING]: τα χρονικά διάστημα εξόδου και ενημέρωσης.

-01 χρονικό διάστημα ανανέωσης δεδομένων επιφανειών.

-02 χρονικό διάστημα ανανέωσης δεδομένων πεδίου ροής και τύρβης.

-03 χρονικό διάστημα ανανέωσης δεδομένων ακτινοβολίας του ήλιου και των σκιών.

-04 χρονικό διάστημα ανανέωσης δεδομένων φυτών.

#### Πίνακας 3.3.2.5 Section TIMING

-	00:[TIMING]_____Update & Save Intervals	
-	01:Update Surface Data each ? sec	=30.0
-	02:Update Wind and Turbulence each ? sec	=900
-	03:Update Radiation and Shadows each ? sec	=600
-	04:Update Plant Data each ? sec	=600

[TURBULENCE]: Επιλογή του μοντέλου τύρβης.

-01 επιλέγουμε το μοντέλο τύρβης για το 1D μοντέλο αναφοράς. (Mode 0→μοντέλο διάγνωσης), (Mode 1→μοντέλο πρόγνωσης) συνιστάται η χρήση του μοντέλου πρόγνωσης.

-02 επιλέγουμε το μοντέλο τύρβης για το 3D μοντέλο αναφοράς. (Mode 0→μοντέλο Mixing-Length), (Mode 1→μοντέλο 1.5order E-Epsilon closure) συνιστάται η χρήση του μοντέλου 1.

-03 επιλέγουμε μεταξύ ενός ανοικτού (Mode 1), και κλειστού (Mode 0) ορίου στην κορυφή του 3D μοντέλου.

#### Πίνακας 3.3.2.6 Section TURBULENCE

-	00:[TURBULENCE]_____Options Turbulence Models	
-	01:Turbulence Closure ABL (0:diagn.,1:prognos.)	=1
-	02:Turbulence Closure 3D Model (0,1 see above)	=1
-	03:Upper Boundary for e-epsilon (0:clsd.,1:op.)	=0

[BUILDING]: Ρυθμίσεις για τα κτίρια.

-01 εσωτερική θερμοκρασία για όλα τα κτίρια.

-02, 03 μετάδοση θερμότητας μέσα από τοίχους και οροφές, υψηλές τιμές δείχνουν χαμηλά μονωμένους τοίχους και στέγες και το αντίστροφο.

-04, 05 Ανακλαστικότητα των τοίχων και των στεγών.

#### Πίνακας 3.3.2.7 Section BUILDING

-	00:[BUILDING]_____Building properties	
-	01:Inside Temperature [K]	293
-	02:Heat Transmission Walls [W/m <sup>2</sup> K]	1.94
-	03:Heat Transmission Roofs [W/m <sup>2</sup> K]	6
-	04:Albedo Walls	0.2
-	05:Albedo Roofs	0.3

[NESTINGAREA]: Ρυθμίσεις για την περιοχή ένθεσης.

-01 επιλέγουμε αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον μέσο όρο της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους εντός της περιοχής ένθεσης.

-02 αν επιλέγουμε αν θα περιλαμβάνεται στα αρχεία εξόδου ή όχι οι υπολογισμοί στη περιοχή ένθεσης.

Πίνακας 3.3.2.8  
Section NESTINGAREA

-	00:[NESTINGAREA]_____Settings for Nesting area	
-	01:Use aver. solar input in nesting area (0:n,1:y) = 1	
-	02:Include nesting grids in output (0:n, 1:y) = 0	

[PMV]: Ρυθμίσεις PMV, μοντέλο για την πρόβλεψη της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του μοντέλου περιοχής

-01 ταχύτητα βαδίσματος των ατόμων μέσα στο μοντέλο.

-02 ανταλλαγή της ενέργειας μέσα στο ανθρώπινο σώμα.

-03 κατανομή μεταξύ εργασίας και μεταβολισμού (Mech. Factor τελευταία στήλη του πίνακα 1.3.2.9).

-04 αντίσταση των ενδυμάτων στη μεταφορά θερμότητας.

Πίνακας 3.3.2.9  
Section PMV

-	00: [PMV] _____Settings for PMV-Calculation	
-	01: Walking Speed (m/s)	0.0
-	02: Energy-Exchange (Col. 2 M/A)	116
-	03: Mech. Factor	0.0
-	04: Heat transfer resistance cloths	0.5

Πίνακας 3.3.2.10  
Τιμές ανταλλαγής ενέργειας και κατανομής εργασίας

-	Activity	Energy Exchg. (W/m <sup>2</sup> )	Mech. Factor
-	Sleeping	41	0
-	Sitting	58	0
-	Standing	70	0
-	Standing, light activity (e.g. shopping)	93	0
-	Walking (Speed, Inclination)		
-	3 km/h, 0%	116	0
-	5 km/h, 0%	150	0
-	6 km/h, 0%	220	0
-	15 km/h, 0%	550	0.3
-			
-	3 km/h, +5%	175	0.10
-	3 km/h, +15%	270	0.19
-	2 km/h, +25%	210	0.20

**Πίνακας 3.3.2.11**  
**Τιμές αντίστασης των ενδυμάτων**

- Type	clo-value
- Shorts	0.1
- Casual cloth with shorts	0.3 - 0.4
- Light summer cloths	0.5 - 0.6
- Street suit	1.0
- Suit and cotton coat	1.5
- Winter suit and coat	2.0

[PLANTMODEL]: Επιλογή του μοντέλου Για τον υπολογισμό της διαπνοής των φυτών

-01 το μοντέλο της αντίστασης των στομάτων, επιλέγουμε μια απλή προσέγγιση με βάση τις εργασίες του Deardorff (1978) και μία πολύ εξελιγμένη προσέγγιση που ονομάζεται A-gs μοντέλο μετά τις εργασίες της Jacobs.

-02 η συγκέντρωση του περιβάλλοντος CO<sub>2</sub>, χρειάζεται για το A-gs μοντέλο.

**Πίνακας 3.3.2.12**  
**Section PLANTMODEL**

- 00:[PLANTMODEL] _____	Settings for plant model
- 01:Stomata res. approach (1=Deardorff, 2=A-gs)	=2
- 02:Background CO <sub>2</sub> concentration [ppm]	=350

[RECEPTORS]: Θέση των υποδοχέων

-01 οι συντεταγμένες των υποδοχέων.

-02 η πρώτη γραμμή που δεν αρχίζει με "RECEPTOR" θα ερμηνευθεί ως η γραμμή που καθορίζει το χρονικό διάστημα εξόδου.

**Πίνακας 3.3.2.13**  
**Section RECEPTORS**

- 00:[RECEPTORS] _____	
- 01:RECEPTOR 1 Coordinate	=6,6
- 02:RECEPTOR 2 Coordinate	=10,5
- 03:RECEPTOR x Coordinate	=20,20
- ...	
- n :Save receptors each ? min	=30

[TIMESTEPS]: καθορισμός των χρονικών βημάτων της προσομοίωσης

Μικρότερα χρονικά βήματα που απαιτούνται όταν η χρήση ηλιακών συλλεκτών είναι υψηλή, ενώ μεγαλύτερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν το πρωί ή το βράδυ.

Το ηλιακό ύψος υποδιαιρείται σε 3 χρονικά διαστήματα, που ορίζονται από 2 οριακές τιμές του ηλιακού ύψους, heightA και heightB, τα διαστήματα είναι τα εξής:

Διάστημα 1: ηλιακό ύψος < heightA

Διάστημα 2: heightA ≤ ηλιακό ύψος < heightB

Διάστημα 3: heightB ≤ ηλιακό ύψος

-01, 02 οι οριακές τιμές για την αλλαγή των χρονικών διαστημάτων.

-03, 04, 05 τα χρονικά βήματα για τα 3 διαστήματα

Πίνακας 3.3.2.14  
Section TIMESTEPS

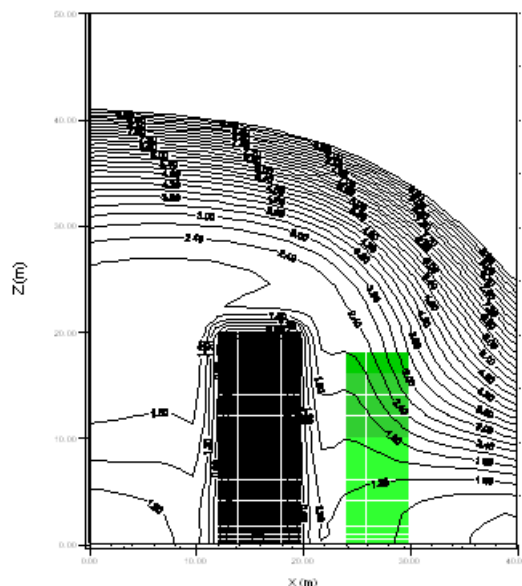
- 00:[TIMESTEPS]	_____	Dynamic Time steps
- 01:Sun height for switching dt(0) -> dt(1)	=40	
- 02:Sun height for switching dt(1) -> dt(2)	=50	
- 03:Time step (s) for interval 1 dt(0)	=10.0	
- 04:Time step (s) for interval 2 dt(1)	=5.0	
- 05:Time step (s) for interval 3 dt(2)	=2.0	

[LBC-TYPES]: Επιλογή των πλευρικών συνοριακών συνθηκών, τρία διαφορετικά είδη LBC (**Lateral Boundary Conditions**) μπορεί να επιλεγούν:

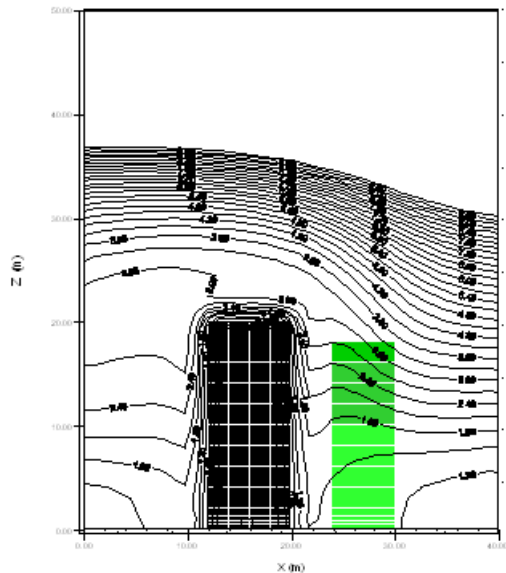
Ανοιχτές LBC→ όταν η δόμηση της υπόλοιπης περιοχής είναι παρόμοια με αυτή του μοντέλου μας αλλά υπάρχει απόσταση μεταξύ αυτής και της περιοχής του μοντέλου.

Κλειστές LBC→ όταν η υπόλοιπη περιοχή δεν είναι δομημένη

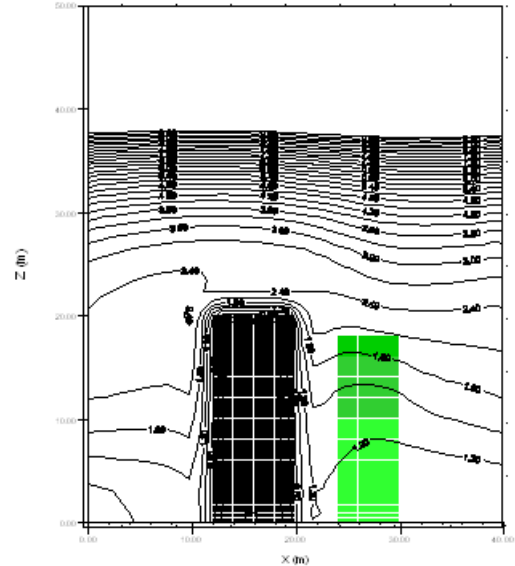
Κυκλικές LBC→ ως τις ανοιχτές μόνο που δεν υπάρχει απόσταση



εικόνα 3.3.2.2  
Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης "K<sub>m</sub>" σε ανοιχτές LBC  
[ πηγή Michael Bruse & Team. www.envi-met.com]



εικόνα 3.3.2.3  
 Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης “K<sub>m</sub>” σε κλειστές  
 LBC  
 [ πηγή Michael Bruse & Team. www.envi-met.com]



εικόνα 3.3.2.4  
 Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης “K<sub>m</sub>” σε κυκλικές  
 LBC  
 [ πηγή Michael Bruse & Team. www.envi-met.com]

-01 τύπος LBC για τη θερμοκρασία και την υγρασία.

-02 τύπος LBC για τις αναταράξεις της κινητικής ενέργειας.

Πίνακας 3.3.2.15  
 Section LBC-TYPES

- |   |  |    |
|---|--|----|
| - | 00:[LBC-TYPES] ___Types of lateral boundary conditions |    |
| - | 01:LBC for T and q (1:open, 2:forced, 3:cyclic)        | =1 |
| - | 02:LBC for TKE (1:open, 2:forced, 3:cyclic)            | =2 |

[SOURCES]: Είδος πηγής. Η τοποθεσία των πηγών ορίζεται στο **Area Input File** και τα ποσοστά και τα ύψη εκπομπών τους ορίζονται στο SOURCES.DAT. Το είδος της πηγής (φυσικό αέριο, σωματίδια) ορίζεται στο **Configuration File**.

-01 το όνομα του συστατικού.

-02 τύπος συστατικού. Έγκυροι τύποι σε έκδοση 3.0 είναι τα εξής:

"PM": Σωματίδια

"CO": οξείδιο του άνθρακα

"CO2": το διοξείδιο του άνθρακα

"OXI": οξείδιο του αζώτου

"NO2": το διοξείδιο του αζώτου

"SO2": το διοξείδιο του θείου

"NH3": Αμμωνία

"H2O2": υπεροξειδίου του υδρογόνου

- 03 διάμετρος σωματιδίων σε μικρόμετρα.
- 04 πυκνότητα σωματιδίων.
- 04 διάστημα ενημέρωσης για το ποσοστό των εκπομπών.

Πίνακας 3.3.2.16  
Section SOURCES

- 00:[SOURCES] _____	Type of emitted gas/particle	
- 01:	Name of component	=PM10
- 02:	Type of component	=PM
- 03:	Particle Diameter in [ $\mu\text{m}$ ] (0 for gas)	=10
- 04:	Particle Density [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]	=1
- 05:	Update interval for emission rate [s]	=600

[CLOUDS]: Νεφοκάλυψη.

-01, 02, 03 κλάσμα της νεφοκάλυψης στο χαμηλό, μέσο και ανώτερο στρώμα, το άθροισμα όλων των στρωμάτων δεν μπορεί να είναι υψηλότερο από 8 / 8!

Πίνακας 3.3.2.17  
Section CLOUDS

- 00:[CLOUDS] _____	Cloud cover	
- 01:	Fraction of LOW clouds (x/8)	0
- 02:	Fraction of MEDIUM clouds (x/8)	0
- 03:	Fraction of HIGH clouds (x/8)	0

[SOLARADJUST]: Προσαρμογή της ηλιακής ακτινοβολίας, καθορίζουμε το συντελεστή προσαρμογής για ηλιακή ακτινοβολία βραχέων κυμάτων.

Έγκυρη περιοχή είναι 0,5 έως 1,5.

-01 συντελεστής προσαρμογής βραχέων κυμάτων

Πίνακας 3.3.2.18  
Section SOLARADJUST

- 00:[SOLARADJUST] _____		
- 01:	Factor of shortwave adjustment (0.5 to 1.5)	=1.0

### **(3 – 7) Simulation Files**

Εκτός από τα δύο βασικά αρχεία που χρειάζονται για κάθε προσομοίωση (Area Input File και Configuration File) το Envi-met πρέπει να ξέρει πολλές πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τις επιφάνειες, τα φυτά ή τις πηγές των εκπομπών στο μοντέλο, πρέπει να ξέρει που θα βρίσκει της πληροφορίες αυτές και τι αποτελέσματα θα μας δώσει. Όλες οι πληροφορίες αυτές βρίσκονται στα **Simulation Files**, τα οποία θα αναφέρω χωρίς όμως να μπω σε λεπτομέρειες αφού τα αρχεία αυτά σπάνια (εώς ποτε) θα τα επεξεργαστεί ο χρήστης και αν το κάνει θα πρέπει να ξέρει καλά τι κάνει.



Database Files: Είναι αυτά που στο διάγραμμα έχουν αριθμούς 4 έως 7

SOILS.DAT→ καθορίζει τις ιδιότητες των διαφόρων φυσικών και τεχνητών εδαφών

PROFILES.DAT→ καθορίζει την δομή των εδαφών από το SOILS.DAT

PLANTS.DAT→ καθορίζει τις ιδιότητες των φυτών

SOURCES.DAT→ καθορίζει την παραγωγή και το ύψος των εκπομπών σωματιδίων ή αερίων

Local databases for plants and sources: βάσεις δεδομένων που δημιουργούμε εμείς για πηγές και φυτά, για να μην αυξάνονται συνεχώς οι αρχικές.

Other Files:

SELECT.VAR → καθορίζει ποιες μεταβλητές θα αποθηκευτούν στο αρχείο εξόδου για την ατμόσφαιρα

MYALIAS.DAT → καθορίζει τις σχετικές διαδρομές των αρχείων για την εύκολη μεταφορά προσομοίωσης μεταξύ των υπολογιστών

### ***(8) Εκτέλεση προσομοίωσης***

Χονδρικά χωρίζεται σε τρία στάδια:

Αρχική εργασία: Στο στάδιο αυτό δημιουργεί το δίκτυο της περιοχής του μοντέλου, ετοιμάζει τη μνήμη για την προσομοίωση, ετοιμάζει τους φακέλους για τα αρχεία εξόδου, διαβάσει τις βάσεις δεδομένων, υπολογίζει τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία κ.α.

Τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν είναι:

-να μην έχουμε επιλέξει σωστά τη version σε σχέση με τις διαστάσεις του μοντέλου μας

-να μη βρίσκει το πρόγραμμα τη διαδρομή για κάποιο αρχείο ή βάση δεδομένων

-να μην επαρκεί η μνήμη του υπολογιστή μας

-να έχουμε δώσει λάθος γεωγραφική θέση και γενικά λάθη που έχουν να κάνουν με τη δημιουργία των αρχείων εισόδου.

Έναρξη προσομοίωσης: Στο στάδιο αυτό γίνονται κάποιοι αρχικοί υπολογισμοί, ο κυριότερος είναι ο υπολογισμός της αρχικής αιολικής ενέργειας και της αιολικής ενέργειας μετά από 10 δευτερόλεπτα, αν οι δύο τιμές που προκύπτουν έχουν διαφορά μεγαλύτερη της τάξεως του 10% τότε θα πρέπει να διακόψουμε τη προσομοίωση γιατί τα αποτελέσματα μας δε θα είναι σωστά.

Αυτό το πρόβλημα έχει να κάνει με τη γεωμετρία του μοντέλου μας και συνήθως με τις συνθήκες αεροχειμάρρου που δημιουργούνται στα όρια του, κατά ένα μεγάλο ποσοστό το

πρόβλημα λύνεται με την προσθήκη nesting grids ή με την αύξηση του ύψους του μοντέλου (δηλ. απομάκρυνση των ορίων!).

**Κύριος βρόχος:** Στο στάδιο αυτό γίνονται οι επαναυπολογισμοί των μεγεθών στα χρονικά διαστήματα που έχουμε ορίσει, αν έχουμε μεγάλα άλματα στις τιμές κατά πάσα πιθανότητα να οφείλονται στο πρόβλημα που ανέφερα στη παραπάνω παράγραφο ή στα μεγάλα χρονικά διαστήματα επαναυπολογισμού οπότε θα πρέπει να τα μειώσουμε (βλέπε TIMESTEPS).

### **(9 - 12) Αρχεία εξόδου**

Τα αρχεία εξόδου αποθηκεύονται σε ένα φάκελο με το όνομα και στη θέση που έχουμε ορίσει στο **Configuration File**.

Σε αυτό το φάκελο θα βρούμε τους εξής υπό-φακέλους:

Atmosphere: Περιέχει τα αρχεία με τα αποτελέσματα της κατάστασης της ατμόσφαιρας.

Surface: Περιέχει τα αρχεία με τα αποτελέσματα της κατάστασης της επιφάνειας του εδάφους.

Soil: Περιέχει τα αρχεία με τα αποτελέσματα της κατάστασης του εδάφους σε βάθος.

Receptors: Περιέχει τα αρχεία με τα αποτελέσματα της κατάστασης της ατμόσφαιρας, της επιφάνειας και του εδάφους σε επιλεγμένα σημεία στο εσωτερικό του μοντέλου.

Inflow: Περιέχει τα αρχεία με τα αποτελέσματα της κατάστασης του 1D μοντέλου.

Log: Περιέχει ένα αρχείο word με τα μηνύματα που εμφανίστηκαν στην οθόνη μας κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης.

BOTworld: Περιέχει τις μεταβλητές για την ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, θερμοκρασία, υγρασία και ρύπων για το ύψος των 1,6 μέτρων πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Αυτά τα αρχεία απαιτούνται από το "BOTworld" το οποίο είναι λογισμικό για την προσομοίωση των θερμικών συνθηκών για εικονικούς πεζούς.

[Πηγή παρ. 3.3 Michael Bruse & Team. [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)]

**Πίνακας 3.3.2.19**  
**Μεταβλητές που περιέχει ένα αρχείο εξόδου ατμόσφαιρας**

-	FIELD	UNIT	MEANING
-	z	m	Model height of data (Cartesian coo.)
-	Classed LAD	-	Classified LAD and ID for buildings
-	Flow u	m/s	Wind speed u-component
-	Flow v	m/s	Wind speed v-component
-	Flow w	m/s	Wind speed w-component
-	Wind Speed	m/s	Total wind speed
-	Wind Speed change	%	Change of wind speed comp. to inflow
-	p'	Pa	Relative Pressure Perturbation
-	Wind Direction corrected	°	Wind direction, 0=North, Rotation
-	Pot. Temperature	K	Potential Air temperature
-	Pot. Temperature (Diff K)	K	Potential Air temp. difference to inflow
-	Pot. Temperature Change	K/h	Change of Air Temperature with time

- Spec. Humidity	g/kg	Specific Humidity Air
- TKE	m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	Turbulent Kinetic Energy
- Dissipation	m <sup>3</sup> /s <sup>2</sup>	Dissipation of TKE
- Exchange Coef. Impuls	m <sup>2</sup> /s	Turbulent exchange coefficient Km
- Absolute LAD	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	Leaf Area Density
- Direct SW Radiation	W/m <sup>2</sup>	Shortwave Direct Radiation
- Diffuse SW Radiation	W/m <sup>2</sup>	Shortwave Diffuse Radiation
- Reflected SW Radiation	W/m <sup>2</sup>	Shortwave Direct Radiation
- Longwave Rad. Environment	W/m <sup>2</sup>	Longwave Radiation received from the environment
- Sky-View-Factor (only build.) considered)	-	Sky-View-Factor (only buildings considered)
- Sky-View-Factor (build./veg) vegetation considered)	-	Sky-View-Factor (buildings plus vegetation considered)
- Temperature Flux	K*m/s	Temperature flux per unit leaf area
- Vapour Flux	g/kg*m/s	Vapour flux per unit leaf area
- Water on leaves	g/m <sup>2</sup>	Amount of liquid water on leaves
- WallTemp Cellborder x	K	Wall Temperature Wall x-axis
- WallTemp Cellborder y	K	Wall Temperature Wall y-axis
- WallTemp Cellborder z	K	Wall Temperature Wall z-axis
- Leaf Temperature	K	Temperature of leaves in grid box
- Local Mixing Length	m	Mixing length calculated from the TKE-Dissipation
-		
- PMV Value	-	PMV value
- PPD Value	%	Percentage People Dissatisfied
- Aver. Radiant Temp	K	Mean Radiative temperature
- Gas/Particle concentration	mg/m <sup>3</sup>	Concentration of selected particle or gas
- Gas/Particle source	mg/s	Emission rate of particle or gas source
- Deposition velocity	mm/s	Deposition velocity (only at surfaces)
- Total Deposited Mass since start (*)	mg/m <sup>2</sup>	Total amount of mass deposited to surface
-		
- Deposited Mass time averaged (*)	mg/(m <sup>2</sup> s)	Average Amount of mass deposited per hour
- TKE normalised 1D	-	TKE normalised with 1D profile (E/E_1D)
- Dissipation normalised 1D (Eps/eps_1d)	-	Dissipation normalised with 1D profile
- Km normalised 1D profile (Km/Km_1D)	-	Turb. exchange coe. Km norm. with 1D
- Stomata Resistance	m/s	Stomata resistance of plant
- CO2	mg/m <sup>3</sup>	CO2 concentration
- CO2	ppm	CO2 concentration in ppm
- Plant CO2 flux	mg/kg*m/s	CO2 flux per unit leaf area
- Div Rlw Temp change flux divergenc	K/h	Air Temperature change due to longwave flux divergenc

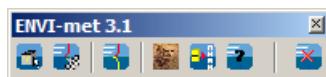
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

---

*Χειρισμός του προγράμματος*

## 4.1 Ξεκινώντας

Ανοίγοντας το πρόγραμμα εμφανίζεται στην οθόνη η κύρια «μπάρα» επιλογών του Envi-met (εικ.4.2.1) τα δύο πρώτα εικονίδια (buttons) αφορούν στην εισαγωγή δεδομένων, το τρίτο στην εκτέλεση της προσομοίωσης, το τέταρτο και πέμπτο στην εξαγωγή και στον τρόπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων, το τρίτο ανοίγει την βοήθεια και το τελευταίο είναι το εικονίδιο για την έξοδο από το πρόγραμμα.



εικόνα 4.1.1  
Κύρια μπάρα επιλογών του Envi-met

## 4.2 Εισαγωγή δεδομένων

Όπως αναφέρεται και στο τρίτο κεφάλαιο τα αρχεία εισόδου δεδομένων είναι τα *Area Input Files (.in)* και τα *Configuration Files (.cf)*, υπάρχουν επίσης και τα *Batch files (.EBF)* τα οποία χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να τρέξουμε προσομοιώσεις στη σειρά. Παρακάτω περιγράφεται το πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε και να επεξεργαστούμε τα αρχεία αυτά.

### 4.2.1 Δημιουργία Area Input File (.in)

Επιλέγοντας το πρώτο εικονίδιο της κύριας μπάρας (εικ.4.2.1) ανοίγει ο επεξεργαστής (*Area Input File editor*) με τη βοήθεια του οποίου θα εισάγουμε τα στοιχεία του μοντέλου μας (εικ.4.2.1.1).

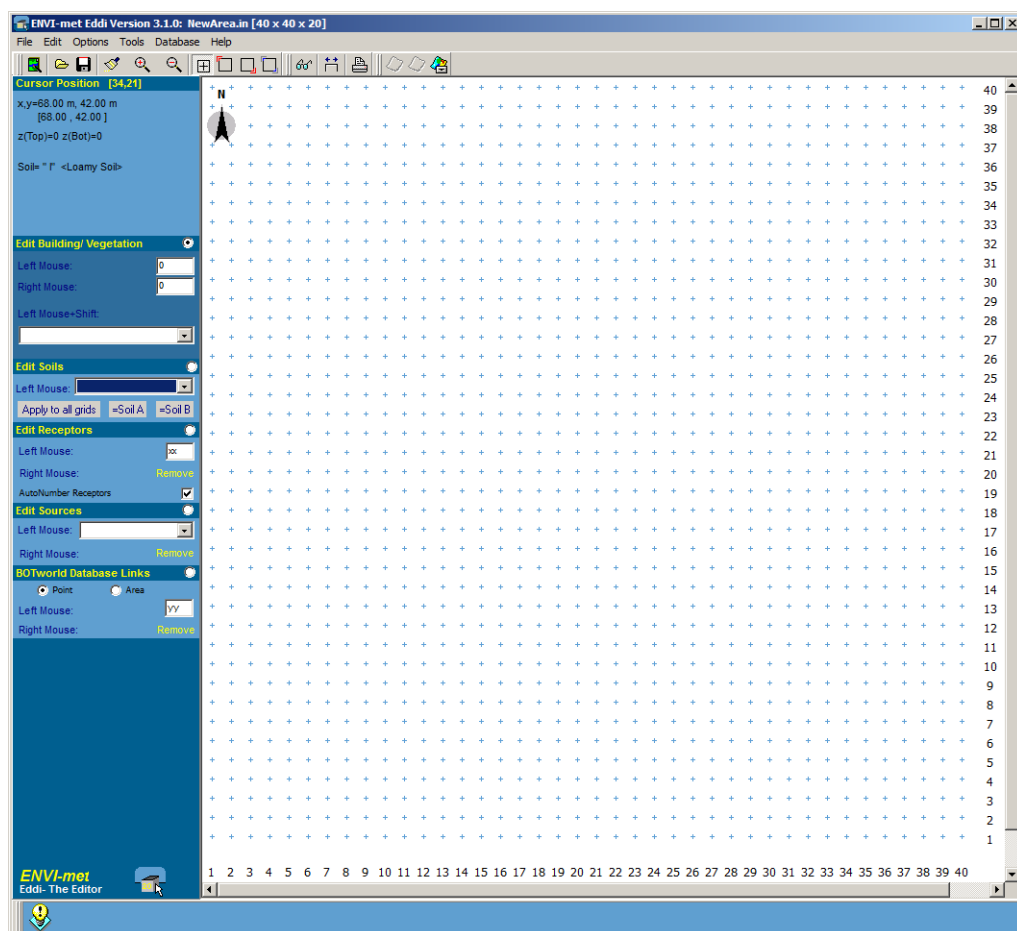
Μπορούμε να δημιουργήσουμε νέο ή να επεξεργαστούμε υπάρχον αρχείο. Πάνω δεξιά αναγράφεται το όνομα και η Version του προγράμματος, το όνομα του αρχείου και το μέγεθος του μοντέλου μας (σε αριθμούς κελιών κατά x, y και z), από κάτω υπάρχει το κύριο μενού (file, edit, option... κ.τ.λ.) και κάτω από το κύριο μενού υπάρχει η μπάρα με τις επιλογές επεξεργασίας (εικ.4.2.1.2).

Το δεύτερο εικονίδιο (εικ.4.2.1.2) είναι για άνοιγμα αρχείου και το τρίτο για αποθήκευση του αρχείου. Από το τέταρτο και μετά αφορούν στις εντολές επεξεργασίας του μοντέλου που έχουμε σχεδιάσει στην περιοχή του κάνναβου οι οποίες περιγράφονται αργότερα μετά την περιγραφή του τρόπου σχεδίασης και εισαγωγής των στοιχείων του μοντέλου. Αυτό θα το δούμε καλύτερα σε ένα υπάρχον αρχείο (Canyon\_1to1green.in) το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν παράδειγμα.

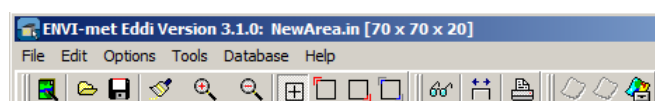
Το πρώτο εικονίδιο ανοίγει την μάσκα εισαγωγής των γενικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών του μοντέλου (εικ.4.2.1.3) τα οποία είναι:

- ο αριθμός των κελιών του μοντέλου κατά x, y και z (x-Grids, y-Grids, z-Grids)
- αριθμός των ζωνών (Nr of nesting grids) καθώς και το προφίλ του εδάφους της περιοχής ένθεσης (Soil profil ID for nesting grids)

- το μέγεθος των κελιών του μοντέλου κατά x, y και z (dx, dy, dz)
- η μορφή του κατακόρυφου δικτύου (Method of vertical grid generation)
- η γωνία περιστροφής του μοντέλου σε σχέση με το βορά (Model rotation out grid north)
- η γεωγραφική θέση (Location on earth)
- οι συντεταγμένες του κάτω δεξιού σημείου του μοντέλου στο παγκόσμιο σύστημα (Co-ordinate of lower right grid) και το σύστημα προβολής (Reference system). Τα στοιχεία αυτά δεν χρησιμοποιούνται ακόμη, προς το παρόν είναι μόνο για ενημέρωση.

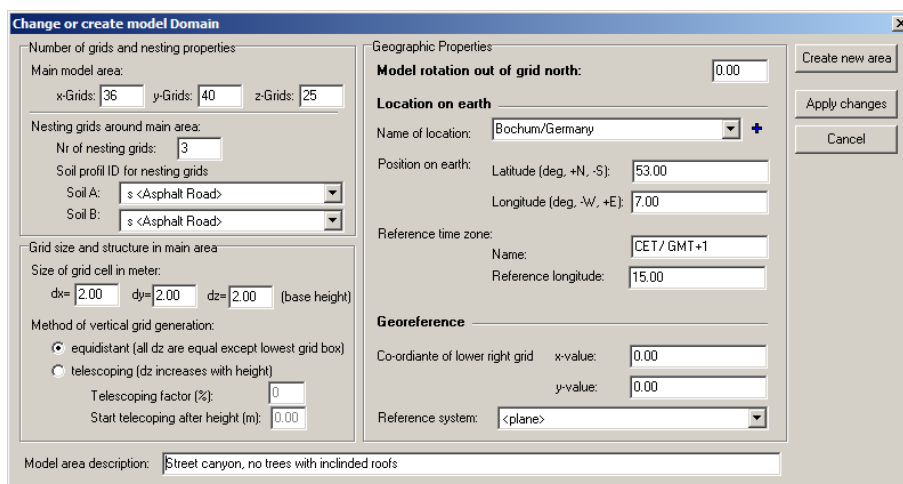


εικόνα 4.2.1.1  
Area Input File editor



εικόνα 4.2.1.2  
Εργαλεία Area Input File editor

Αφού δώσουμε τα στοιχεία αυτά πρέπει να εισάγουμε τα κτίρια, τα φυτά, το έδαφος, τις πηγές εκπομπής σωματιδίων ή αερίων και γενικά όλα αυτά που συμβάλλουν στην διαμόρφωση του αστικού περιβάλλοντος που θέλουμε να προσομοιώσουμε.



εικόνα 4.2.1.3  
Μάσκα εισαγωγής γενικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών του μοντέλου

#### ***Για να εισάγουμε κτίρια ή φυτά (εικ.4.2.1.4):***

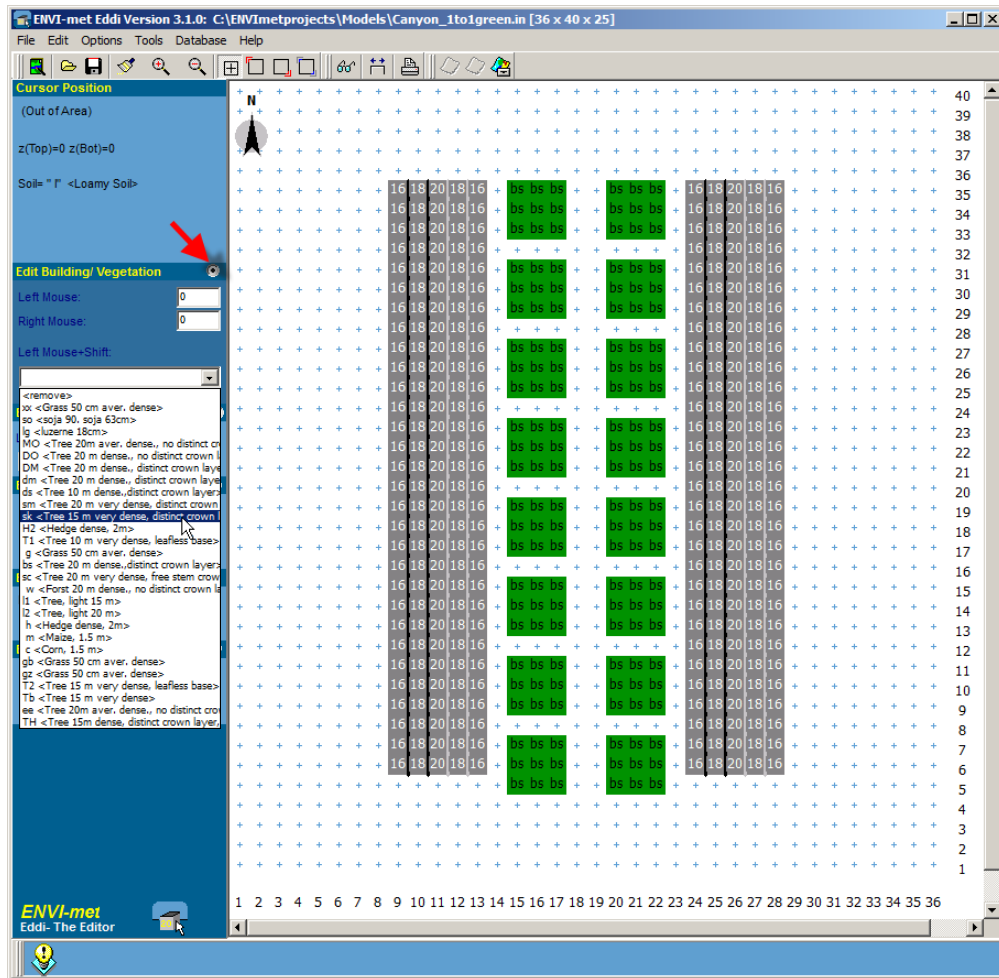
Στο αριστερό μέρος της οθόνης τσεκάρουμε την επιλογή “edit building/Vegetation”, στο πεδίο “Left mouse” συμπληρώνουμε το ύψος των κτιρίων που θέλουμε να εισάγουμε και με αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, σχεδιάζουμε το περίγραμμα του κτιρίου σε κάτοψη. Εδώ πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας σε δύο πράγματα:

- 1) Το ύψος του κτιρίου το δίνουμε σε μέτρα και όχι σε αριθμό κελιών
- 2) Σε κάτοψη ο κάνναβος μας δείχνει τον αριθμό των κελιών κατά x και y, εδώ πρέπει να θυμόμαστε τι dx και dy έχουμε δώσει για να σχεδιάσουμε σωστά την κάτοψη.

Για να σβήσουμε κτίρια χρησιμοποιούμε τον ίδιο τρόπο με ύψος κτιρίου ίσο με μηδέν.

Στο πεδίο “Left mouse + shift” κάνοντας αριστερό κλικ στο βελάκι επιλέγουμε τύπο των φυτών που θέλουμε να εισάγουμε και πατώντας ταυτόχρονα το πλήκτρο shift και αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, σχεδιάζουμε το περίγραμμα των φυτών και κάτοψη. Τα φυτά που έχουμε διαθέσιμα είναι από την βάση δεδομένων PLANTS.DAT και έχουν τις συγκεκριμένες ιδιότητες που έχουν στην περιγραφή τους π.χ Δέντρα ύψους 15m κ.τ.λ, αν θέλουμε να μπορούμε να φτιάξουμε μια βάση δεδομένων με δικά μας φυτά αλλά θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στα στοιχεία που θα δώσουμε.

Για να σβήσουμε φυτά χρησιμοποιούμε τον ίδιο τρόπο επιλέγοντας στο πεδίο “Left mouse + shift” “remove”.



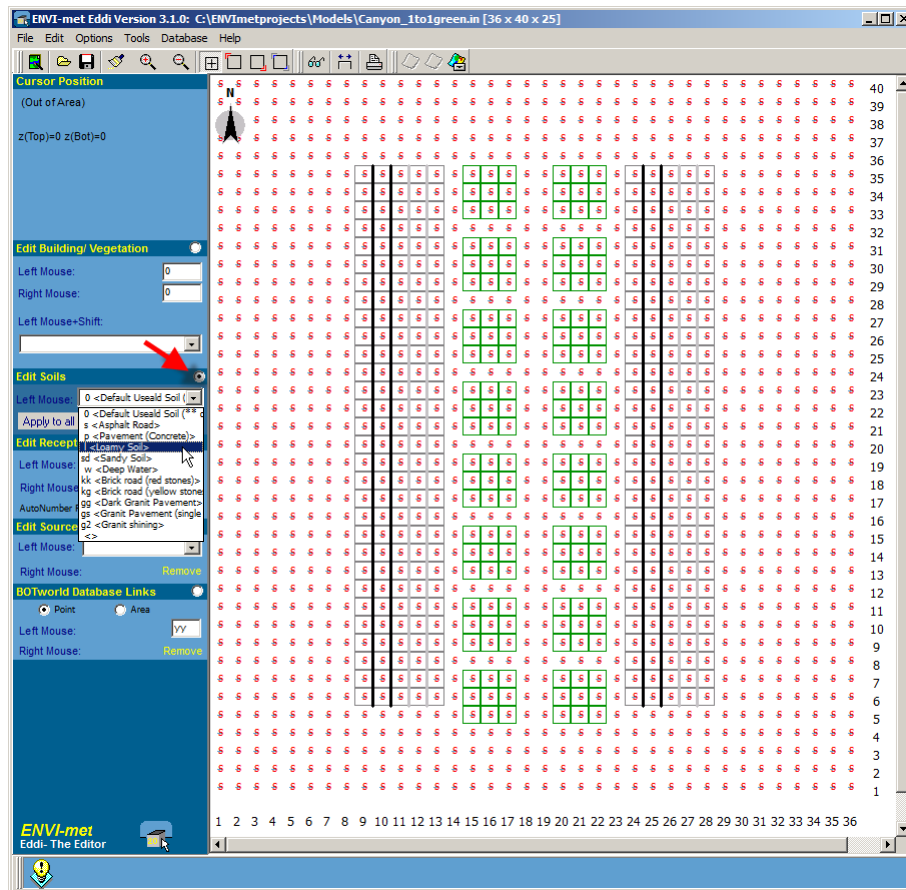
εικόνα 4.2.1.4  
Εισαγωγή κτιρίων και φυτών

**Για να εισάγουμε το είδος του εδάφους (εικ.4.2.1.5):**

Στο αριστερό μέρος της οθόνης τσεκάρουμε την επιλογή “edit soils”, στο πεδίο “Left mouse” κάνοντας αριστερό κλικ στο βελάκι επιλέγουμε τύπο εδάφους και με αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, σχεδιάζουμε το περίγραμμα τις περιοχής που καλύπτεται από το συγκεκριμένο τύπο εδάφους (π.χ. σχεδιάσουμε ένα δρόμο επιλέγοντας “asphalt road” ή μια πλατεία καλυμμένη με πλάκες τσιμέντου επιλέγοντας “pavement”). Αν θέλουμε να εφαρμόσουμε παντού το ίδιο έδαφος επιλέγουμε το “apply to all grids”. Για τα είδη εδάφους που έχουμε διαθέσιμα ισχύει ότι και στα φυτά.

Για σβήσουμε έδαφος απλά σχεδιάζουμε από επάνω το νέο είδος εδάφους που θέλουμε.





εικόνα 4.2.1.5  
Εισαγωγή εδάφους

**Για να εισάγουμε τους υποδοχείς (RECEPTORS) (εικ.4.2.1.6):**

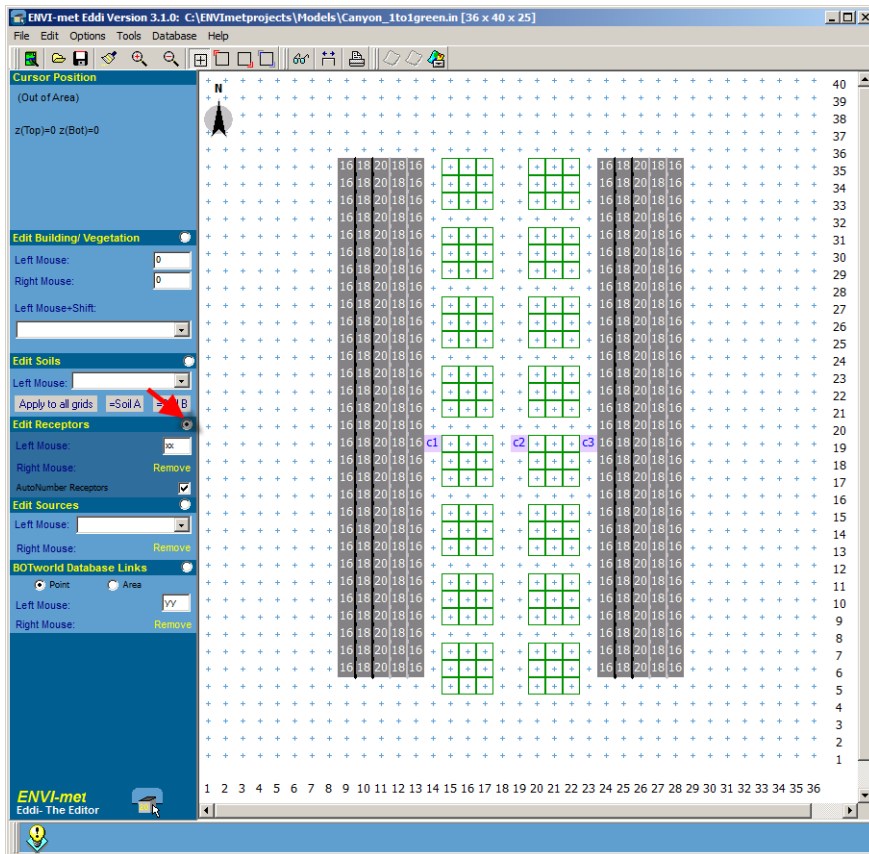
Στο αριστερό μέρος της οθόνης τσεκάρουμε την επιλογή “edit receptors”, στο πεδίο “Left mouse” γράφουμε τον αριθμό (ονομασία) του υποδοχέα και με αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, εισάγουμε τους υποδοχείς σε όποιο σημείο της κάτοψης θέλουμε.

Για να σβήσουμε υποδοχείς απλά κάνουμε δεξί κλικ στο σημείο που βρίσκονται.

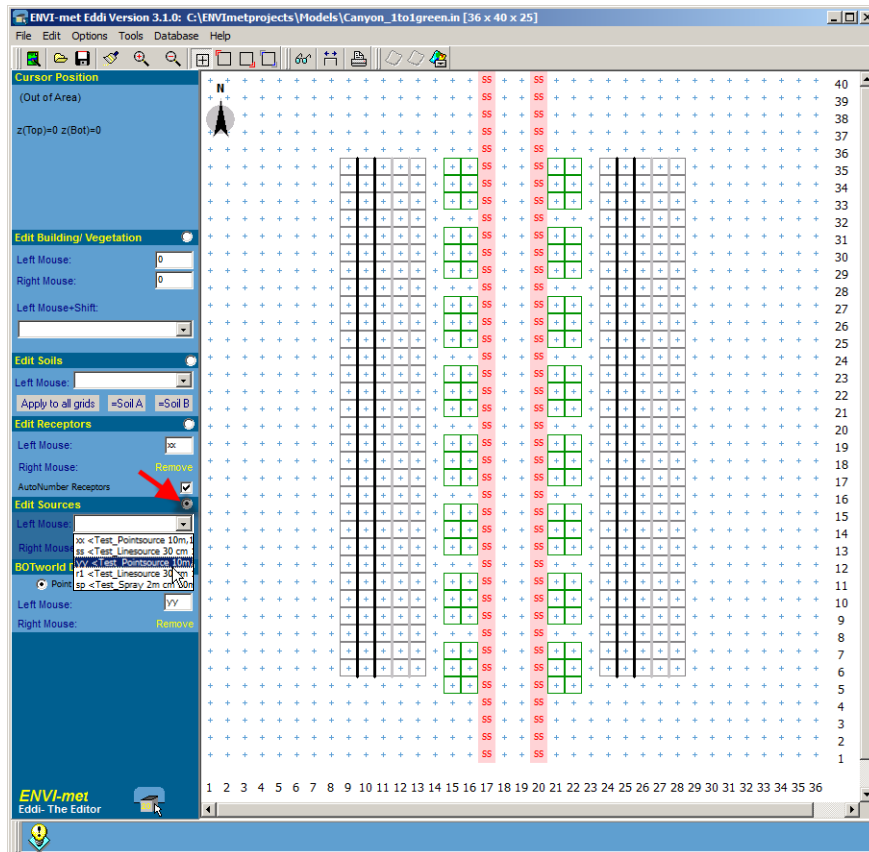
**Για να εισάγουμε τις πηγές εκπομπής σωματιδίων ή αερίων (εικ.4.2.1.7):**

Στο αριστερό μέρος της οθόνης τσεκάρουμε την επιλογή “edit sources”, στο πεδίο “Left mouse” Κάνουμε αριστερό κλικ στο βελάκι και επιλέγουμε τύπο πηγής. Με αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, σχεδιάζουμε το σχήμα της πηγής (π.χ. αν πρόκειται για ρύπους από οχήματα σχεδιάζουμε την πηγή κατά μήκος του δρόμου). Για τα είδη πηγών που έχουμε διαθέσιμα ισχύει ότι και στα φυτά.

Για να σβήσουμε πηγές απλά κάνουμε δεξί κλικ στο σημείο που βρίσκονται.



εικόνα 4.2.1.6  
Εισαγωγή Receptors

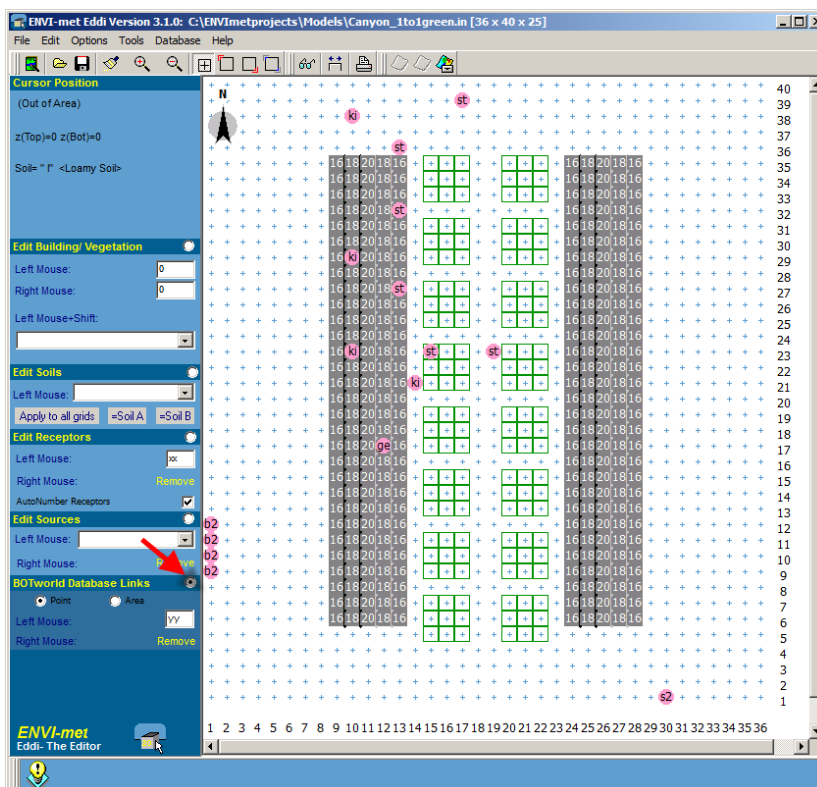


εικόνα 4.2.1.7  
Εισαγωγή πηγών εκπομπής σωματιδίων ή αερίων

**Για να εισάγουμε τα σημεία ή την περιοχή από όπου θέλουμε να πάρουμε δεδομένα για τα αρχεία BOTworld (εικ.4.2.1.8):**

Στο αριστερό μέρος της οθόνης τσεκάρουμε την επιλογή “BOTworld database links”, τσεκάρουμε σημείο (point) ή περιοχή (area), στο πεδίο “Left mouse” γράφουμε το όνομα του σημείου ή της περιοχής και με αριστερό κλικ στην επιφάνεια σχεδιασμού, εισάγουμε τα σημεία ή την περιοχή μας

Για σβήσουμε τα σημεία ή τις περιοχές αυτές απλά κάνουμε δεξί κλικ στο σημείο που βρίσκονται.



εικόνα 4.2.1.8  
Εισαγωγή BOTworld Database Links

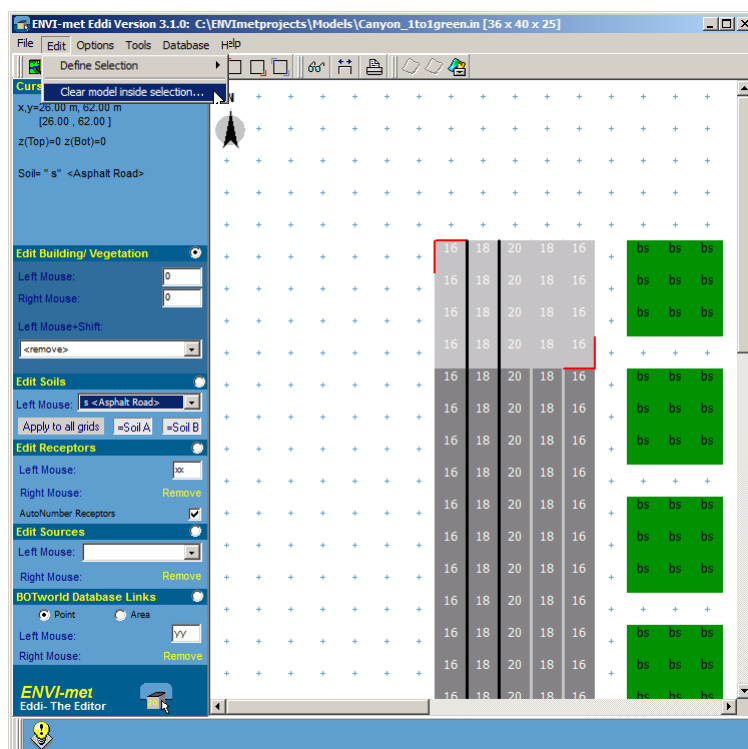
Σχετικά με τις εντολές επεξεργασίας (εικ.4.2.1.2). Το τέταρτο εικονίδιο επανασχεδιάζει το μοντέλο, το πέμπτο και έκτο αφορούν στον έλεγχο του μεγέθους της επιφάνειας σχεδίασης στην οθόνη (zoom in, zoom out), το έβδομο εμφανίζει τα πλέγματα στην επιφάνεια σχεδίασης. Με τη βοήθεια του όγδοου και ένατου εικονιδίου επιλέγουμε μια περιοχή (πάνω αριστερά και κάτω δεξιά όριο περιοχής) από την οποία μπορούμε να σβήσουμε δεδομένα πηγαίνοντας στο μενού: edit > clear model inside selection (εικ.4.2.1.9).

Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου (εικ.4.2.1.10) στο οποίο επιλέγουμε τι ακριβώς θέλουμε να σβήσουμε.

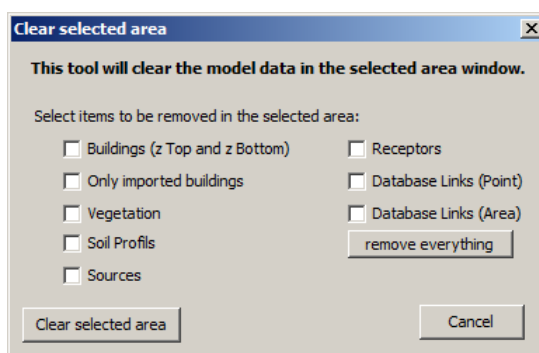
Με το δέκατο εικονίδιο σβήνουμε τα όρια που έχουμε καθορίσει στην προηγούμενη παράγραφο και με το ενδέκατο εμφανίζονται πληροφορίες για το μοντέλο μας (εικ.4.2.1.11).

Με το δωδέκατο μπορούμε να μετακινήσουμε το μοντέλο μας επιλέγοντας διεύθυνση και αριθμό κελιών που θέλουμε να μετακινηθεί (εικ.4.2.1.12).

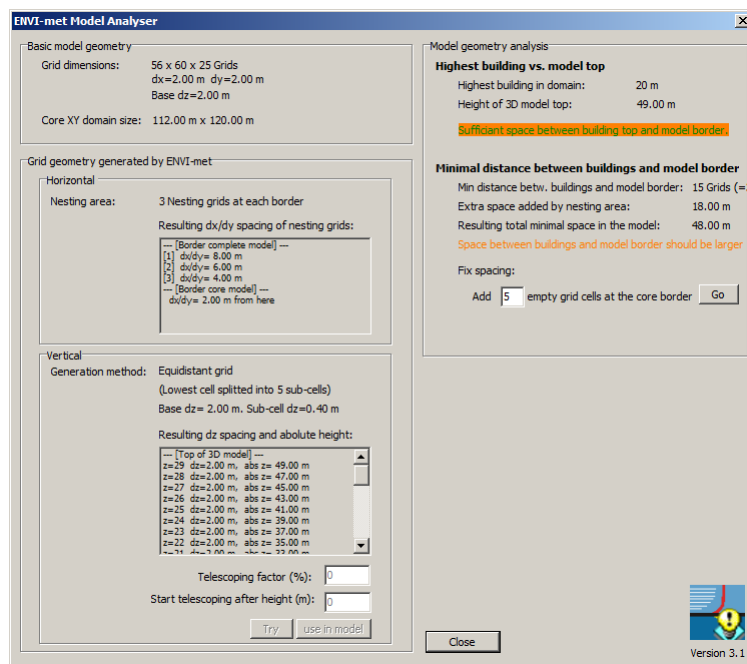
Το δέκατο τρίτο εικονίδιο είναι για την εκτύπωση και το τελευταίο είναι για την εισαγωγή εικόνας πίσω από το μοντέλο έτσι ώστε να μας βοηθήσει να σχεδιάσουμε την περιοχή (π.χ. κάποιο τοπογραφικό σχέδιο ή μια φωτογραφία από το Google earth). Η επιλογή αυτή θέλει προσοχή γιατί η εικόνα προσαρμόζεται στα όρια του μοντέλου μας και αν δεν είναι στο κατάλληλο μέγεθος μπορεί να παραμορφωθεί.



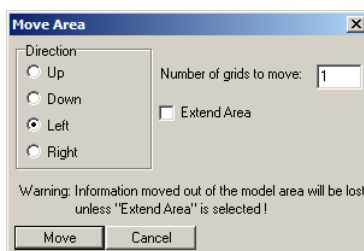
εικόνα 4.2.1.9  
Μαζική διαγραφή στοιχείων



εικόνα 4.2.1.10  
Μάσκα επιλογής μαζικής διαγραφής στοιχείων



εικόνα 4.2.1.11  
Μάσκα πληροφοριών



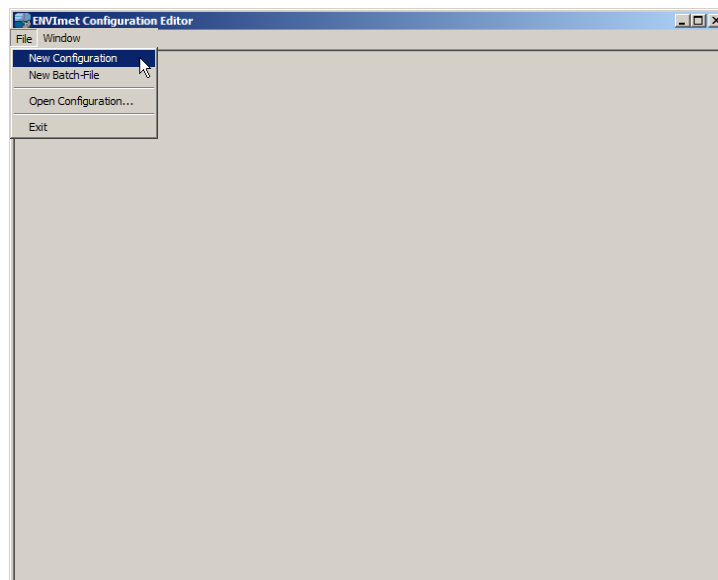
εικόνα 4.2.1.12  
Μάσκα επιλογών μετακίνησης

#### 4.2.2 Δημιουργία Configuration File (.cf)

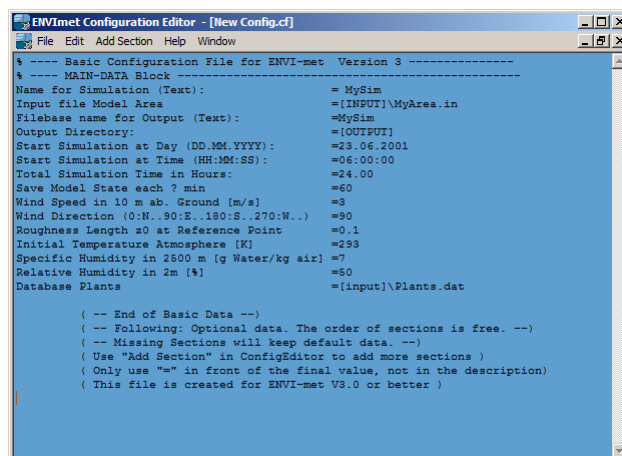
Επιλέγοντας το δεύτερο εικονίδιο (εικ.4.2.1) ανοίγει ο επεξεργαστής για το αρχείο διαμόρφωσης (Configuration File editor) (εικ.4.2.2.1). Μπορούμε να δημιουργήσουμε νέο ή να επεξεργαστούμε υπάρχον αρχείο. Αν δημιουργήσουμε νέο (από το μενού file>new Configuration) ανοίγει ένα αρχείο σε μορφή text όπου έχει μόνο τις βασικές ρυθμίσεις (εικ.4.2.2.2), αν θέλουμε να εισάγουμε και άλλες πάμε στο μενού Add section και επιλέγουμε τις επιπλέον ρυθμίσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά σε τι αφορούν οι ρυθμίσεις αυτές.

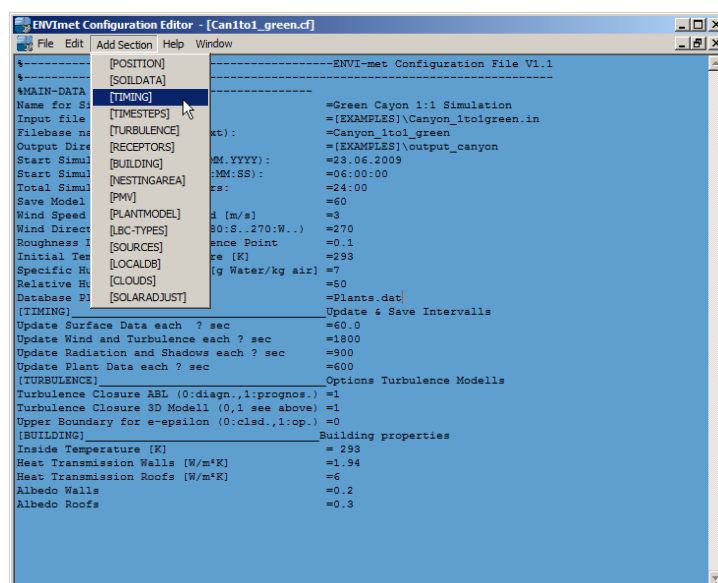
Για εισάγουμε τις ρυθμίσεις απλά σβήνουμε τις προεπιλεγμένες και γράφουμε τις δικές μας τιμές σαν ένα απλό κείμενο. Το μόνο που πρέπει να προσέξουμε είναι ο τρόπος με τον οποίο θα γράψουμε τα δεδομένα μας (δηλαδή πόσα δεκαδικά, τελεία ή κόμμα και γενικότερα το “format” του κειμένου) καθώς και τις μονάδες που χρησιμοποιούνται.



εικόνα 4.2.2.1  
Configuration File Editor



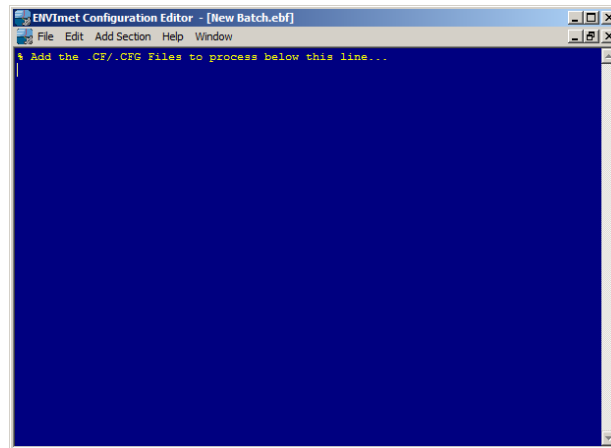
εικόνα 4.2.2.2  
Βασικές ρυθμίσεις Configuration File



εικόνα 4.2.2.3  
Τρόπος εισαγωγής επιπλέον ρυθμίσεων

### 4.2.3 Δημιουργία Batch files (.EBF)

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα Batch file, επιλέγοντας new Batch file (εικ.4.2.2.1 και εικ.4.2.3.1).



εικόνα 4.2.3.1  
Batch file

## 4.3 Εκτέλεση της προσομοίωσης

Επιλέγοντας το τρίτο εικονίδιο της κύριας μπάρας επιλογών του Envi-met εμφανίζεται ένας πίνακας με τα διαθέσιμα μεγέθη μοντέλων (εικ.4.3.1). Υπενθυμίζεται ότι θα πρέπει να επιλέξουμε κάποιο μεγαλύτερο από αυτό που ορίσαμε στο Area Input File γιατί σε αυτό θα προστεθούν τα κελιά της περιοχής ένθεσης (nesting area) σε επίπεδο x, y καθώς και τα πέντε επιπλέον κελιά κατά z σε περίπτωση που έχουμε επιλέξει τη μέθοδο equidistant με την οποία θα χωρίζονται τα κελιά κατακόρυφα.



εικόνα 4.3.1  
Επιλογή μεγέθους μοντέλου

Όταν επιλέξουμε τις διαστάσεις του μοντέλου εμφανίζεται η μάσκα εκτέλεσης του Envi-met (εικ.4.3.2) της οποίας ο κύριος σκοπός είναι να φορτώσει τα αρχεία εισόδου και να ξεκινήσει την προσομοίωση.

Καλό είναι για να αλλάξουμε κάποια ρύθμιση να επεξεργαστούμε ξανά τα αρχεία εισόδου και να μη χρησιμοποιήσουμε τη μάσκα του Envi-met (εκτός από τις ρυθμίσεις για προχωρημένους "advanced settings") γιατί μετά την εκτέλεση της προσομοίωσης δεν θα

μπορούμε να εντοπίσουμε τις αλλαγές που έχουμε κάνει και δεν θα μπορούμε να τις αντιστοιχίσουμε με τα αποτελέσματα μας.

Στη δεξιά πλευρά τις μάσκας υπάρχει ο κύριος πίνακας ελέγχου (control panel) όπου μπορούμε να επιλέξουμε το configuration file, να το τεστάρουμε και να το τρέξουμε.

Πάνω αριστερά υπάρχουν τρεις καρτέλες όπου αν τις επιλέξουμε εμφανίζονται:

- Configuration: το παράθυρο με τις ρυθμίσεις του configuration file που έχουμε επιλέξει.
- Envi-met output: το παράθυρο με τα στοιχεία εξόδου (της προσομοίωσης ή του ελέγχου).
- Envi-met: το παράθυρο με τα στοιχεία του προγράμματος (version, κ.τ.λ.)

Στον πίνακα ελέγχου έχουμε τις παρακάτω επιλογές:

#### ***Model environment:***

Επιλέγοντας “load configuration file” ανοίγει η μάσκα αναζήτησης των windows και επιλέγουμε το configuration file που θέλουμε. Αν έχουμε ορίσει μια τοποθεσία στο MYALIAS.dat τότε την επιλέγουμε στο πεδίο “Active Envi-met project” (εικ.4.3.3) και επιλέγοντας “load configuration file” η μάσκα αναζήτησης των windows ανοίγει στη τοποθεσία αυτή.

Επιλέγοντας “edit area input file” ή “edit configuration file” ανοίγουν τα αρχεία αυτά και τα επεξεργαζόμαστε.

#### ***Test model:***

Επιλέγοντας “test model configuration” το πρόγραμμα ελέγχει τις ρυθμίσεις και συνδέει τις βάσεις δεδομένων χωρίς να κάνει εκκίνηση της προσομοίωσης, Η πορεία του ελέγχου εμφανίζεται στη καρτέλα “Envi-met output” όπου αναγράφεται αν τα δεδομένα στα αρχεία εισόδου είναι έγκυρα (εικ.4.3.4). Για πιο αναλυτικά αποτελέσματα θα πάτε στο φάκελο output (τον έχουμε ορίσει στο .cf αρχείο) όπου υπάρχουν τα αρχεία των αποτελεσμάτων του ελέγχου.

Ωστόσο η επιτυχής δοκιμή των ρυθμίσεων δεν σημαίνει ότι η πλήρης λειτουργία της προσομοίωσης θα είναι απαλλαγμένη από προβλήματα.

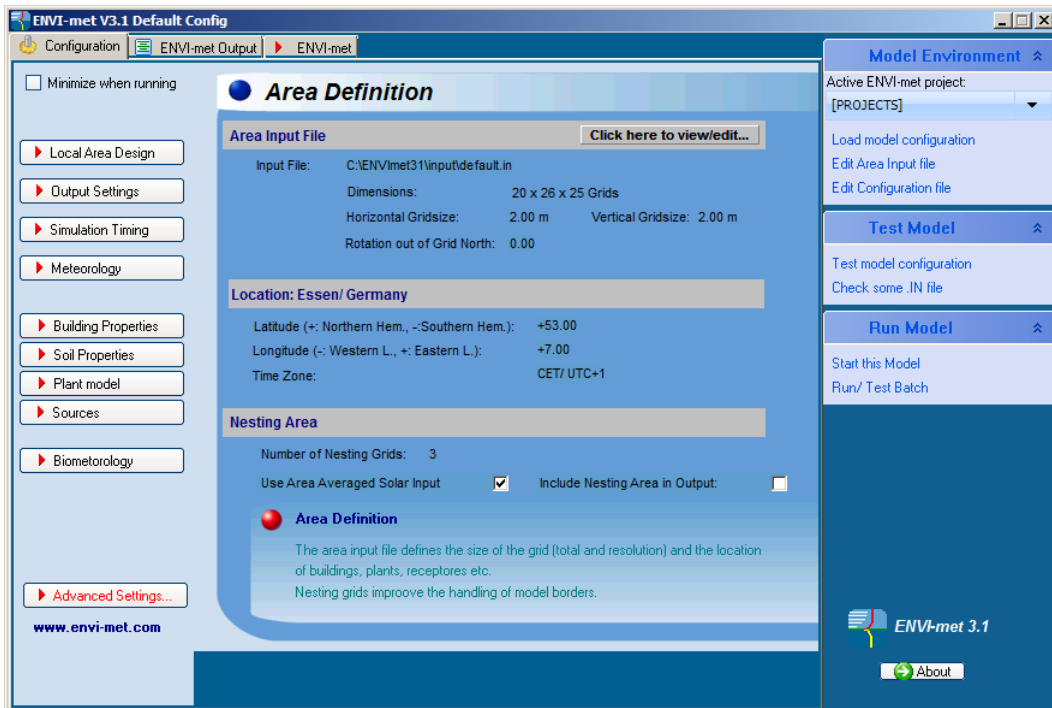
Επιλέγοντας “check some .IN file” μπορούμε να ελέγξουμε οποιοδήποτε area input file χωρίς να το έχουμε ορίσει στο configuration file που έχουμε επιλέξει.

#### ***Run Model:***

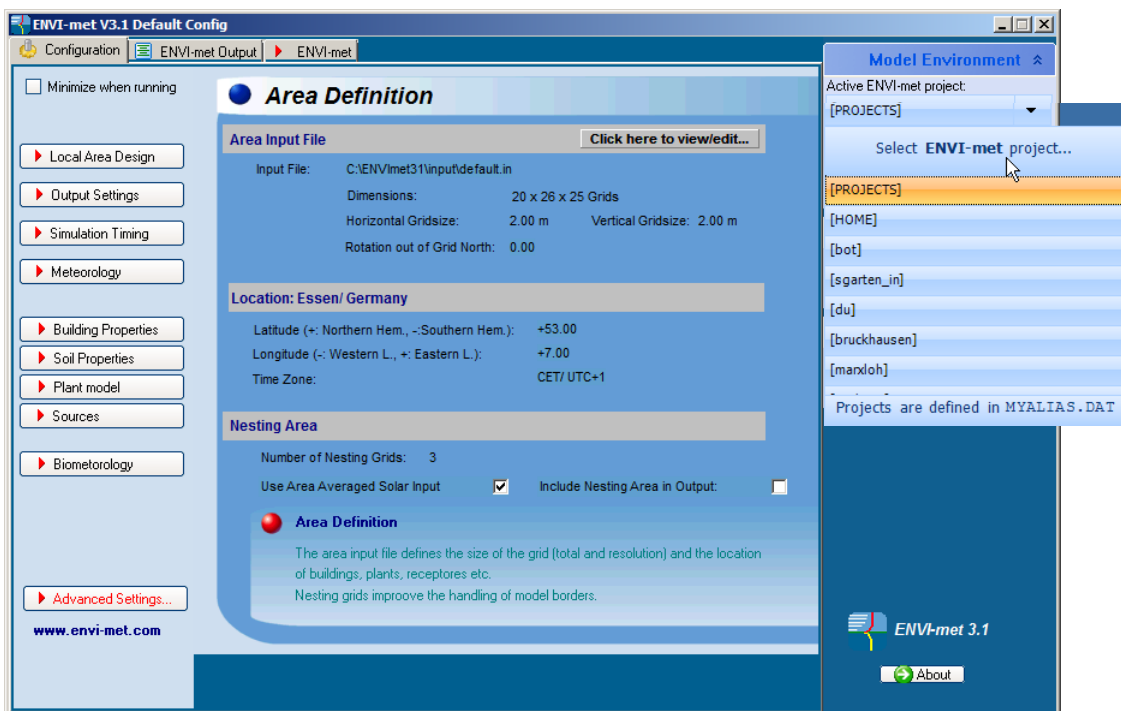
Επιλέγοντας “start this model” ξεκινάει η προσομοίωση με το configuration file που έχουμε επιλέξει. Η πορεία της προσομοίωσης και τα όποια μηνύματα εμφανίζονται στη καρτέλα “Envi-met output”.

Επιλέγοντας “run/test batch” τρέχει διαδοχικά τα αρχεία που έχουμε ορίσει στο batch file. Για να ελέγξουμε τα αρχεία αυτά πρέπει να τα επιλέξουμε μεμονωμένα και να ακολουθήσουμε τη διαδικασία της προηγούμενης παραγράφου.

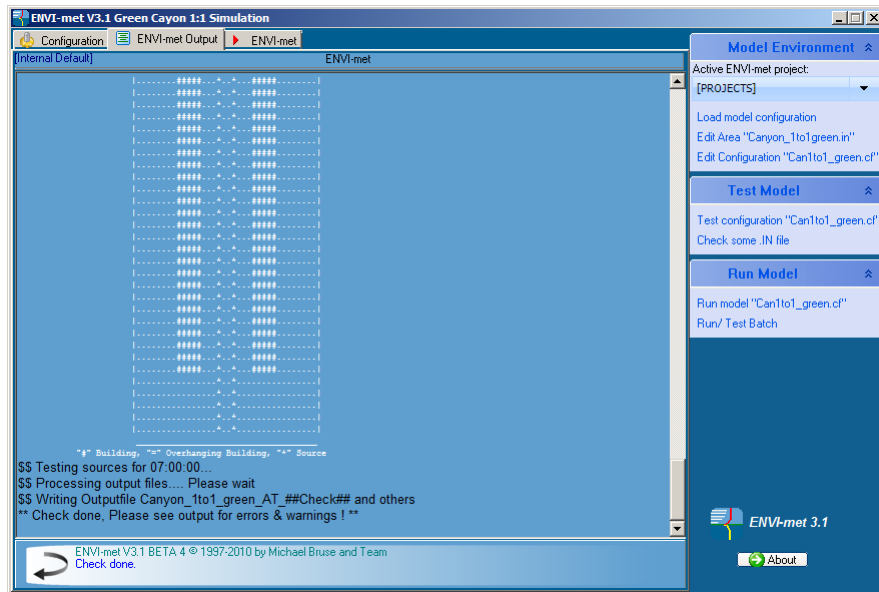




εικόνα 4.3.2.  
Μάσκα εκτέλεσης του Envi-met



εικόνα 4.3.3  
Εισαγωγή configuration file



εικόνα 4.3.4  
Envi-met output

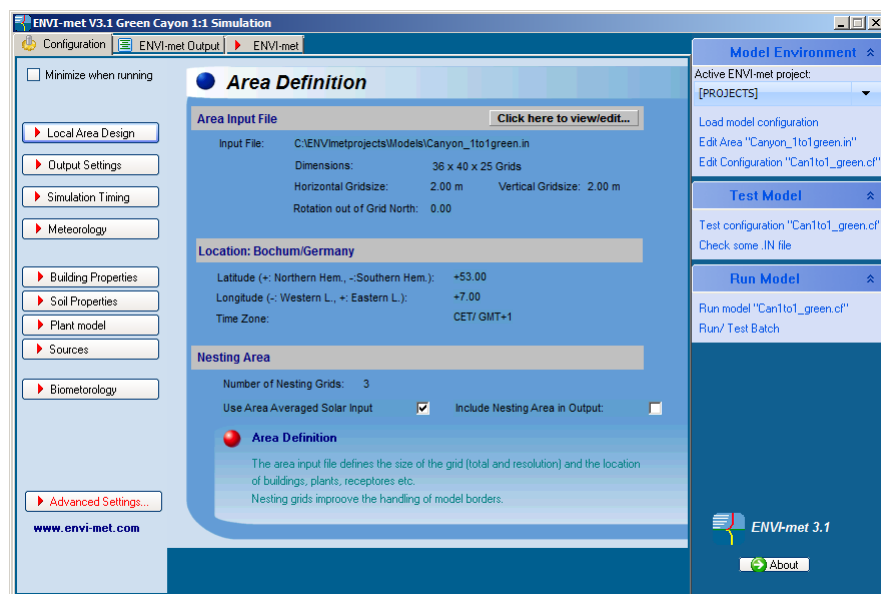
Όταν έχουμε επιλέξει κάποιο configuration file και βρισκόμαστε στη καρτέλα “Configuration” στην αριστερή πλευρά υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές όπου μπορούμε να επιλέξουμε:

#### **Area Definition Panel (εικ.4.3.5)**

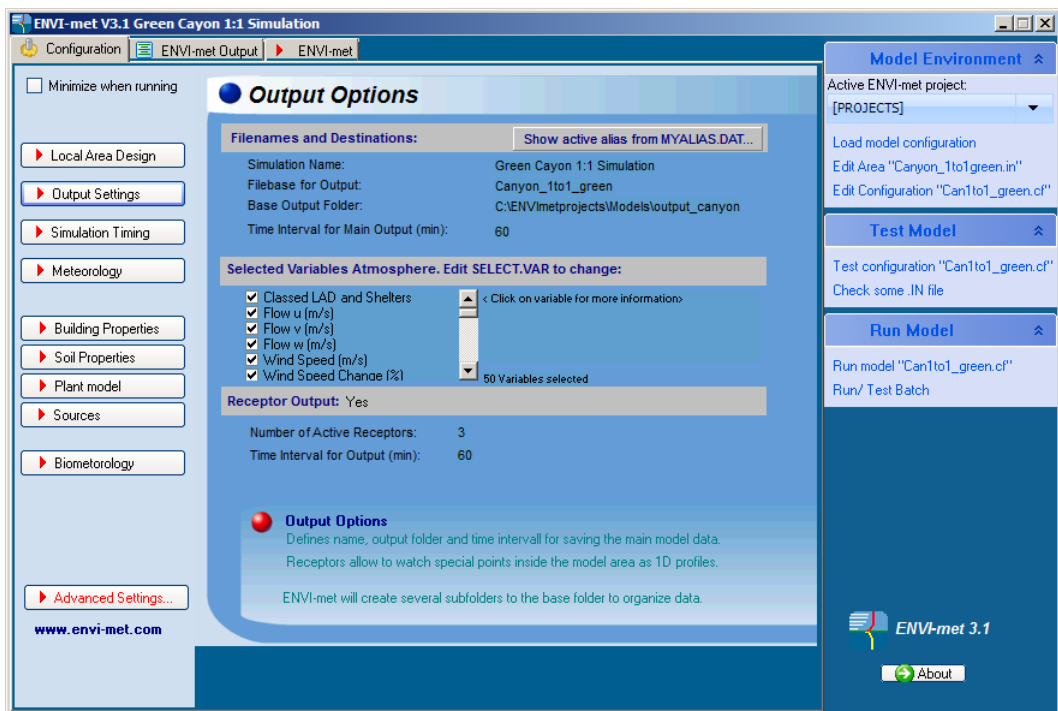
Εμφανίζει πληροφορίες για το “area input file” που έχουμε φορτώσει. Επιλέγοντας στο “click here to view/edit..” ανοίγουμε και επεξεργαζόμαστε την περιοχή.

#### **Output Settings Panel (εικ.4.3.6)**

Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τα αρχεία εξόδου, δίνει μια γενική εικόνα για τα ονόματα και το χρονοδιάγραμμα, των αριθμό των υποδοχέων κ.τ.λ. Επιλέγοντας “show active alias....” εμφανίζεται ένας πίνακας που αναφέρει σε ποιες διαδρομές αντιστοιχούν τα ψευδώνυμα.



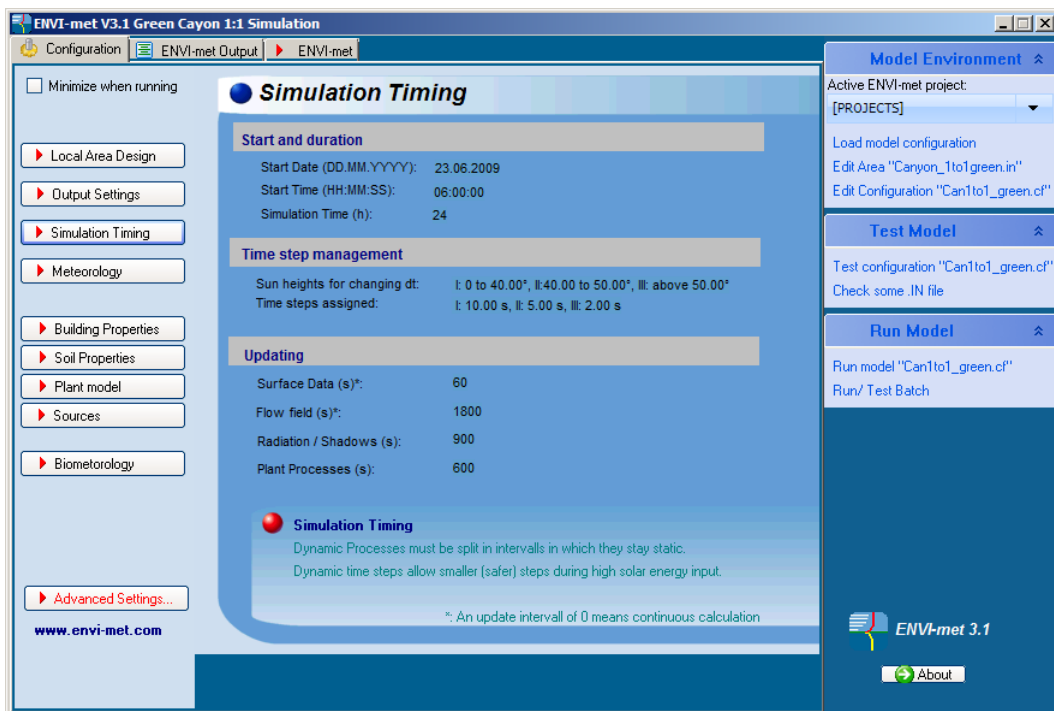
εικόνα 4.3.5  
Area Definition Panel



εικόνα 4.3.6  
Output Settings Panel

### Simulation Timing Panel (εικ.4.3.7)

Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τα διάφορα χρονικά βήματα.



εικόνα 4.3.7  
Simulation Timing Panel

### **Meteorology/location Panel (εικ.4.3.8)**

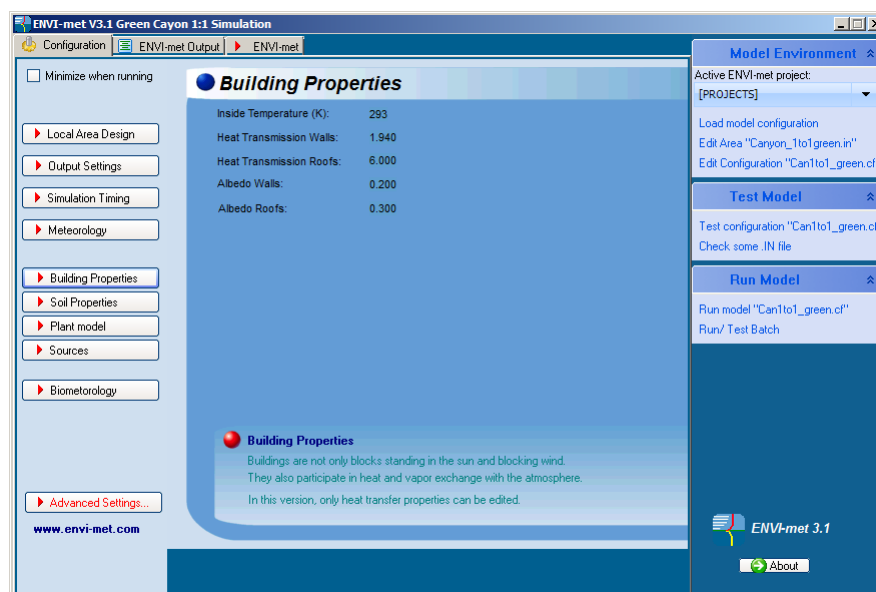
Εμφανίζει όλες τις σχετικές πληροφορίες με τα μετεωρολογικά δεδομένα και την επιλεγμένη θέση.



εικόνα 4.3.8  
Meteorology/location Panel

### **Building Properties Panel (εικ.4.3.9)**

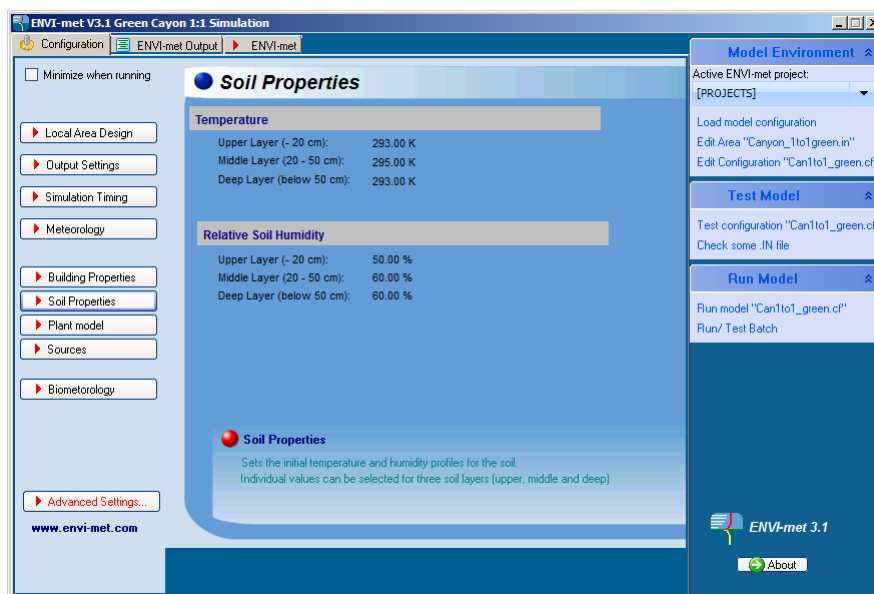
Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τις ιδιότητες των κτιρίων.



εικόνα 4.3.9  
Building Properties Panel

### **Soil Properties Panel (εικ.4.3.10)**

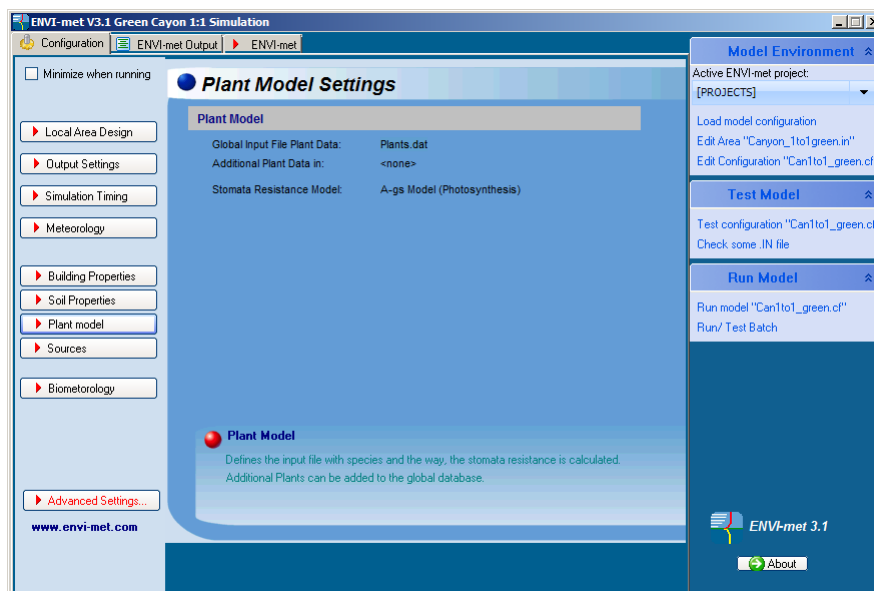
Εμφανίζει τις αρχικές ρυθμίσεις των προφίλ του εδάφους.



εικόνα 4.3.10  
Soil Properties Panel

### **Plant Properties Panel (εικ.4.3.11)**

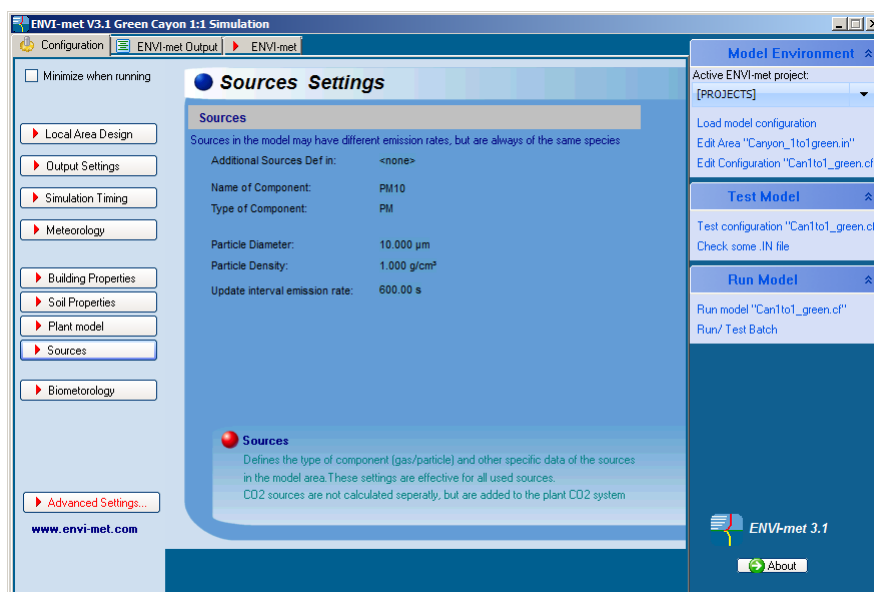
Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τις βάσεις δεδομένων και για το μοντέλο αντίστασης των στομάτων των φυτών.



εικόνα 4.3.11  
Plant Properties Panel

### Sources Settings Panel (εικ.4.3.12)

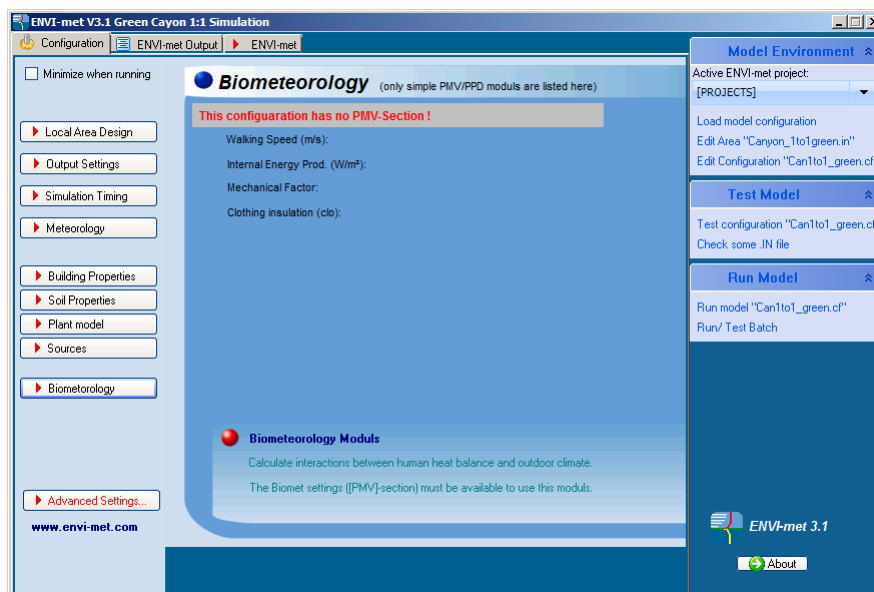
Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τις πηγές εκπομπών σωματιδίων ή αερίων.



εικόνα 4.3.12  
Sources Settings Panel

### Biometeorology Settings Panel (εικ.4.3.13)

Συνοψίζει τις ρυθμίσεις για τον υπολογισμό της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του μοντέλου αν φυσικά τις έχουμε εισάγει στο configuration file.



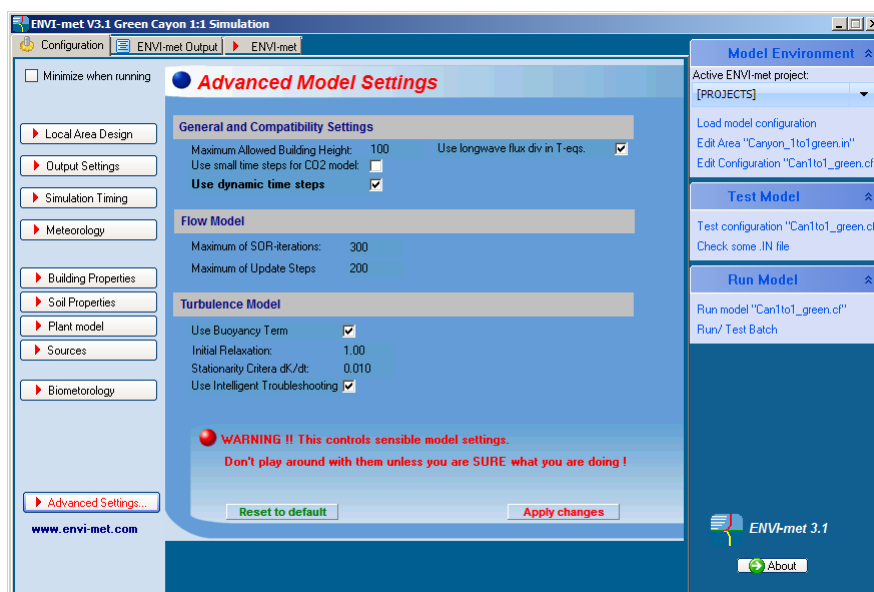
εικόνα 4.3.13  
Biometeorology Settings Panel

### Advanced Settings Panel (εικ.4.3.14)

Οι ρυθμίσεις αυτές υπάρχουν μόνο εδώ και αφορούν στον τρόπο που εργάζεται το Envi-met γι' αυτό χρειάζεται προσοχή πριν αλλάξουμε κάτι.

Οι προτεινόμενες ρυθμίσεις έχουν δοκιμαστεί και έχει διαπιστωθεί ότι είναι οι καλύτερες για τα περισσότερα μοντέλα, αλλά αν αλλάξουμε κάτι καλό θα ήταν να το σημειώσουμε ώστε να ανιχνεύσουμε τις επιδράσεις του στην προσομοίωση μας.

(Πηγή παρ. 4.3 envi-met manual – Michael Bruse & Team – [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com))



εικόνα 4.3.14  
Advanced Settings Panel

## 4.4 Εξαγωγή αποτελεσμάτων

Η εξαγωγή αποτελεσμάτων σε μορφή εικόνας ή διαγράμματος μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως με τη βοήθεια του LEORNADO, του Microsoft excel ή του open office.

Πριν την περιγραφή τους υπενθυμίζεται ότι τα αρχεία με τα αποτελέσματα, δηλαδή τις τιμές των μεγεθών που έχουμε επιλέξει να εξετάσουμε κατά την προσομοίωση, βρίσκονται στο φάκελο που έχουμε ορίσει στο configuration file, ταξινομημένα σε υπό - φακέλους και είναι αρχεία μορφής .EDI (κεφάλαιο τρίτο της παρουσίασης).

### 4.4.1 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του LEORNADO

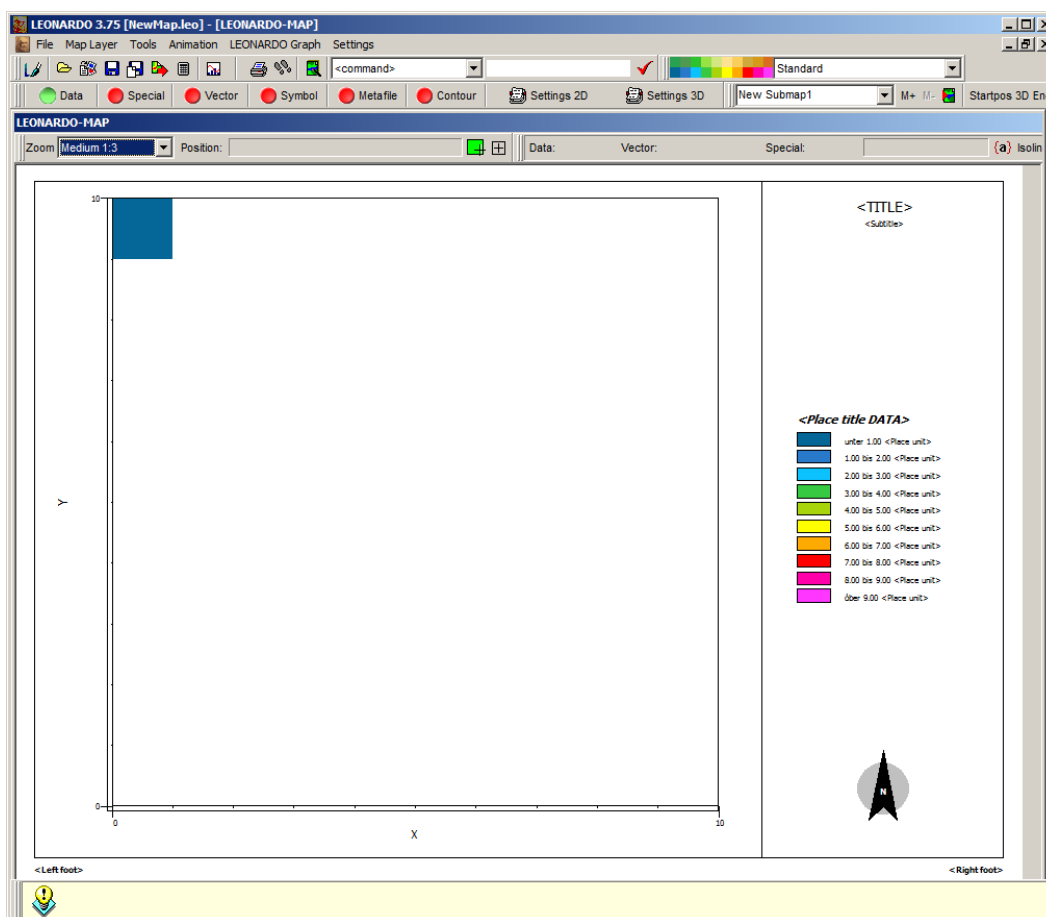
Επιλέγοντας το τέταρτο εικονίδιο της κύριας μπάρας (εικ.4.2.1) ανοίγει η εφαρμογή LEORNADO (εικ.4.4.1.1), η οποία μας βοηθάει να απεικονίσουμε τα αποτελέσματα με τη μορφή ενός χάρτη του μοντέλου μας στον οποίο φαίνονται οι τιμές των μεγεθών μας με τη βοήθεια χρωμάτων, ισουψών γραμμών, διανυσμάτων κλπ.

Ο χάρτης έχει έξι επίπεδα ή διαφάνειες (layers) data, special, vector, symbol, metafile και contour στα οποία μπορούμε να αντιστοιχίσουμε τα μεγέθη που θέλουμε να απεικονίζουν και τα ενεργοποιήσουμε (πράσινη ένδειξη)/απενεργοποιήσουμε (κόκκινη ένδειξη) επιλέγοντας πάνω στο αντίστοιχο εικονίδιο.

Σε κάθε layer αντιστοιχεί ένα είδος δεδομένων που μπορούμε να αναθέσουμε, π.χ. στο layer data αντιστοιχούμε συνεχή δεδομένα όπως θερμοκρασία, αναταραχή κινητικής ενέργειας, υγρασία κλπ, στο layer vector διανυσματικά δεδομένα όπως ταχύτητα ανέμου και στο contour δεδομένα τα οποία μπορούν να απεικονιστούν με ισοϋψείς καμπύλες τα οποία είναι παρόμοια με αυτά του layer data.

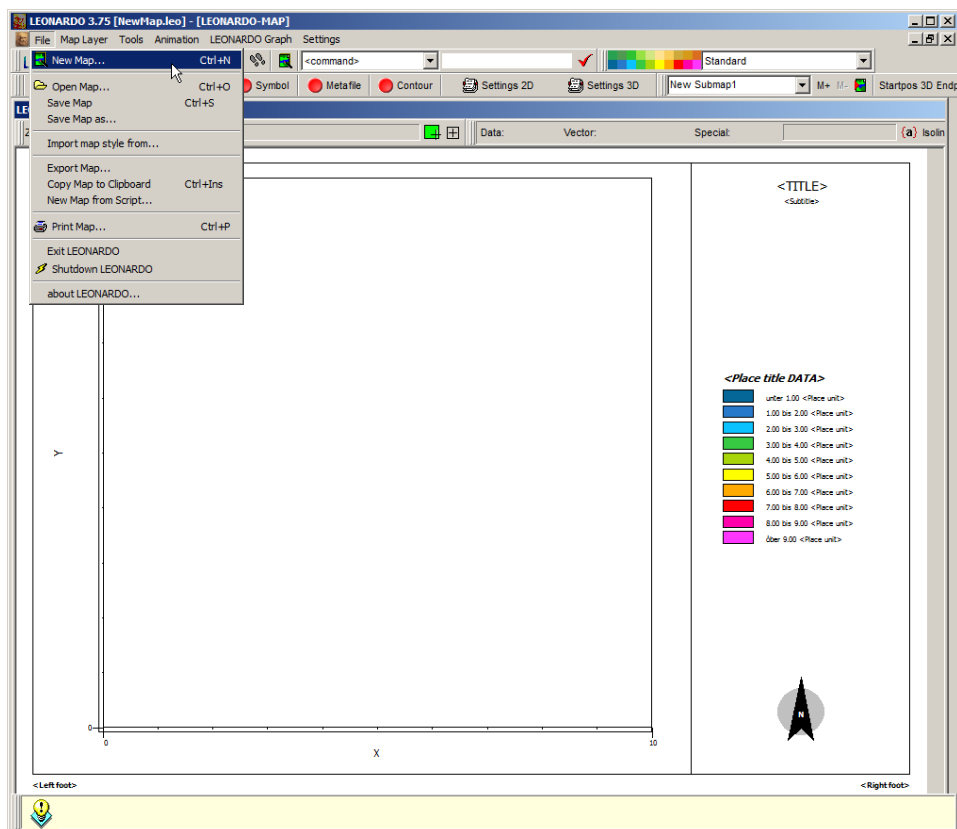
Για να δημιουργήσουμε νέο χάρτη από το μενού file επιλέγουμε new map (εικ.4.4.1.2) και από το μενού tools ανοίγουμε το data navigator (εικ.4.4.1.3).

Το data navigator (εικ.4.4.1.4) μας βοηθάει να εισάγουμε τα δεδομένα και να τα αναθέσουμε στα layers.

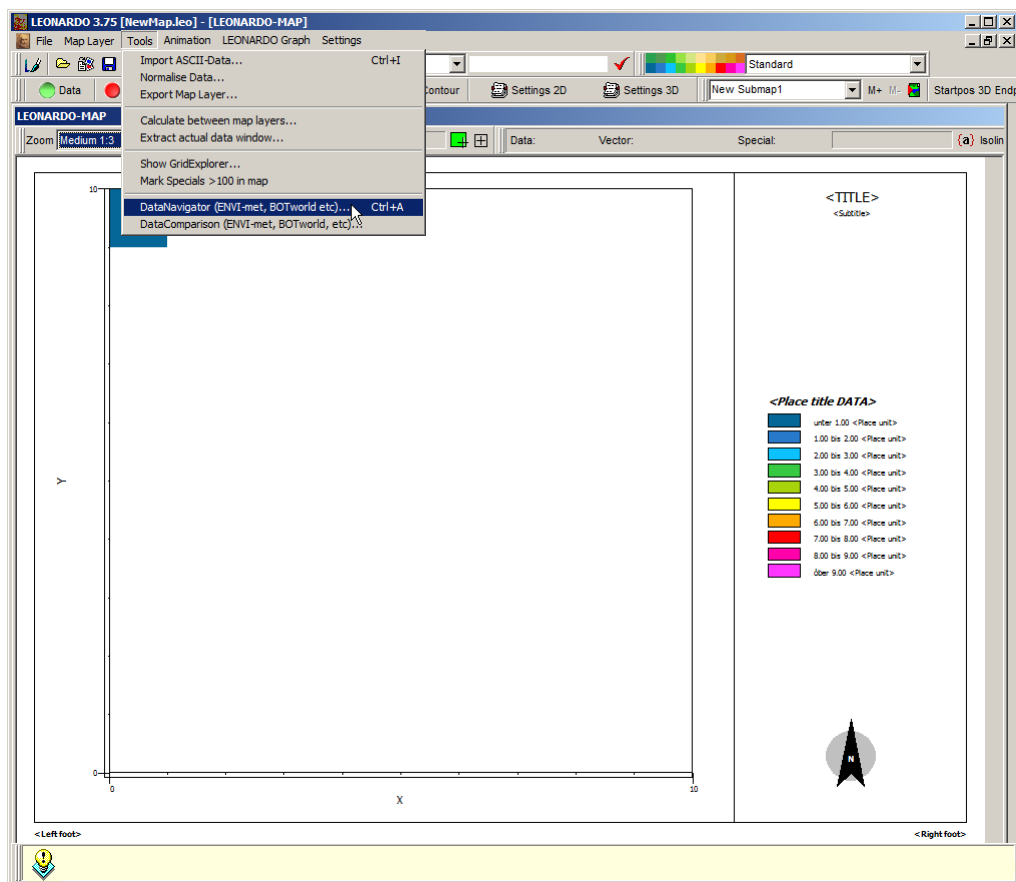


εικόνα 4.4.1.1  
Εφαρμογή LEORNADO

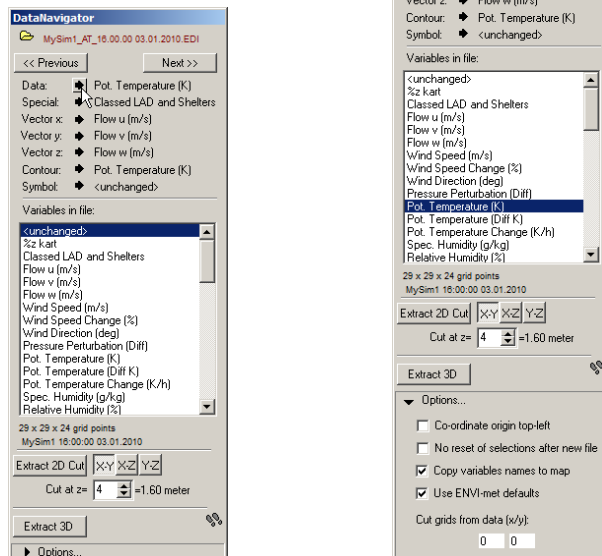




εικόνα 4.4.1.2  
Δημιουργία νέου χάρτη



εικόνα 4.4.1.3  
Άνοιγμα του data navigator



εικόνα 4.4.1.4  
Data navigator

Επιλέγοντας το κίτρινο φακελάκι επάνω αριστερά (εικ.4.4.1.4) ανοίγει η μάσκα αναζήτησης των windows και επιλέγουμε το αρχείο .EDI που θέλουμε, το Leonardo διαβάζει το αρχείο δεδομένων και δημιουργεί τη λίστα μεταβλητών που αποθηκεύονται στο αρχείο. Στο κάτω μέρος της λίστας εμφανίζονται το όνομα και οι διαστάσεις της προσομοίωσης.

Για να αντιστοιχίσουμε τις μεταβλητές με τα layers, επιλέγοντας από τη λίστα τη μεταβλητή και Επιλέγουμε το κουμπί ανάθεσης που βρίσκεται δίπλα στο layer που επιθυμούμε να την αναθέσουμε.

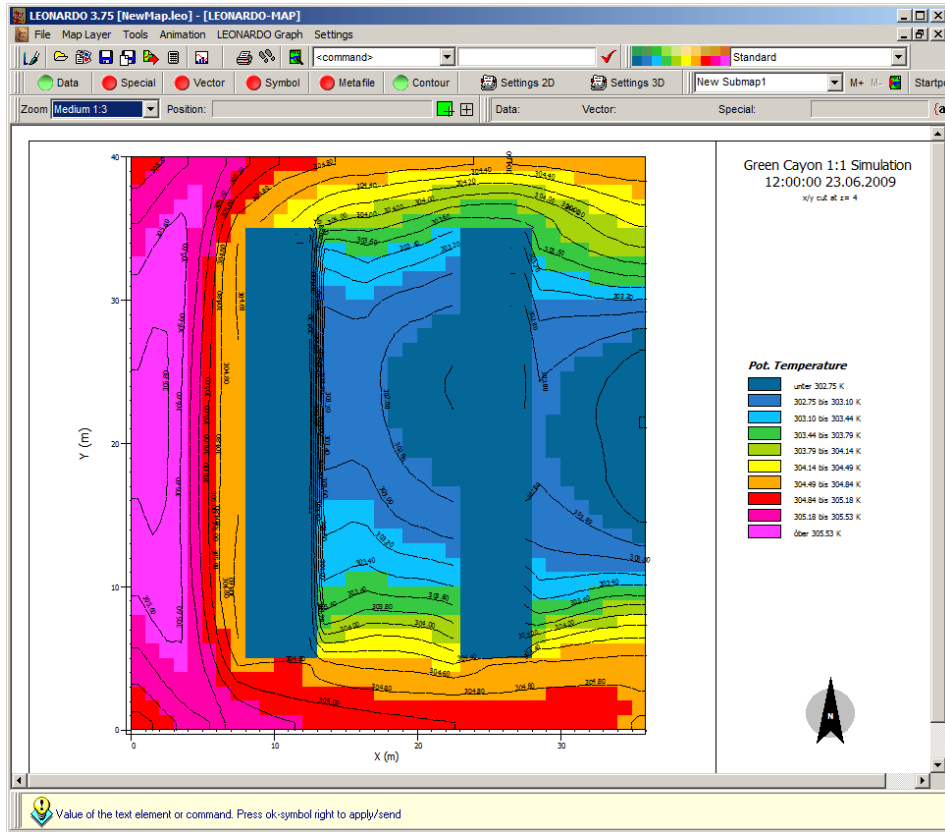
Καλύτερα είναι στις επιλογές (options) να είναι τσεκαρισμένο το “use envi-met defaults” όπου προτείνει την καλύτερη σύνδεση μεταξύ layers και μεταβλητών και εμείς επιλέγουμε μεταβλητή μόνο για το data και contour.

Μετά την σύνδεση των layers με τα δεδομένα για να δημιουργήσουμε ένα δισδιάστατο χάρτη επιλέγουμε το ύψος ή βάθος (σε αριθμό κελιών) και το επίπεδο κοπής. Επιλέγοντας το “Extract 2D cut” δημιουργούμε το χάρτη.

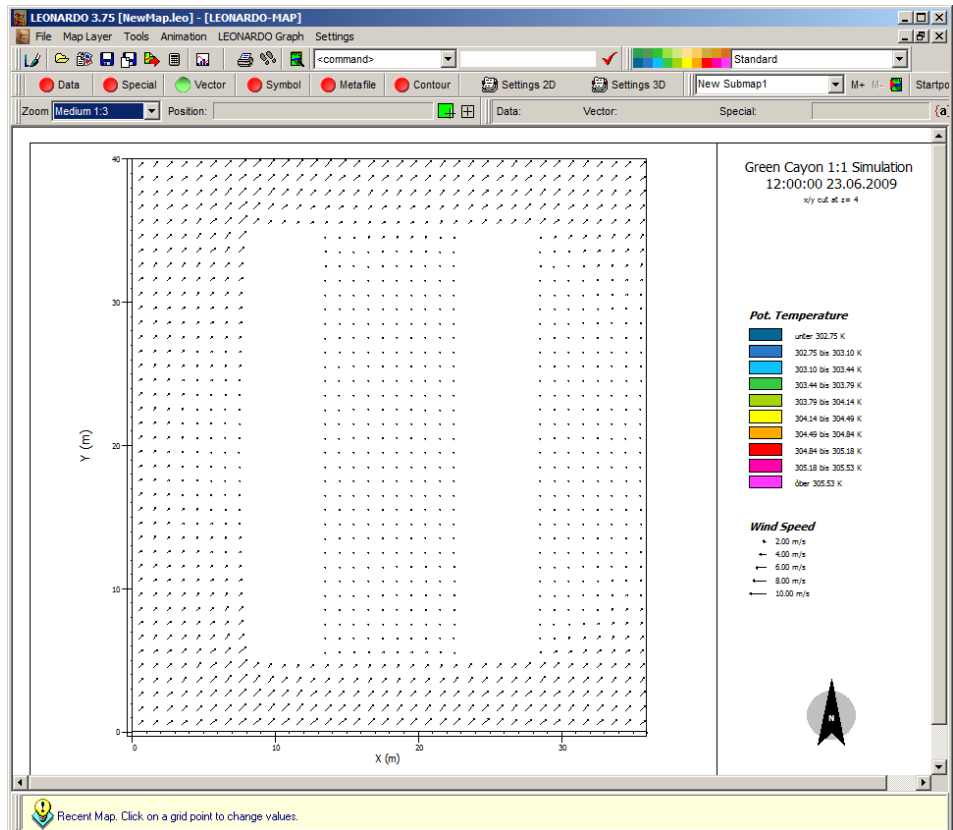
Σε συνέχεια του παραδείγματος (Canyon\_1to1green.in, εικ. 4.2.1.4) βλέπουμε στην εικόνα 4.4.1.5 μια απεικόνιση της θερμοκρασίας με χρώματα και ισοϋψείς (τα layers data και contour είναι ενεργοποιημένα) ενώ στη εικόνα 4.4.1.6 μία απεικόνιση της ροής του ανέμου (το layer vector είναι ενεργοποιημένο).

Στο παράδειγμα το ύψος κοπής είναι z=4 κελιά, δηλαδή στα δύο μέτρα ύψος, άρα στην περιοχή των κτιρίων η θερμοκρασία μένει σταθερή (κάτω από  $302,75^{\circ}\text{K} = 29.60^{\circ}\text{C}$ ) με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αυτά τα ορθογώνια με ομοιόμορφο χρώμα.

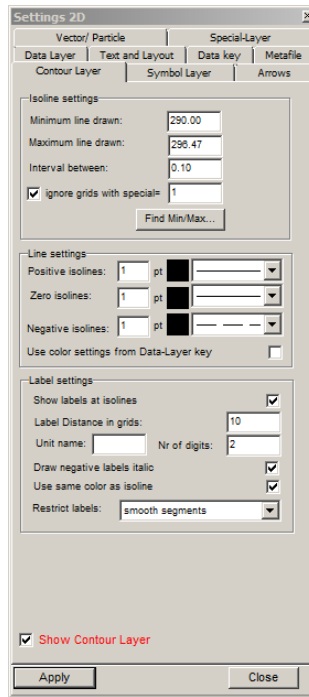
Για τον έλεγχο της μορφής απεικόνισης στο κάθε layer (π.χ. επιλογή χρωμάτων, μέγεθος διανυσμάτων, μορφή ισοϋψών κλπ) επιλέγουμε “Settings 2D” (εικ. 4.4.1.7).



εικόνα 4.4.1.5  
Απεικόνιση της θερμοκρασίας με χρώματα και ισοϋψείς  
(layers data και contour)



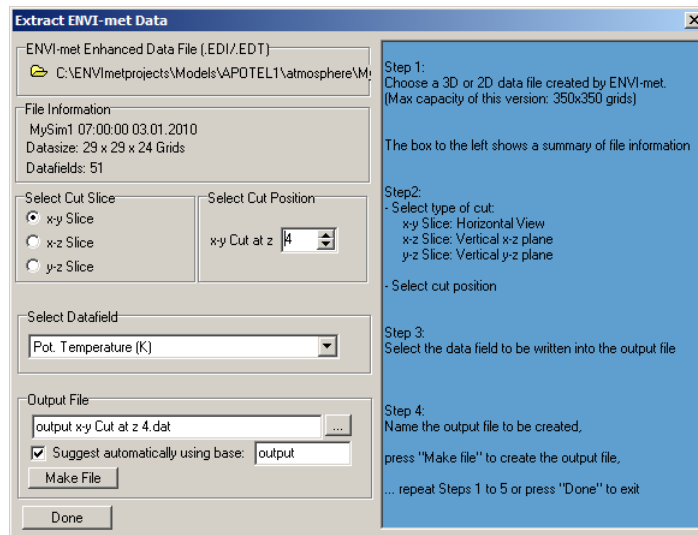
εικόνα 4.4.1.6  
Απεικόνιση της ταχύτητας του ανέμου (layer vector)



εικόνα 4.4.1.7  
Settings 2D

#### 4.4.2 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Extract

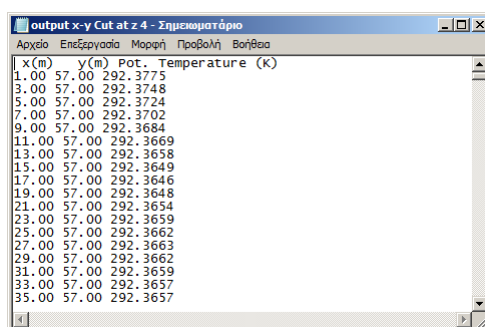
Επιλέγοντας το τέταρτο εικονίδιο της κύριας μπάρας (εικ.4.2.1) ανοίγει η εφαρμογή extract (εικ.4.4.2.1), η οποία μας βοηθάει να εξάγουμε τα αποτελέσματα της μεταβλητής που επιθυμούμε στο επίπεδο που επιθυμούμε σε ένα ξεχωριστό αρχείο.



εικόνα 4.4.2.1  
Extract

Επιλέγοντας το κίτρινο φακελάκι επάνω αριστερά ανοίγει η μάσκα αναζήτησης των windows και επιλέγουμε το αρχείο .EDI που θέλουμε, επιλέγουμε επίπεδο και ύψος κοπής, στο πεδίο “select datafield” την μεταβλητή και στο “output file” το όνομα και τη θέση του αρχείου.

Επιλέγουμε “make file” για να δημιουργήσουμε το αρχείο το οποίο μπορούμε να ανοίξουμε με το σημειωματάριο ή να το εισάγουμε στο excel (εικ.4.4.2.2).

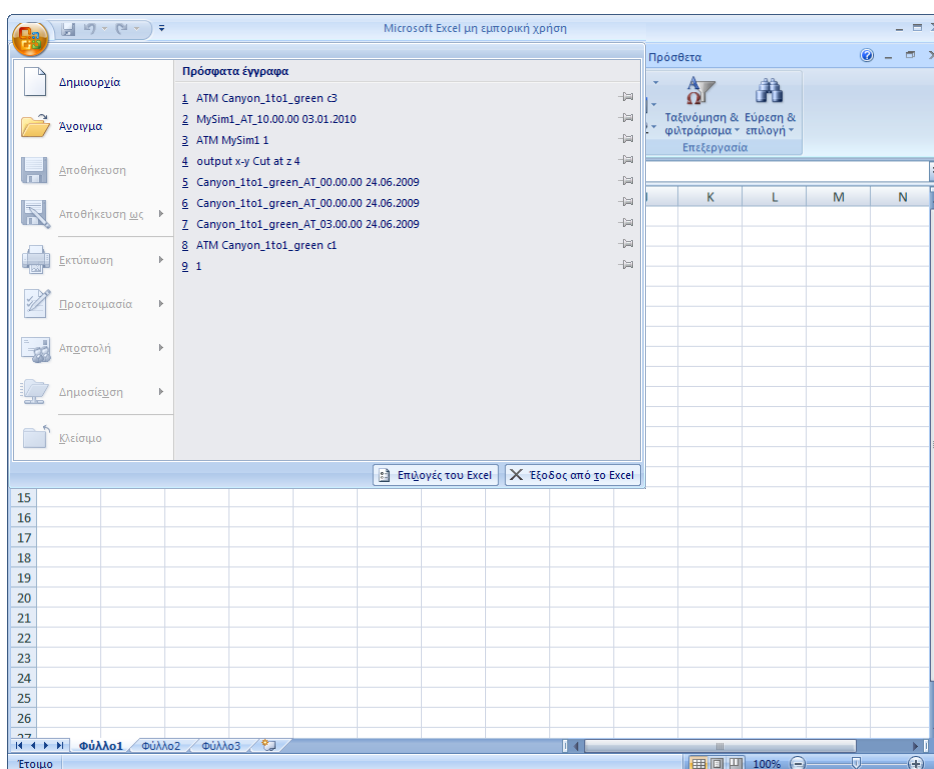


εικόνα 4.4.2.2  
Αρχείο δεδομένων σε μορφή txt με τη βοήθεια του Extract

#### 4.4.3 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Microsoft excel ή του open office

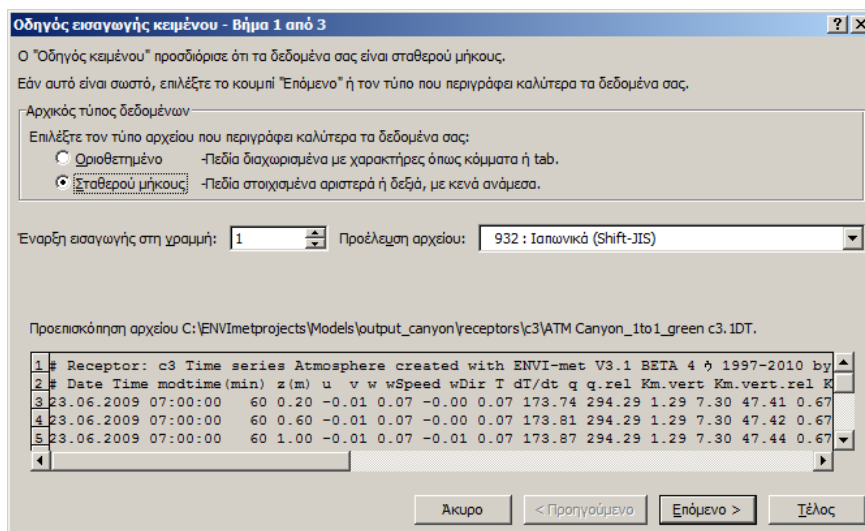
Οποιοδήποτε αρχείο εξαγωγής δεδομένων μπορούμε να το εισάγουμε στο Microsoft excel και με την κατάλληλη επεξεργασία των τιμών να κάνουμε τα διαγράμματα που επιθυμούμε.

Ο τρόπος για να εισάγουμε αρχεία δεδομένων στο Microsoft excel είναι εξαιρετικά απλός. Αφού εκκινήσουμε το πρόγραμμα από το μενού Αρχείο => άνοιγμα, για παλαιότερες εκδόσεις, ή επιλέγοντας το “κουμπί office” για την έκδοση του Microsoft excel 2007 (εικ.4.4.3.1) και μετά άνοιγμα ανοίγει η μάσκα εξερεύνησης των windows και επιλέγουμε τα αρχεία δεδομένων που θέλουμε. Παράδειγμα το αρχείο της ατμόσφαιρας του receptor c3 από το Canyon\_1to1green.in, (εικ. 4.2.1.6).



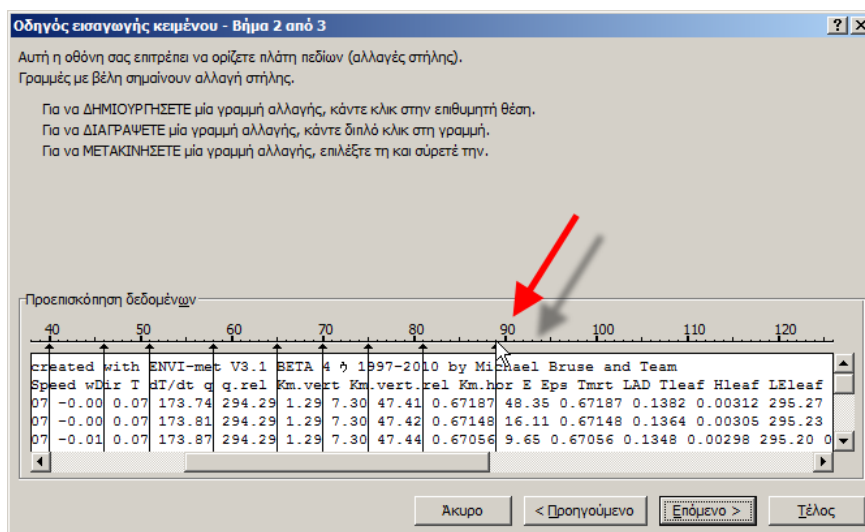
εικόνα 4.4.3.1  
Microsoft excel 2007 άνοιγμα αρχείου

Όταν επιλέξουμε το αρχείο και πατήσουμε άνοιγμα εμφανίζεται στην οθόνη ο οδηγός εισαγωγής κειμένου (εικ.4.4.3.2).



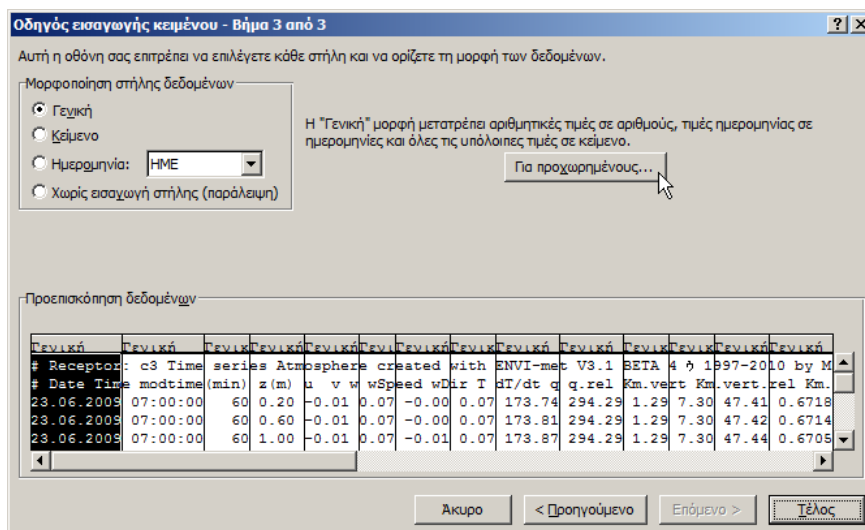
εικόνα 4.4.3.2  
Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 1 από 3

Επιλέγουμε σαν τύπο αρχείου “σταθερού μήκους” και προχωράμε στο επόμενο βήμα επιλέγοντας το κουμπί “επόμενο”.



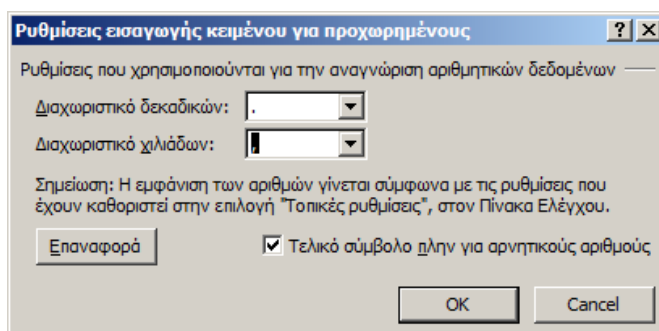
εικόνα 4.4.3.3  
Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 2 από 3

Σε αυτό το βήμα (εικ.4.4.3.3) ορίζουμε τις στήλες που θέλουμε να χωριστούν τα δεδομένα μας, κάνοντας απλά αριστερό “κλικ” με το ποντίκι πάνω στη γραμμή του χάρακα οριοθετούμε τις στήλες και τα πλάτη τους. Όταν ολοκληρώσουμε προχωράμε στο επόμενο βήμα.



εικόνα 4.4.3.4  
Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 3 από 3

Στο τρίτο βήμα (εικ.4.4.3.4) ορίζουμε την μορφή που θέλουμε να έχουν τα δεδομένα σε κάθε στήλη. Επιλέγουμε την στήλη που επιθυμούμε και την μορφή που θέλουμε να έχει από τις επιλογές “μορφοποίηση στήλης δεδομένων”. Στη συνέχεια επιλέγουμε το πεδίο “για προχωρημένους” και εμφανίζεται στην οθόνη το παράθυρο ρυθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση αριθμητικών δεδομένων (εικ. 4.4.3.4).



εικόνα 4.4.3.5  
Παράθυρο ρυθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση αριθμητικών δεδομένων

Σαν διαχωριστικό δεκαδικών επιλέγουμε την τελεία και σαν διαχωριστικό χιλιάδων το κόμμα, διότι αυτά χρησιμοποιούνται στα αρχεία δεδομένων του Envi-met. Στη συνέχεια επιλέγουμε “οκ” και “τέλος”.

Τα δεδομένα μας έχουν εισαχθεί πλέον στο excel σε μορφή πίνακα (εικ.4.4.3.5) και είναι πλέον εύκολο να τα επεξεργαστούμε. Μπορούμε να διαγράψουμε δεδομένα που δεν χρειαζόμαστε ή να τα κατηγοριοποιήσουμε. Για παράδειγμα στην εικόνα 4.4.3.6 αφού διαγράφηκαν οι κατάλληλες γραμμές και στήλες έμειναν τα δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου και της θερμοκρασίας για το ύψος των 1,80m ανά μία ώρα.

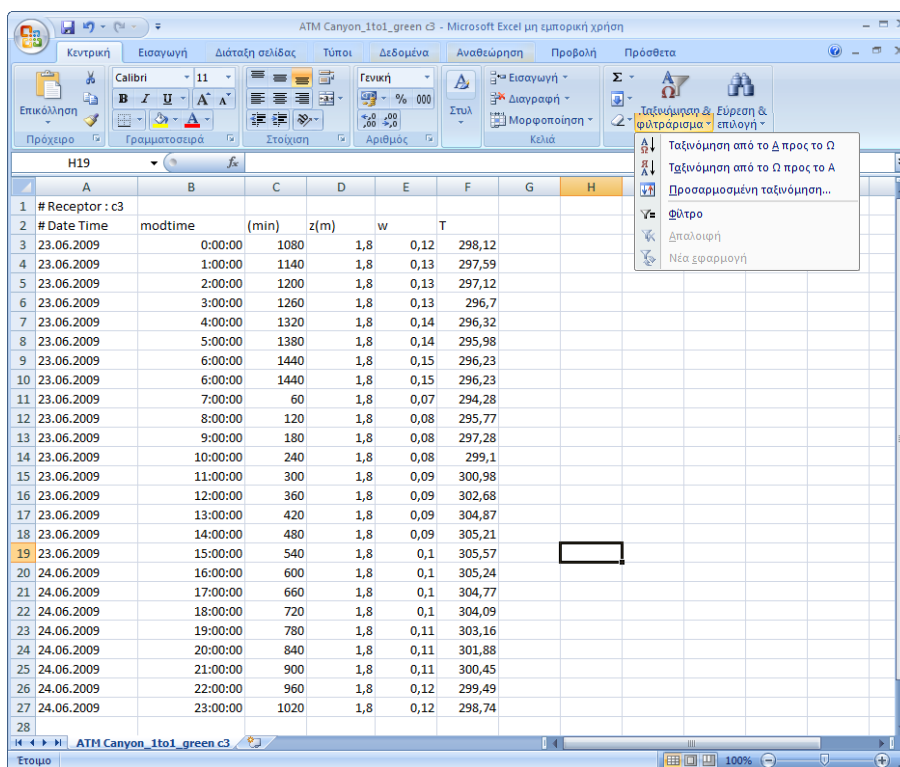
# Receptor: c3	Date Time	Time modtime (min)	series z(m)	elevation (m)	atmospheric pressure (hPa)	wind speed (m/s)	ENVI-ment V3.1	BETA	4*1	997-20	10 by M			
2	23.06.2005	7:00:00	60	0,2	-0,01	0,07	0,07	173,74	294,29	1,29	7,3	47,41	0,6718	
4	23.06.2005	7:00:00	60	0,6	-0,01	0,07	0	0,07	173,81	294,29	1,29	7,3	47,42	0,6714
5	23.06.2005	7:00:00	60	1	-0,01	0,07	-0,01	0,07	173,87	294,29	1,29	7,3	47,44	0,6705
6	23.06.2005	7:00:00	60	1,4	-0,01	0,07	-0,01	0,07	173,96	294,28	1,28	7,3	47,45	0,6689
7	23.06.2005	7:00:00	60	1,8	-0,01	0,07	-0,01	0,07	174,05	294,28	1,28	7,3	47,47	0,6664
8	23.06.2005	7:00:00	60	3	-0,01	0,07	-0,02	0,08	174,36	294,27	1,27	7,3	47,53	0,6560
9	23.06.2005	7:00:00	60	5	-0,01	0,07	-0,04	0,08	174,67	294,24	1,24	7,31	47,67	0,6127
10	23.06.2005	7:00:00	60	7	-0,01	0,08	-0,05	0,09	173,51	294,21	1,21	7,33	47,85	0,5618
11	23.06.2005	7:00:00	60	9	-0,01	0,08	-0,07	0,1	170,09	294,18	1,18	7,34	48,01	0,5526
12	23.06.2005	7:00:00	60	11	-0,02	0,8	-0,1	0,0,1	3 165,9	6 294,1	7 1,1	7 7,3	4 48,0	9 0,6215
13	23.06.2005	7:00:00	60	13	-0,02	0	7 -0,1	3 0,1	5 167,0	2 294,1	7 1,1	7 7,3	3 47,9	8 0,7753
14	23.06.2005	7:00:00	60	15	0,02	0,07	-0,12	0,14	194,46	294,19	1,19	7,3	47,75	0,995
15	23.06.2005	7:00:00	60	17	0,29	0,07	-0,03	0,3	255,9	294,23	1,23	7,27	47,44	1,2968
16	23.06.2005	7:00:00	60	19	0,99	0,08	0,07	1	265,48	294,26	1,25	7,24	47,14	1,4695
17	23.06.2005	7:00:00	60	21	1,9	0,07	0,08	1,9	267,79	294,28	1,28	7,2	46,83	1,4763
18	23.06.2005	7:00:00	60	23	2,84	0,06	0,01	2,84	268,82	294,29	1,29	7,16	46,53	1,334
19	23.06.2005	7:00:00	60	25	3,66	0,04	-0,06	3,66	269,34	294,26	1,26	7,12	46,34	1,1668
20	23.06.2005	7:00:00	60	27	4,18	0,03	-0,11	4,18	269,53	294,2	1,2	7,09	46,36	1,0663
21	23.06.2005	7:00:00	60	29	4,42	0,03	-0,13	4,42	269,59	294,09	1,09	7,08	46,57	1,1306
22	23.06.2005	7:00:00	60	31	4,5	0,03	-0,14	4,5	269,6	293,97	0,97	7,07	46,87	1,411
23	23.06.2005	7:00:00	60	33	4,51	0,03	-0,14	4,51	269,6	293,86	0,86	7,07	47,17	1,886
24	23.06.2005	7:00:00	60	35	4,49	0,03	-0,14	4,49	269,59	293,77	0,77	7,07	47,44	2,4943
25	23.06.2005	7:00:00	60	37	4,44	0,03	-0,13	4,44	269,57	293,69	0,69	7,07	47,66	3,1587
26	23.06.2005	7:00:00	60	39	4,37	0,03	-0,12	4,37	269,56	293,62	0,62	7,07	47,86	3,7956

εικόνα 4.4.3.6  
Microsoft excel 2007 εισαγωγή δεδομένων

# Receptor: c3	Date Time	Time modtime (min)	series z(m)	wSpe	T	
3	23.06.2009	7:00:00	60	1,8	0,07	294,28
4	23.06.2009	9:00:00	180	1,8	0,08	297,28
5	23.06.2009	10:00:00	240	1,8	0,08	299,1
6	23.06.2009	11:00:00	300	1,8	0,09	300,98
7	23.06.2009	12:00:00	360	1,8	0,09	302,68
8	23.06.2009	13:00:00	420	1,8	0,09	304,87
9	23.06.2009	14:00:00	480	1,8	0,09	305,21
10	23.06.2009	15:00:00	540	1,8	0,09	305,57
11	23.06.2009	16:00:00	600	1,8	0,1	305,24
12	23.06.2009	17:00:00	660	1,8	0,1	304,77
13	23.06.2009	18:00:00	720	1,8	0,1	304,09
14	23.06.2009	19:00:00	780	1,8	0,1	303,16
15	23.06.2009	20:00:00	840	1,8	0,11	301,88
16	23.06.2009	22:00:00	960	1,8	0,11	299,49
17	23.06.2009	23:00:00	1020	1,8	0,12	298,74
18	24.06.2009	0:00:00	1080	1,8	0,12	298,12
19	24.06.2009	1:00:00	1140	1,8	0,12	297,59
20	24.06.2009	2:00:00	1200	1,8	0,13	297,12
21	24.06.2009	3:00:00	1260	1,8	0,13	296,7
22	24.06.2009	4:00:00	1320	1,8	0,13	296,32
23	24.06.2009	5:00:00	1380	1,8	0,14	295,98
24	24.06.2009	6:00:00	1440	1,8	0,14	296,23
25	24.06.2009	6:00:00	1440	1,8	0,14	296,23

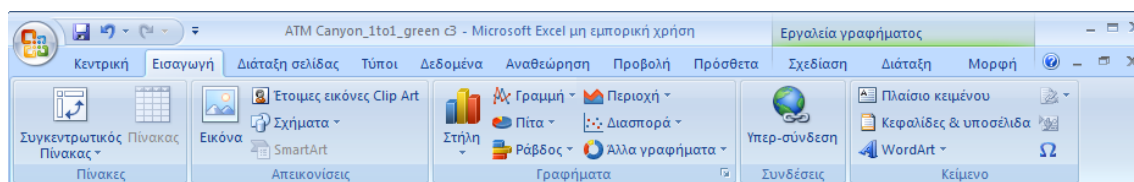
εικόνα 4.4.3.7  
Microsoft excel 2007 επεξεργασία δεδομένων



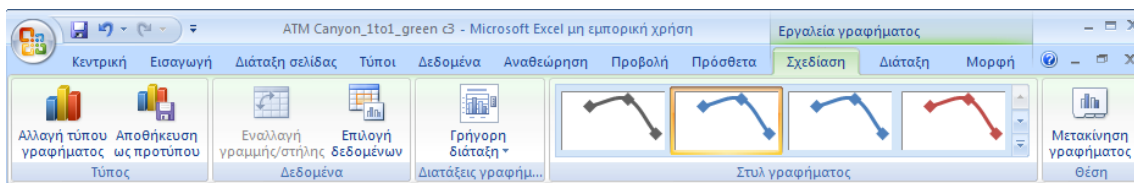


εικόνα 4.4.3.8  
Microsoft excel 2007 ταξινόμηση

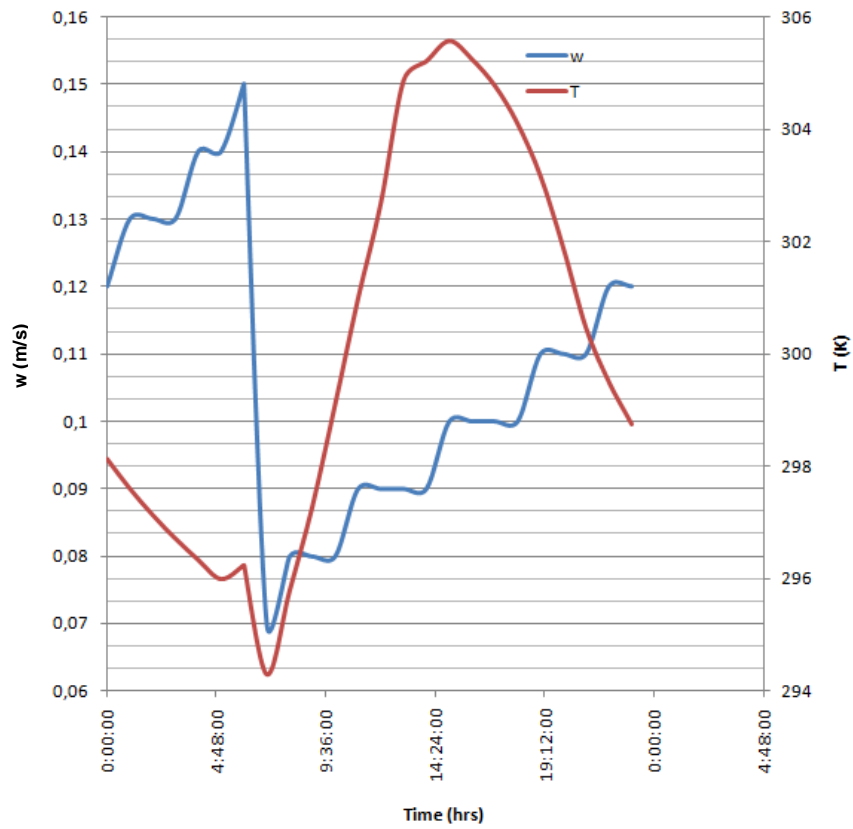
Στη συνέχεια αφού ταξινομήθηκαν με βάση την ώρα κατά αύξουσα σειρά (εικ.4.4.3.7) από τη καρτέλα “εισαγωγή” επιλέχθηκε ο κατάλληλος τύπος γραφήματος (π.χ. διασπορά) (εικ.4.4.3.8). Η εισαγωγή δεδομένων στο γράφημα και η επεξεργασία του έγινε από την καρτέλα “εργαλεία γραφήματος” (εικ.4.4.3.9).



εικόνα 4.4.3.9  
Microsoft excel 2007 καρτέλα “εισαγωγή”



εικόνα 4.4.3.10  
Microsoft excel 2007 καρτέλα “εργαλεία γραφήματος”



σχήμα 4.4.3.1  
 Microsoft excel 2007 γράφημα της ταχύτητας του ανέμου και της θερμοκρασίας σε σχέση με το χρόνο  
 (παράδειγμα Canyon\_1to1green.in)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

---

*Περιοχή αντικείμενο της έρευνας*

## 5.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή του Δήμου Νέας Σμύρνης

Λίγους μήνες μετά από την Μικρασιατική καταστροφή, ο Τοποτηρητής της Ιεράς Μητρόπολης Σμύρνης Βασίλειος Παπαδόπουλος, μέλη της Δημογεροντίας και της Κεντρικής Επιτροπής της Σμύρνης, αρχίζουν τις πρώτες ενέργειες για τη στέγαση των Σμυρναίων προσφύγων.

Η υπογραφή της συνθήκης της Λωζάννης, τον Ιούλιο του 1923, αλλά και η προγενέστερη απόφαση ανταλλαγής πληθυσμών τον Ιανουάριο του ίδιου έτους, επισπεύδουν το ζήτημα.

Η τελική επιλογή του χώρου από τους Σμυρνιούς δεν είναι τυχαία. Η περιοχή, που θα κτισθεί τελικά η Ν. Σμύρνη, βρίσκεται κοντά στην Αθήνα και τον Πειραιά συνδεδεμένη οδικά μαζί τους. Η αξία της γης δεν είναι μεγάλη και επιπλέον η περιοχή περιλαμβάνεται στο « Νέο Σχέδιο Αθηνών», που επεξεργάζεται ο πολεοδόμος Πέτρος Καλλιγιάς. Είκοσι μέρες μετά την υπογραφή της συνθήκης της Λωζάννης, υπογράφεται από το Ν. Πλαστήρα το 8/14 Αυγούστου 1923 Ν.Δ. « Περί αναγκαστικής απαλλοτρίωσης γηπέδου παρά την Λεωφόρο Συγγρού».

Το 1924 Δημοσιεύεται το «ΝΕΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ» της «Επιτροπής Καλλιγιά» που περιλαμβάνει και τον « ΑΣΤΙΚΟ ΣΥΝΟΙΚΙΣΜΟ ΤΩΝ ΕΚ ΣΜΥΡΝΗΣ ΠΡΟΣΦΥΓΩΝ».

Ταυτόχρονα εκδηλώνονται ισχυρότατες αντιδράσεις ιδιοκτητών, που θίγονται από την εφαρμογή του Σχεδίου, ανάμεσά τους και ιδιοκτητών γης της περιοχής που θα χτισθεί η Ν. Σμύρνη. Οι αντιδράσεις καταλήγουν το 1926 στην κατάργησή του.

Ωστόσο το σχέδιο της Ν. Σμύρνης εφαρμόζεται με μικρές τροποποιήσεις. Χαρακτηριστικό σημείο του σχεδίου ήταν η αύξηση του πρότυπου πλάτους των οδών, που ακόμη και σήμερα μπορούμε να εκτιμήσουμε τις ευεργετικές του συνέπειες. Η περιοχή χωρίζεται σε 3 κατηγορίες οικοπέδων, που πρόκειται να διανεμηθούν με κλήρωση. Το ποσό που κατέβαλε ο δικαιούχος ήταν μεγαλύτερο στην Α' και μικρότερο στη Γ' κατηγορία. Η αξία των οικοπέδων που προορίζονται για έργα κοινής ωφέλειας στον οικισμό, επιβαρύνει αναλογικά όλους τους δικαιούχους. Η Νέα Σμύρνη αρχίζει να οικοδομείται το 1926. Αυτόν το χρόνο εκδίδονται 13 άδειες και κτίζονται τα πρώτα σπίτια.

Οι πρώτοι κάτοικοι μέσα σε αντίξοες συνθήκες έχουν να αντιμετωπίσουν την ανυπαρξία οποιασδήποτε υποδομής, καθώς και τις βίαιες αντιδράσεις των πρώην ιδιοκτητών των εκτάσεων. Στην απογραφή του 1928 ο οικισμός παρουσιάζει πληθυσμό 210 κατοίκων. Παράλληλα αρχίζει και αναπτύσσεται έντονη κοινωνική δραστηριότητα. Το 1928 ιδρύεται η « Ένωσις Αστών Προσφύγων Ν. Σμύρνης», ενώ το 1930 δημιουργείται η « ΛΕΣΧΗ» που θα μετεξελιχθεί στη σημερινή « ΕΣΤΙΑ» Ν. Σμύρνης. Από το 1929 λειτουργεί το πρώτο Δημοτικό Σχολείο σε ξύλινο οικοδόμημα στη σημερινή Πλατεία Ταχυδρομείου, ενώ οι πρώτοι κάτοικοι εκκλησιάζονται στο προσωρινό εκκλησάκι της Αγ. Φωτεινής, στο χώρο που το 1924 θεμελιώθηκε ο σημερινός ναός. Κύριο πρόβλημα της πόλης, που αντιμετωπίζουν όλοι οι ιδιοκτήτες των οικοπέδων, παραμένει αυτό της κατασκευής της κατοικίας.

Το 1928 με την επανεμφάνιση του Βενιζέλου στην ενεργό πολιτική, προκηρύσσεται διεθνής πρόσκληση ενδιαφέροντος και καλείται η γαλλική εταιρεία «SOCIÉTÉ IMMOBILIÉRE DU BOULEVARD HAUSSMANN» να αναλάβει την οικοδόμηση του οικισμού.

Η διαφήμιση της « μελλοντικής κηπούπολης» που ακολουθεί είναι τεράστια και το ενδιαφέρον των Αθηναίων να αποκτήσουν κατοικία σε αυτήν, αντίστοιχο.

Έτσι πολλοί πρόσφυγες που δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να χτίσουν, πουλάνε τα οικόπεδά τους.

Μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται η κοινωνική ανάμιξη ανάμεσα στις δύο ομόλογες αστικές ομάδες. Η «SOCIÉTÉ HAUSSMANN» δεν γίνεται τελικά δυνατό να αναλάβει το έργο, κυρίως λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης που γίνεται αισθητή και στην Ελλάδα και κηρύσσεται έκπτωτη (1932).

Το γεγονός όμως αυτό δεν αλλάζει και πολύ τη ροή των πραγμάτων. Οι βάσεις της ανάπτυξης αυτού, του μεγαλοαστικού για την εποχή οικισμού, έχουν ήδη τεθεί και το μέλλον του είναι προδιαγεγραμμένο.

Στο χρονικό διάστημα των ετών 1933-1940, ουσιαστικά η Ν. Σμύρνη μεταβάλλεται σε πόλη. Ο πληθυσμός της από 6500 κατοίκους το 1934, φτάνει στις παραμονές του πολέμου στους 15114, για να καταλήξει το 2008, στους 120000 κατοίκους περίπου.

Η δημιουργία της πόλης, η οργάνωσή της, η αύξηση του πληθυσμού της δεν είναι μόνο το αποτέλεσμα των ιστορικών, πολιτικών και κοινωνικών συνθηκών που επικράτησαν στην Ελλάδα από την απελευθέρωση και μετά, αλλά είναι συνέπεια της δημιουργικής δύναμης των αστών, κυρίως κατοίκων της.

Το 1934 η Ν. Σμύρνη γίνεται επίσημα κοινότητα.

Το Άλσος της Ν. Σμύρνης δεντροφυτεύτηκε από το 1926 και παραδόθηκε στους κατοίκους το 1928. Η συγκοινωνία στη Ν. Σμύρνη εξυπηρετούταν από τα λεωφορεία Φαλήρου και Καλλιθέας καθώς και από το τραμ. Από το 1929 υπάρχουν λεωφορεία «Ν. Σμύρνης» που τερματίζουν στη « Στροφή», ενώ από το 1935 τερματίζουν στην πλατεία, μπροστά από του κατάστημα του Βουλγουρίδη. Λίγο αργότερα θα προστεθούν και τα κίτρινα λεωφορεία της «ΠΑΟΥΕΡ». Από το 1938 και μέχρι το 1940 δημιουργούνται στο ανατολικό μέρος του οικισμού οι συνοικισμοί ΝΕΑ ΑΜΕΝΙΑ- ΝΕΑ ΤΡΑΠΕΖΟΥΣ (Λουτρά)- ΝΕΑ ΤΑΤΑΥΛΑ, που αποτελούν και τη μοναδική περίπτωση κρατικής οικιστικής παρέμβασης στη Ν. Σμύρνη. ΟΦΑΡΟΣ θεωρείται γειτονιά της Ν. Σμύρνης από το 1930 και μετέχει στις εκλογές του 1934. Στα μέσα της 10ετίας του '30 δημιουργείται και το νεκροταφείο της Ν. Σμύρνης. Όρια της πόλης από τα ανατολικά θεωρείται το ρέμα που καταλήγει στο ΦΑΛΗΡΟ (ENTEN) και που πέρα απ' αυτό υπάρχει το «χωριό» Μπραχάμι. Νότια σύνορα ο Βουρλοπόταμος (ΑΜΦΙΘΕΑ) αραιοκατοικημένος και με πολλά αγροκτήματα. Βόρεια το Δουργούτι (Ν. Κόσμος) και το Κατσιπόδι (Δάφνη). Δυτικά η

Λεωφόρος Συγγρού. Η πλειοψηφία του πληθυσμού της Ν. Σμύρνης σ' αυτή την περίοδο είναι κυρίως υπάλληλοι που εργάζονται στην Αθήνα και στον Πειραιά, ενώ οι εργάτες, λιγότεροι σ' αναλογία, κατοικούν κυρίως στις ακραίες συνοικίες της (Φάρο, Ταταύλα, Αγία Παρασκευή).

Το 1944 η πόλη γίνεται Δήμος.

Η Ν. Σμύρνη το 1945 είναι μία πόλη με έκταση 300Ha (έχουν προστεθεί στις δύο αρχικές απαλλοτριώσεις, ο Φάρος, τμήμα του Αγ. Σώστη και το Νεκροταφείο) και πληθυσμό, περίπου, 20000 κατοίκων. Τα ίχνη της Κατοχής και των πρόσφατων Δεκεμβριανών μαχών, είναι έντονα πάνω της. Μέσα στην Ταραγμένη εικοσαετία που ακολουθεί, σε μία Αθήνα που παίρνει εκρηκτικές διαστάσεις, η Ν. Σμύρνη αλλάζει, ενσωματώνεται σ' αυτής, χάνοντας σιγά- σιγά τον ιδιαίτερο τοπικό χαρακτήρα της. Η πόλη επεκτείνεται κυρίως ανατολικά και νότια, στις περιοχές: Φάρου- Λουτρών –Νεκροταφείου- Βουρλοπόταμου, καταλαμβάνοντας μέχρι το 1960 όλη της την έκταση.

Στο σχέδιο της Ν. Σμύρνης εντάσσονται μεταπολεμικά: α) τμήμα της περιοχής Φάρου, β) η περιοχή ανατολικά της Ευξείνου Πόντου (πρώην «κτήμα Κέλλερ»), γ) τα Μυτηληναίικα , δ) η περιοχή Παπαστράτου και ε) η περιοχή Αγ. Αναργύρων.

Ο πληθυσμός αυξάνεται:	1951	22074
	1961	32856
	1971	42512

Τα κυριότερα και πιο άμεσα προβλήματα της περιόδου αυτής, αφορούν τη συμπλήρωση της τεχνικής και κοινωνικής υποδομής της πόλης. Η οδοποιία, η κάλυψη ρεμάτων, η συγκοινωνία, ο ηλεκτροφωτισμός, η ύδρευση και αποχέτευση, τα σχολικά κτίρια, η καθαριότητα και η υγιεινή, είναι προβλήματα για την επίλυση των οποίων πιέζουν Δήμος και δημότες.

Μέσα στην εικοσαετία κτίζονται: το 1ο, 2ο και 3ο Δημοτικό, η Ευαγγελική Σχολή ( Α. Κοραή και Αγ. Ανδρέου), τα Εκπαιδευτήρια της Εστίας και η Ωνάσειος Σχολή, το Λεόντειο Λύκειο, ενώ πολλά ιδιωτικά σχολεία (Παλλάδιο, Καρούση κ.α.) έρχονται να προστεθούν στα προϋπάρχοντα του Νεσλιχανίδη, του Ξενοπούλου και την Ιωνική Σχολή. Επίσης οικοδομείται ο ναός της Αγ. Παρασκευής, ενώ στην Αγ. Φωτεινή τοποθετείται το 1946, το ξύλινο τέμπλο του ναού του Αγ. Ιωάννου της Σμύρνης.

Οι δεκαετίες 1950 και 1960 είναι η «χρυσή» εποχή των κινηματογράφων. Το 1946 υπάρχουν επτά κινηματογράφοι στην Ν. Σμύρνη. Το 1955 αρχίζει η οικοδόμηση του μεγάρου της Εστίας, που ολοκληρώνεται στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Το εμπορικό κέντρο επεκτείνεται κυρίως κατά μήκος των μεγάλων οδικών αρτηριών. Η πόλη εξωραϊζεται και το 1965 στήνεται στην είσοδο της, ανδριάντας του Χρυσοστόμου, έργο του Θ. Απάρτη. Ο ένας μετά τον άλλον, χώροι που ανήκουν στον Δήμο παραχωρούνται είτε για ανέγερση, κυρίως, σχολικών κτιρίων, είτε για να οικοπεδοποιηθούν (περιοχή Σταδίου, περιοχή Καλλικρατείας- Κερασούντος- Ευξείνου

Πόντου κ.α). Το κτήμα Χρυσάκη πουλιέται για να κτισθεί εκεί το Λεόντειο Λύκειο. Καμιά πρόβλεψη δεν γίνεται, την εποχή αυτή, για δέσμευση χώρων, εν όψει της ραγδαίας ανάπτυξης της πόλης. Στον τομέα της κατοικίας συνεχίζεται η αυτοστέγαση, με μέτρια έως κακή ποιότητα οικοδομών στις περιοχές επέκτασης, ενώ οι πρώτες πολυκατοικίες εμφανίζονται το 1955-1960 στο χώρο της «στροφής» και της Πλατείας.

Οι πιέσεις για αύξηση των ορόφων πάνω από τα 11 μέτρα αρχίζουν στις αρχές της δεκαετίας του '60. Ο ερχομός της δικτατορίας, βρίσκει δήμαρχο της πόλης τον Α. Παπαθανασίου, ο οποίος παραμένει στη θέση του μέχρι το 1972. Από το 1972 μέχρι τη μεταπολίτευση, διορίζονται κατά σειρά δήμαρχοι, οι Στυμφαλιδής, Καμπαλούρης και Ι. Ρόκας. Την περίοδο αυτή συνεχίζονται και εντείνονται οι τάσεις που περιγράψαμε πιο πάνω. Την αύξηση κατά ένα όροφο που θα δοθεί στις οικοδομές, θα ακολουθήσουν άλλες αργότερα και οι συνέπειες αυτής της πολιτικής θα γίνουν ιδιαίτερα αισθητές με τον υπερδιπλασιασμό του πληθυσμού της πόλης τις επόμενες δεκαετίες.

Σημαντικότερα έργα την περίοδο 1967-1974 που έγιναν στη Ν. Σμύρνη είναι:

- η διαμόρφωση της κεντρικής πλατείας
- τα σχολικά κτίρια: της Ευαγγελικής και του Ε΄ Γυμνασίου (Ε. Πόντου- Λέσβου), του 2ου και 3ου Γυμνασίου ( Νικομηδείας 77) και του 1ου Δημοτικού (Α. Κοραή 20).
- η διαμόρφωση της εισόδου της πόλης και των πλατειών Σκαντζουράκη, Ηρώων Κύπρου κ.α.
- ασφαλτοστρώσεις
- επέκταση του ΚΘ΄ κεντρ. Αγωγού αποχέτευσης.

Στα μέσα της δεκαετίας του '70, η Ν. Σμύρνη είναι μία πόλη περίπου 50000 κατοίκων, που έχει πάρει σχεδόν τη σημερινή της έκταση- απομένει η ένταξη της περιοχής Δέγλερη- και που με τη συνεχή αύξηση του πληθυσμού της, έχει αρχίσει να αναπτύσσεται κατά ύψος. Παράλληλα σημαντικές ελλείψεις παρουσιάζονται στον τεχνικό και κοινωνικό της εξοπλισμό. Ιδιαίτερα οξυμένες είναι αυτές στις περιοχές της Άνω Ν. Σμύρνης.

Σημαντικότερα έργα της περιόδου αυτής είναι:

- Ο πλήρης ηλεκτροφωτισμός της πόλης
- Η αγορά απορριματοφόρων αυτοκινήτων, κάδων και αυτοκινήτων καθαρισμού κάδων
- Η κάλυψη ρεμάτων- αγωγοί ομβρίων
- Η ολοκλήρωση της ασφαλτόστρωσης
- Η δημιουργία 6 παιδικών σταθμών, Κ.Α.Π.Η, Ιατροπαιδαγωγικού Σταθμού

- Η κατασκευή πλατειών: Ειρήνης, Σταδίου, Ραδιοφάρου, Αγ. Παρασκευής, Ομηρείου, Ζαρίφη κ.α. Η αύξηση του ποσοστού του πρασίνου.
- Η οργάνωση πολιτιστικών εκδηλώσεων, « Ιωνικών γιορτών», η δημιουργία Σχολών χορού για 2000 παιδιά.
- Τα επιμορφωτικά επιχορηγούμενα σεμινάρια Πληροφορικής και Τοπικής Ανάπτυξης.
- Οι απαλλοτριώσεις χώρων για σχολικά κτίρια (κτήμα Παπαστράτου, 175 ο.τ.) και
- Η κατασκευή Δημοτικού Γυμναστηρίου και Κολυμβητηρίου.

Την περίοδο αυτή η πληθυσμιακή αύξηση της πόλης παρουσιάζει ρυθμό σαφώς μεγαλύτερο εκείνου του λεκανοπεδίου Αττικής. Ο πληθυσμός της Ν. Σμύρνης από 42512 κατοίκους το 1971, έφτασε τους 67408 το 1981. Ενώ ο σημερινός πληθυσμός της, υπολογίζεται στους 120000 κατοίκους. Η ραγδαία αυτή αύξηση που οφείλεται, κυρίως, στην μετακίνηση κατοίκων του κέντρου προς λιγότερο επιβαρυσμένες περιβαλλοντικά περιοχές, οδηγεί σε μία ανάπτυξη, όπως είπαμε, αποκλειστικά κατά ύψος λόγω της αδυναμίας οποιασδήποτε επέκτασης του δήμου. Συνέπειες αυτής της πληθυσμιακής «έκρηξης» είναι: Η αύξηση της αξίας της γης και των ακινήτων, η αλλοίωση της κοινωνικής σύνθεσης του πληθυσμού και της κοινωνικής ζωής γενικότερα, η μείωση των αναλογούντων αγαθών ανά κάτοικο.

[Πηγή παρ. 5.1 Δήμος Νέας Σμύρνης. Επίσημη ιστοσελίδα [www.neasmyni.gr](http://www.neasmyni.gr)]

## 5.2 Περιοχή αντικείμενο της έρευνας – Κεντρική Πλατεία Νέας Σμύρνης

Όπως έχει προαναφερθεί η περιοχή για την οποία έγινε η έρευνα είναι η κεντρική πλατεία του Δήμου Νέας Σμύρνης.

Η πλατεία έχει έκταση περίπου 12.250 m<sup>2</sup> και περιβάλλεται από:

- την Λεωφόρο Ελευθερίου Βενιζέλου στα Ανατολικά
- την οδό Δευτέρας Μαΐου (πεζόδρομος) στα Νότια
- την οδό Ειρήνης (πεζόδρομος) στα Δυτικά και
- την οδό Εικοστής Πέμπτης Μαρτίου (πεζόδρομος) στα Βόρεια

επίσης στα Βόρεια συνορεύει με τη πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου η οποία εκτείνεται μέχρι το Άλσος της Νέας Σμύρνης και κάτω από την επιφάνεια της έχει κατασκευαστεί κτίριο Υπόγειου Σταθμού Αυτοκινήτων. Η είσοδος και η έξοδος του Σταθμού βρίσκονται επί της οδού Αγ. Φωτεινής. Η ισόγειος επιφάνεια προβλέπεται να διαμορφωθεί σε χώρο πλατείας με χώρους πρασίνου, χώρους καθιστικών και κυκλοφορίας πεζών και προσαρμόζεται στο ανάγλυφο του εδάφους. Μια πεζογέφυρα που κατασκευάζεται πάνω από την Αγ. Φωτεινής ενώνει τα δύο τμήματα της πλατείας και δημιουργεί έναν βασικό άξονα κυκλοφορίας των πεζών από την Κεντρική Πλατεία προς το άλσος της Ν. Σμύρνης.





εικόνα 5.2.1

Τρισδιάστατη απεικόνιση των σχεδίων ανάπλασης της πλατείας Βασιλέως Κωνσταντίνου  
[πηγή Τάκης Γαβρίληςκαι Συνεργάτες. [www.takisgavrilis.gr](http://www.takisgavrilis.gr)]

Η Πρόσβαση με την αστική συγκοινωνία γίνεται με το τραμ: 3, 4 από Σύνταγμα (Στάση Αγίας Φωτεινή) και τις γραμμές λεωφορείου με κοντινή στάση: 130, 218, 232, 134, 135, 136, 137, 219.

Περιβάλλεται από καφετέριες, εστιατόρια και μαγαζιά, εκατοντάδες είναι και τα τραπέζια πάνω στην πλατεία, ενώ πρόσφατα κατασκευάστηκε ένας μικρός παιδότοπος και έγινε ανακαίνιση των σιντριβανιών τα οποία καθαρίστηκαν, βάφτηκαν και εμπλουτίστηκαν με νέους πίδακες και βραδινό φωτισμό. Τέλος η φύτευση της είναι ικανοποιητική σε σχέση με άλλες πλατείες της Αθήνας.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω η πλατεία της Νέας Σμύρνης αποτελεί μια όαση και πόλο έλξης για τους πολίτες και ένα παράδειγμα καλού σχεδιασμού του αστικού υπαίθριου χώρου, τονίζοντας ότι η πλατεία σχεδιάστηκε πριν από 35 με 40 έτη περίπου και από τότε η μορφή της δεν έχει αλλάξει σημαντικά.

Παρόλα αυτά και σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα κεφαλαία η πλατεία αυτή έχει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης.

Μετά την επίσκεψη αρκετών ωρών στο χώρο αυτό διαπιστώθηκε πως ενώ είναι αρκετά ευχάριστος, υπάρχει υπερβολικός αριθμός καθισμάτων – τραπεζιών τα οποία έχουν καταλείψει μεγάλο μέρος του ελεύθερου χώρου (εικ.5.2.3 έως 5.2.7) και δυστυχώς κάποια κομμάτια από την φύτευση που είχε προβλεφτεί αρχικά.

Παρακάτω παραθέτονται φωτογραφίες της περιοχής για την καλύτερη κατανόηση της διαμόρφωσης και γεωμετρίας του χώρου.



εικόνα 5.2.2  
Άποψη της πλατείας το έτος 1957  
[πηγή favlos.capitalblogs.gr]



εικόνα 5.2.3  
Άποψη της πλατείας σήμερα  
[πηγή athensmagazine.gr]



εικόνα 5.2.4  
Άποψη της πλατείας



εικόνα 5.2.5  
Άποψη της πλατείας και της δόμησης προς την οδό Εικοστής Πέμπτης Μαρτίου



εικόνα 5.2.6  
Άποψη της πλατείας και της δόμησης στην οδό Δευτέρας Μαΐου



εικόνα 5.2.7  
Άποψη της πλατείας και της δόμησης στην οδό Ειρήνης



εικόνα 5.2.8  
Πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου Εργασίες Ανάπλασης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

---

*Έρευνα*

## 6.1 Συλλογή στοιχείων

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

A) αστικής μορφολογίας.

B) κλιματολογικά.

Η συλλογή τους έγινε με βοήθεια από τις αρμόδιες υπηρεσίες αλλά και με επί τόπου αυτοψία στην υπό έρευνα περιοχή.

### 6.1.1 Στοιχεία αστικής μορφολογίας

#### *Αποτύπωση της γεωμετρίας*

Για την αποτύπωση της γεωμετρίας του χώρου χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικό διάγραμμα της πλατείας σε κλίμακα 1:500 της τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Νέας Σμύρνης.

Το διάγραμμα αυτό περιείχε πολλές πληροφορίες για την διακόσμηση της πλατείας όπως την θέση, το σχήμα και τις διαστάσεις των χώρων του πρασίνου και των τεχνιτών λιμνών, για τη θέση των οικοδομικών γραμμών, τα πλάτη των δρόμων και γενικότερα των υλικών επικάλυψης των επιφανειών.

Δεδομένου ότι το διάγραμμα αυτό έχει συνταχθεί το έτος 1973 και λόγω των υπόλοιπων στοιχείων που έπρεπε να αποτυπωθούν (όπως ύψος δέντρων, κτιρίων κ.τ.λ) πραγματοποιήθηκε επί τόπου αυτοψία κατά την οποία έγιναν μετρήσεις και διαπιστώθηκε ότι το τοπογραφικό διάγραμμα είναι αρκετά ακριβές και υπάρχουν ελάχιστες διαφορές οι οποίες συμπεριελήφθησαν στην αποτύπωση.

#### *Αποτύπωση της φύτευσης*

Η αποτύπωση της φύτευσης της πλατείας έγινε εστιάζοντας στην καταμέτρηση των υψηλών και πυκνών δέντρων γιατί στο λογισμικό υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής δέντρων ελάχιστου ύψους δέκα μέτρων. Τα πιο χαμηλά δέντρα αντικαταστάθηκαν από λιγότερα σε αριθμό υψηλότερα δέντρα.

#### *Αποτύπωση της δόμησης*

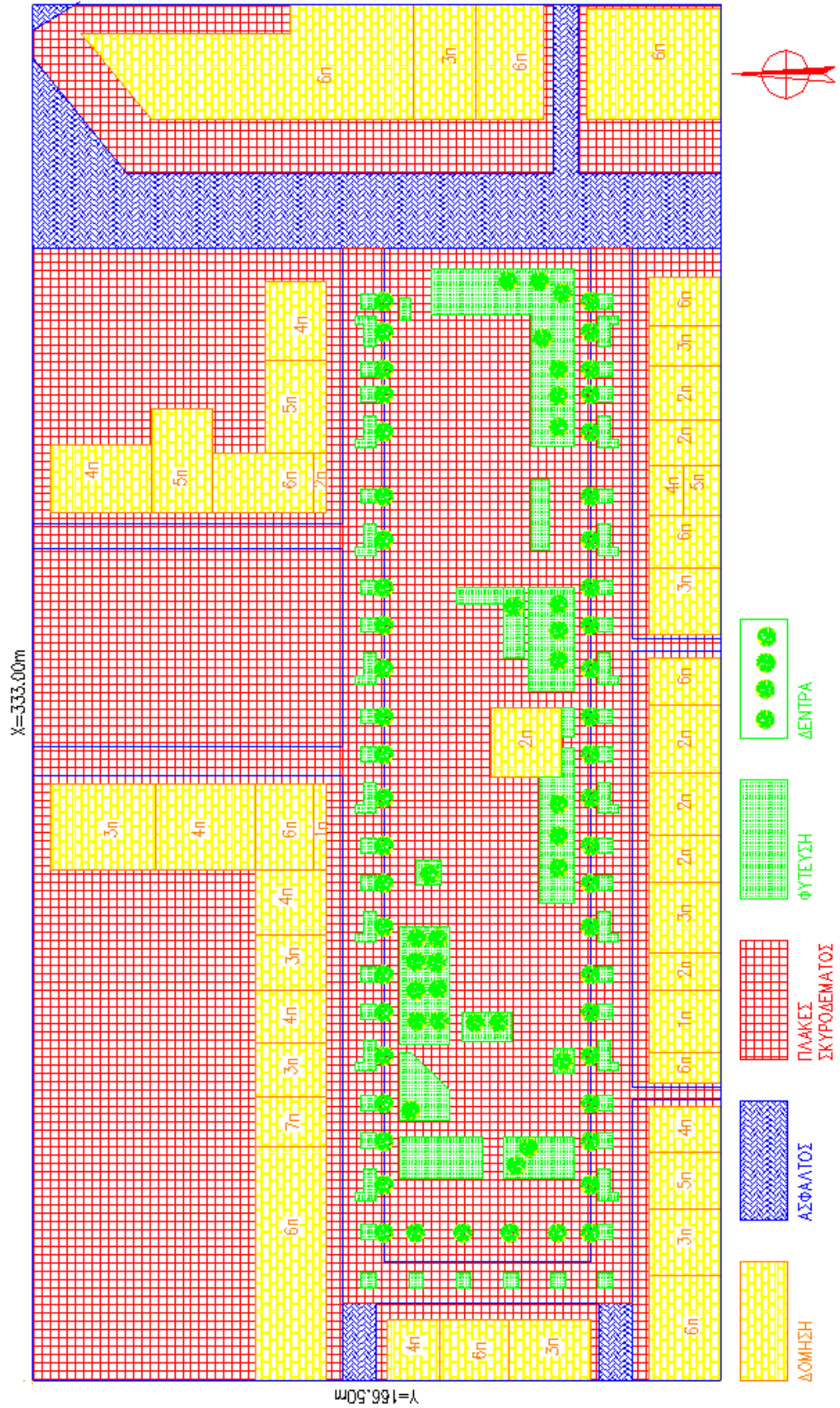
Η αποτύπωση της δόμησης της περιοχή έγινε μετρώντας το πλάτος των όψεων καθώς και τον αριθμό των ορόφων, των οικοδομών που έχουν όψη στην πλατεία. Ο υπολογισμός του ύψους των κτιρίων έγινε με την παραδοχή ότι ο κάθε όροφος έχει μέσο ύψος τρία μέτρα.

#### *Σύνταξη τοπογραφικού διαγράμματος*

Τέλος συντάχθηκε ένα τοπογραφικό διάγραμμα (εικ.6.1.1.1) το οποίο περιλαμβάνει όλες τις πρόσθετες πληροφορίες (φύτευση, δόμηση κ.τ.λ) με τη βοήθεια του οποίου καταρτίστηκε το τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής.

Οι αριθμοί που αναγράφονται στις δομημένες περιοχές είναι ο αριθμός των ορόφων των κτιρίων (π.χ. 6π = έξι πλάκες).

Στο μοντέλο δεν μπορεί να συμπεριληφθεί ένα σημαντικό στοιχείο που είναι οι τεχνητές λίμνες, διότι όπως αναφέρεται και στο τρίτο κεφάλαιο (παρ.3.2.2) το μοντέλο δεν είναι σε θέση να υπολογίσει εξειδικευμένες χρήσεις ύδατος όπως σιντριβάνια.



σχήμα 6.1.1.1.1  
 Τοπογραφικό διάγραμμα πλατείας Νέας Σμύρνης

### 6.1.2 Κλιματολογικά στοιχεία

Δεδομένου ότι στην Ελλάδα η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου επιλέχθηκε η εικοστή ημέρα του Ιουλίου του έτους 2010 για πραγματοποιηθεί η ερευνά, αφού πρώτα διαπιστώθηκε ότι την ημέρα εκείνη δεν είχαν λάβει χώρα βροχές ή άλλα καιρικά φαινόμενα τα οποία θα δώσουν μεγάλες διαφορές σε σχέση με τις τιμές των μεγεθών που θα υπολογίσει το πρόγραμμα.

Για τη συλλογή των στοιχείων του μικροκλίματος στην περιοχή χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις ανά τρίωρο της Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία από τον μετεωρολογικό σταθμό στο Καλαμάκι καθώς και μετρήσεις ανά μία ώρα από το σταθμό στην Ηλιούπολη του Υδρολογικού Παρατηρητηρίου Αθηνών (Hydrological Observatory of Athens - HOA) που λειτουργεί υπό την αιγίδα του Εθνικού Μετσόβιου πολυτεχνείου (<http://hoa.ntua.gr>).

Οι μετρήσεις αφορούν στις τιμές της θερμοκρασίας, της διεύθυνση και ταχύτητας του ανέμου και της σχετικής υγρασίας (πίνακες 6.1.2.1 και 6.1.2.2).

Οι τιμές θερμοκρασίας έχουν μετατραπεί σε βαθμούς τις κλίμακας Kelvin, μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων, η οποία χρησιμοποιείται από το Envi-met, και ισούται με ένα βαθμό Celsius. Η κλίμακα Kelvin μετράει την λεγόμενη απόλυτη θερμοκρασία. Η διαφορά της με την κλίμακα Celsius έγκειται στους 273,15 βαθμούς. Δηλαδή:  $T_k = T_c + 273,15$ .

Στην εικόνα 6.1.2.1 φαίνεται η διάταξη των σταθμών σε σχέση με την περιοχή ενδιαφέροντος καθώς και η διαφορά στο περιβάλλον των τριών περιοχών. Η πλατεία Νέας Σμύρνης βρίσκεται σε αστικό περιβάλλον με πυκνή δόμηση και σε υψόμετρο 53m. Ο σταθμός της Ε.Μ.Υ. απέχει από την πλατεία περίπου 3,60Km, βρίσκεται σε παραλιακή περιοχή με αραιότερη δόμηση και σε υψόμετρο 22m, τέλος ο σταθμός του Η.Ο.Α. απέχει από την πλατεία περίπου 5,20Km, βρίσκεται στους πρόποδες του Υμηττού σε υψόμετρο 206m και στην περιοχή δεν υπάρχει δόμηση σε ακτίνα 300m.

Πίνακας 6.1.2.1  
Κλιματολογικά δεδομένα για την 20/07/2010  
[πηγή Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – Δ/ση Κλιματολογίας]

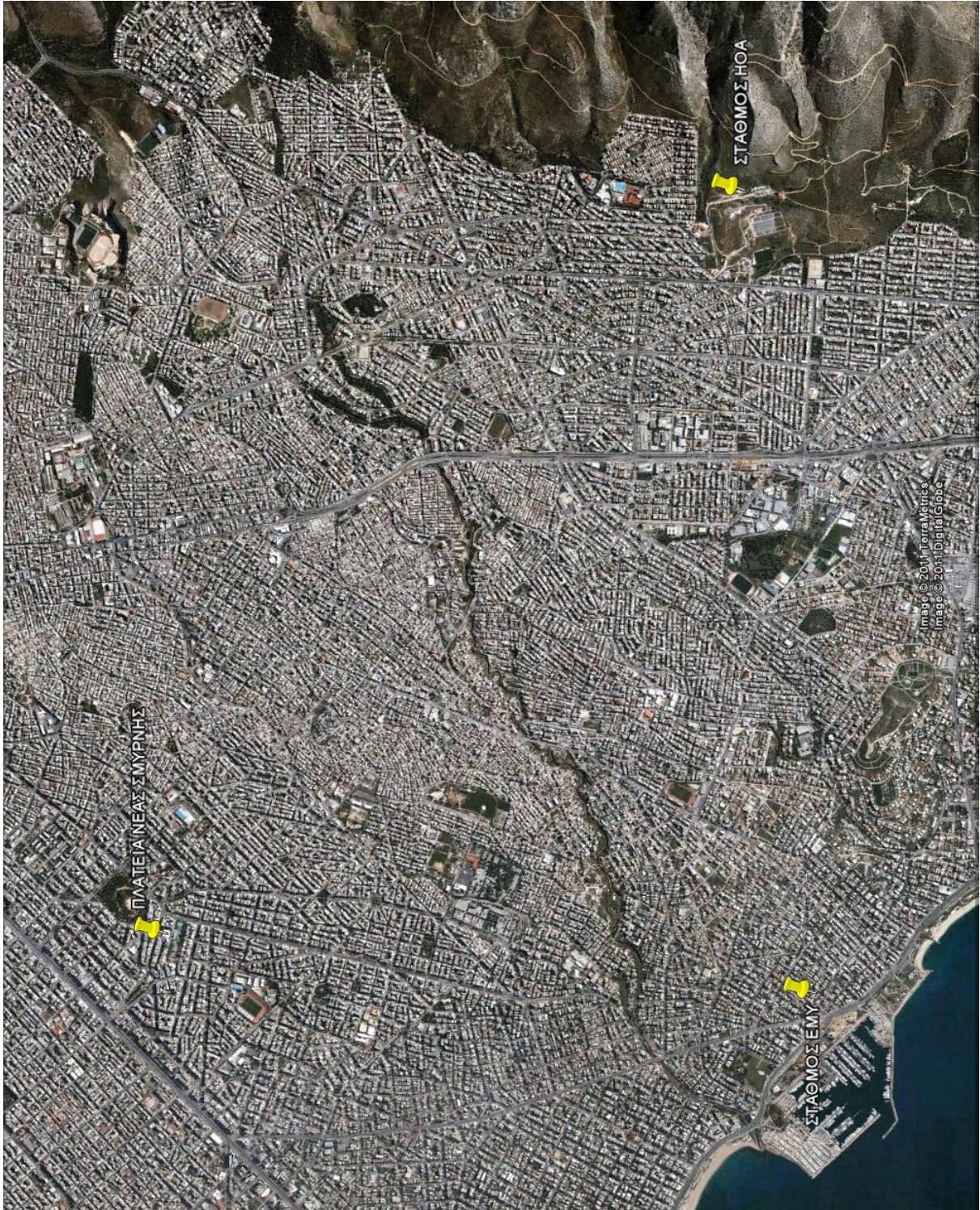
Ωρα	Διεύθ. Ανέμου (μοίρες)	Ένταση ανέμου (m/s)	Θερμοκρασία (°K)	Σχετική υγρασία (%)
00:00	340	3.60	301.75	38
03:00	350	5.14	301.35	41
06:00	360	3.09	303.75	41
09:00	360	6.17	306.75	32
12:00	330	3.09	308.75	30
15:00	170	2.06	306.15	39
18:00	360	3.09	304.15	34
21:00	360	2.06	301.15	43



Πίνακας 6.1.2.2  
Κλιματολογικά δεδομένα για την 20/07/2010  
[πηγή Hydrological Observatory of Athens. <http://hoa.ntua.gr>]

Ωρα	Διεύθ. Ανέμου (μοίρες)	Ένταση ανέμου (m/s)	Θερμοκρασία (°Κ)	Σχετική υγρασία (%)
01:00	353.20	1.10	299.75	42.58
02:00	375.74	1.80	300.62	40.24
03:00	374.23	2.13	300.35	41.05
04:00	373.77	2.67	300.15	42.41
05:00	376.06	3.34	299.84	45.51
06:00	347.60	2.57	299.77	47.95
07:00	382.26	2.13	300.01	51.46
08:00	367.63	2.86	301.83	47.30
09:00	375.30	3.35	303.09	43.37
10:00	364.03	3.43	303.92	40.64
11:00	357.80	4.06	305.20	36.54
12:00	362.66	2.35	306.59	30.44
13:00	369.11	2.76	307.10	30.37
14:00	363.42	3.38	307.58	29.69
15:00	293.80	3.19	306.98	30.20
16:00	362.96	2.67	306.94	28.64
17:00	364.40	3.31	306.11	30.05
18:00	374.11	2.93	306.27	30.18
19:00	372.85	2.28	304.72	32.74
20:00	396.88	3.52	302.62	36.28
21:00	372.31	1.33	301.78	37.99
22:00	389.24	1.65	300.96	39.77
23:00	399.33	2.67	300.93	37.52

Στις τιμές όπου αλλάζει η διεύθυνση ανέμου (από 360 σε 0, 1, 2.....) έχουν προστεθεί 360° για την ομοιομορφία των διαγραμμάτων αλλά και για να μην υπάρχουν αρνητικές τιμές.



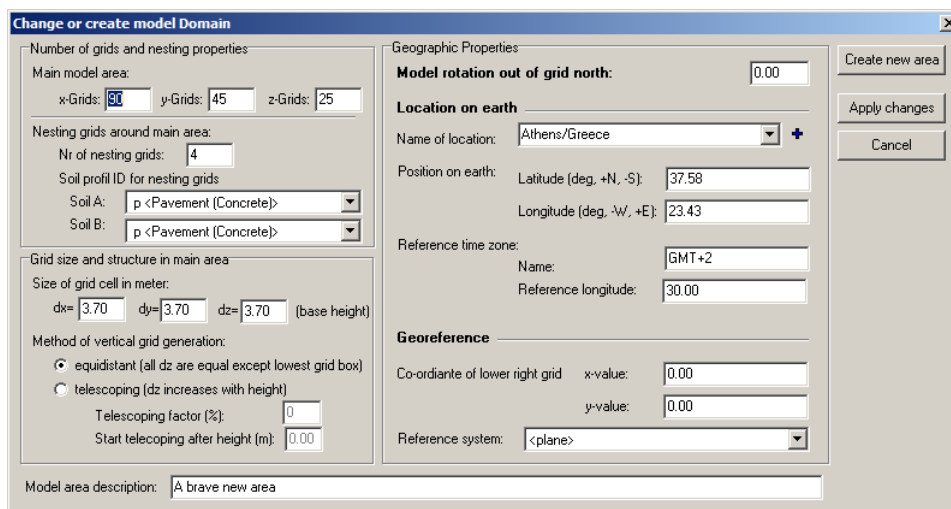
εικόνα 6.1.2.1  
Θέση σταθμών σε σχέση με την πλατεία Νέας Σμύρνης  
[πηγή Google Earth]

## 6.2 Κατάρτιση αρχείων εισόδου

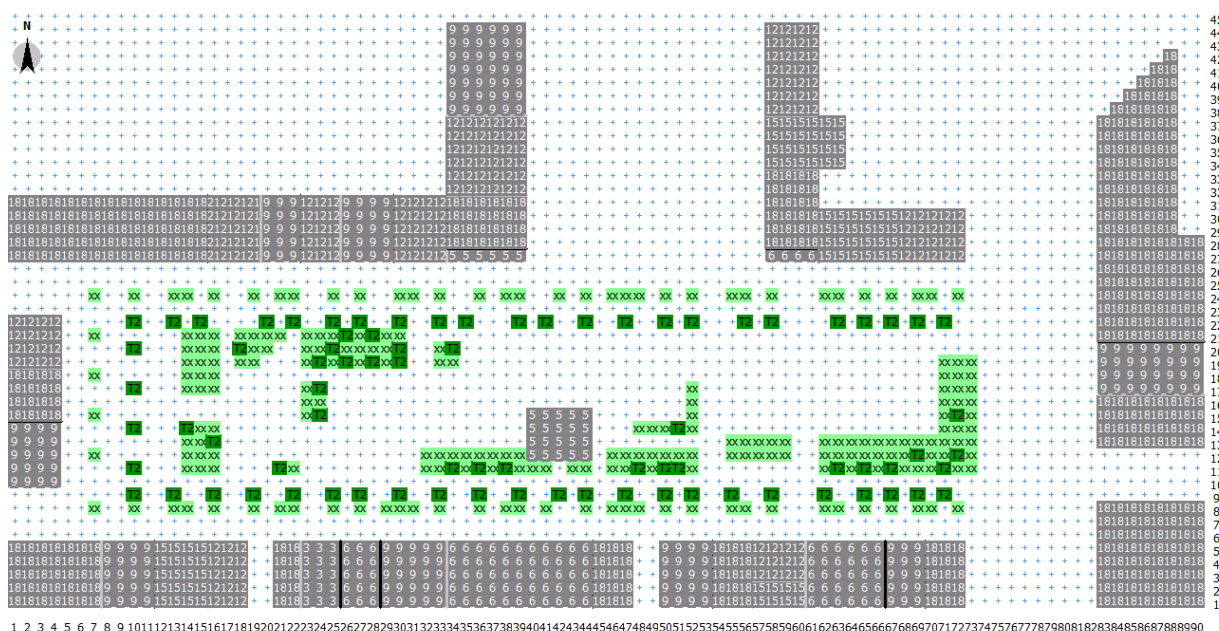
### 6.2.1 Δημιουργία Area Input File

Για τη σχεδίαση του μοντέλου έπρεπε πρώτα να επιλεγθούν οι διαστάσεις και ο αριθμός των κελιών. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1.1.1 η περιοχή έχει διαστάσεις 333,00X166,50m και το μέγιστο ύψος κτιρίων είναι επτά όροφοι, δηλαδή περίπου 21,00m.

Επιλέχτηκε κάναβος 90X45X25 με διάσταση κελιών  $dx=dy=3,70m$ . Το κατακόρυφο δίκτυο θα έχει μορφή Equidistant με  $dz=3.7m$  άρα το συνολικό ύψος του μοντέλου είναι 92,50m με διαφορά από το υψηλότερο κτίριο 71,50m. Τέλος η περιοχή ένθεσης θα έχει τέσσερις ζώνες (nesting grids).



εικόνα 6.2.1.1  
Βασικά δεδομένα γεωμετρίας του μοντέλου



εικόνα 6.2.1.2  
Κάτοψη του μοντέλου στο Envi-met – Χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου

## 6.2.2 Δημιουργία Configuration File

### **Βασικές ρυθμίσεις:**

Σαν ώρα έναρξης της προσομοίωσης ορίστηκε η δωδέκατη βραδινή ώρα. Η καλύτερη ώρα εκκίνησης είναι το βράδυ ή κατά την ανατολή του ηλίου, έτσι ώστε ο υπολογισμός να μπορεί να ακολουθήσει τις ατμοσφαιρικές διεργασίες.

Ο συνολικός χρόνος ορίστηκε στις εικοσιτέσσερις ώρες, ο ελάχιστος χρόνος προσομοίωσης είναι έξι ώρες ώστε να μην επηρεάζονται τα δεδομένα από την εκκίνηση.

Τα δεδομένα της θερμοκρασίας, του ανέμου και της υγρασίας ορίστηκαν όπως οι τιμές του πίνακα 6.1.2.1 για την ώρα εκκίνησης, δεδομένου ότι ο σταθμός της Ε.Μ.Υ είναι ο κοντινότερος στη περιοχή ενδιαφέροντος.

Πίνακας 6.2.2.1  
MAIN-DATA – NeaSmurni

00:%-----ENVI-met Configuration File V3.0	
00:%-----	
00:%MAIN-DATA	
01:Name for Simulation (Text):	=NeaSmurni
02:Input file Model Area	= C:\ENVImetprojects\Models\neasmirni3.in
03:Filebase name for Output (Text):	=NeaSmurni
04:Output Directory:	=C:\ENVImetprojects\Models\output_neasmirni3
05:Start Simulation at Day (DD.MM.YYYY):	=20.07.2010
06:Start Simulation at Time (HH:MM:SS):	=00:00:00
07:Total Simulation Time in Hours:	=24.00
08:Save Model State each ? min	=60
09:Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]	=3.6
10:Roughness Length z0 for Reference Point	=0.1
11:Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)	=340
12:Initial Temperature Atmosphere [K]	=301.75
13:Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]	=7
14:Relative Humidity in 2m [%]	=38

### **Ρυθμίσεις κτιρίων:**

Η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου ορίστηκε στους 26°C (299.15°K) με την παραδοχή πως αφού πρόκειται για μια ζεστή βραδιά στη μέση του καλοκαιριού θα λειτουργούν τα κλιματιστικά εντός των κτιρίων.

Η ανακλαστικότητα (albedo) τοίχων ορίστηκε σε 0,20 αφού πρόκειται για ανοιχτόχρωμες οικοδομές με κύριο υλικό το τσιμέντο. Η ίδια τιμή ορίστηκε για τις οροφές με την παραδοχή ότι η μόνωση στα δώματα είναι από ασφαλτόπανο και ελαφρό beton (η συνηθέστερη μορφή μόνωσης στην Αθήνα.).

**Πίνακας 6.2.2.2**  
**Section BUILDING – NeaSmurni**

-	00: [BUILDING]	Building properties
-	01: Inside Temperature [K]	299.15
-	02: Heat Transmission Walls [W/m <sup>2</sup> K]	1.94
-	03: Heat Transmission Roofs [W/m <sup>2</sup> K]	6
-	04: Albedo Walls	0.2
-	05: Albedo Roofs	0.2

**Ρυθμίσεις δείκτη θερμικής άνεσης PMV:**

Η ταχύτητα βαδίσματος ορίστηκε στα 2,5 km/h (0,7 m/s), αφού η πλατεία Νέας Σμύρνης κυρίως είναι χώρος περιπάτου.

Η αντίσταση της ένδυσης ορίστηκε στα 0,4. Η τιμή επιλέχθηκε για ελαφρύ ρουχισμό.

**Πίνακας 6.2.2.3**  
**Section PMV – NeaSmurni**

-	00: [PMV]	Settings for PMV-Calculation
-	01: Walking Speed (m/s)	0.7
-	02: Energy-Exchange (Col. 2 M/A)	116
-	03: Mech. Factor	0.0
-	04: Heat transfer resistance cloths	0.4

**Ρυθμίσεις εδάφους:**

Η θερμοκρασία και η υγρασία στο ανώτερο στρώμα του εδάφους ορίστηκαν από τις τιμές του πίνακα 6.1.2.1, στο κατώτερο στρώμα από τις τιμές που προτείνει το πρόγραμμα και για το μεσαίο στρώμα έγινε γραμμική παρεμβολή.

**Πίνακας 6.2.2.4**  
**Section SOILDATA – NeaSmurni**

-	[SOILDATA]	Settings for Soil
-	Initial Temperature Upper Layer (0-20 cm)	[K]=301.75
-	Initial Temperature Middle Layer (20-50 cm)	[K]=297.38
-	Initial Temperature Deep Layer (below 50 cm)	[K]=293
-	Relative Humidity Upper Layer (0-20 cm)	=38
-	Relative Humidity Middle Layer (20-50 cm)	=50
-	Relative Humidity Deep Layer (below 50 cm)	=60

**Σημείωση:**

Οι παραπάνω ρυθμίσεις οριστικοποιήθηκαν μετά από δοκιμές προκειμένου να εξαχθούν αποτελέσματα που να ανταποκρίνονται καλύτερα στην υπάρχουσα κατάσταση.

## **6.3 Πρώτη προσομοίωση**

Η προσομοίωση αυτή έγινε για τον έλεγχο αξιοπιστίας του προγράμματος. Προσομοιώθηκε η υπάρχουσα κατάσταση (εικ.6.2.1.2) και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα με τις μετρήσεις της Ε.Μ.Υ. και του Η.Ο.Α.

### **6.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων**

Δεδομένου ότι ο μετεωρολογικοί σταθμοί βρίσκονται σε περιοχή ελεύθερη από περιμετρικά εμπόδια, τα αποτελέσματα του Envi-met που παρουσιάζονται παρακάτω είναι για το ύψος των 24,05m από τον υποδοχέα στο σημείο x=42, y=19. Η θέση του υποδοχέα επιλέχθηκε έτσι ώστε να είναι περίπου στο μέσον της πλατείας που είναι και το αντικείμενο μελέτης. Χρησιμοποιούνται

μετρήσεις από ένα αντιπροσωπευτικό σημείο και όχι ο μέσος όρος των μετρήσεων από όλα τα σημεία διότι στο μοντέλο υπάρχουν περιοχές (όπως στα σύνορα του ή σε τυφλά σημεία) των οποίων οι τιμές δεν είναι αντιπροσωπευτικές.

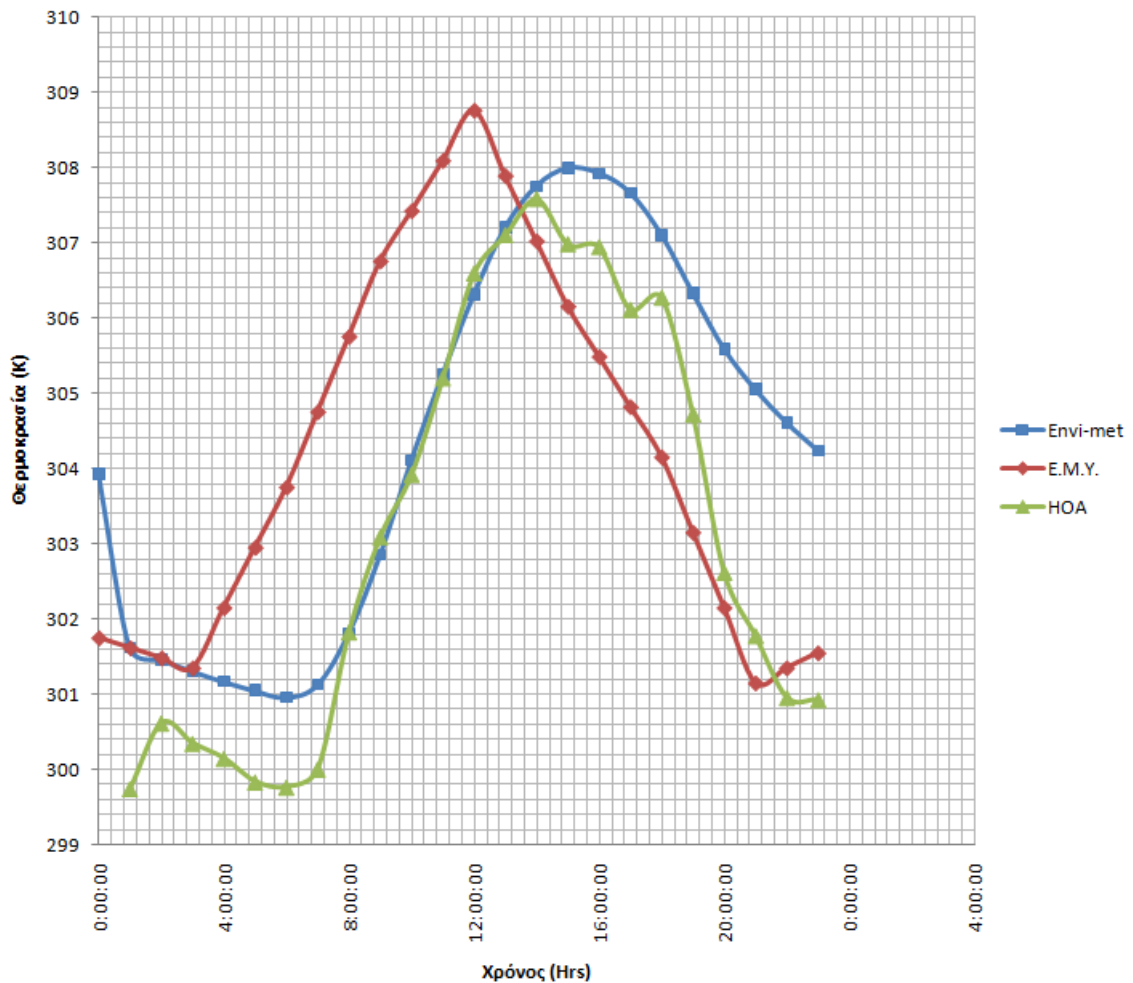
Για τη συμπλήρωση των μετρήσεων που έλειπαν από την Ε.Μ.Υ. ανά μία ώρα χρησιμοποιήθηκε γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στα τρίωρα.

**Θερμοκρασία:**

Στο πίνακα 6.3.1.1 παραθέτονται οι τιμές θερμοκρασίας έτσι όπως μετρήθηκαν από την Ε.Μ.Υ., τον Η.Ο.Α. και όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met, ακολουθεί διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.3.1.1) για καλύτερη σύγκριση.

Πίνακας 6.3.1.1  
Θερμοκρασίες Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi-met για την 20/07/2010

Ωρα	Θερμοκρασία (°Κ)		
	Ε.Μ.Υ.	Η.Ο.Α.	Envi – met
0:00:00	301.75	-	303.93
1:00:00	301.62	300.62	301.62
2:00:00	301.48	300.35	301.46
3:00:00	301.35	300.15	301.31
4:00:00	302.15	299.84	301.17
5:00:00	302.95	299.77	301.05
6:00:00	303.75	300.01	300.96
7:00:00	304.75	301.83	301.13
8:00:00	305.75	303.09	301.81
9:00:00	306.75	303.92	302.85
10:00:00	307.42	305.20	304.11
11:00:00	308.08	306.59	305.25
12:00:00	308.75	307.10	306.31
13:00:00	307.88	307.58	307.20
14:00:00	307.02	306.98	307.75
15:00:00	306.15	306.94	307.99
16:00:00	305.48	306.11	307.92
17:00:00	304.82	306.27	307.66
18:00:00	304.15	304.72	307.10
19:00:00	303.15	302.62	306.33
20:00:00	302.15	301.78	305.59
21:00:00	301.15	300.96	305.05
22:00:00	301.35	300.93	304.61
23:00:00	301.55	299.75	304.24



σχήμα 6.3.1.1  
 Διάγραμμα χρόνου – θερμοκρασίας, τιμές E.M.Y., H.O.A. και Envi – met

Η καμπύλη του Envi – met ξεκινά με μια αρκετά υψηλή θερμοκρασία, ακολουθεί απότομη πτώση και στη συνέχεια ομαλοποιείται, αυτό συμβαίνει διότι για να ακολουθήσει ο υπολογισμός τις ατμοσφαιρικές διεργασίες απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα. Εκτός από τις πρώτες ώρες οι τρεις καμπύλες έχουν την ίδια μορφή που σημαίνει ότι οι τιμές του Envi – met έχουν αντιστοιχία με τις πραγματικές τιμές θερμοκρασίας.

Η καμπύλη της E.M.Y έχει τη μεγαλύτερη απόκλιση, η άνοδος της θερμοκρασίας ξεκινά κατά τρεις ώρες νωρίτερα μέχρι τις 12:00 όπου παρουσιάζεται η μέγιστη θερμοκρασία και μετά ξεκινά η πτώση. Το αποτέλεσμα είναι κατά την άνοδο η καμπύλη της E.M.Y. να έχει υψηλότερες τιμές, σε σχέση με τις άλλες δύο καμπύλες, με τη διαφορά να κυμαίνεται στους 4° C. Κατά την κάθοδο η καμπύλη της E.M.Y. έχει τις χαμηλότερες τιμές, η διαφορά με την καμπύλη του H.O.A. μειώνεται κατά απόλυτη τιμή στους 2 έως 0,6° C, ενώ με την καμπύλη του Envi – met η διαφορά παραμένει ίδια κατά απόλυτη τιμή. Η απόκλιση αυτή μπορεί να οφείλεται στη θέση του σταθμού της E.M.Y. που είναι πολύ κοντά στη θάλασσα, αλλά και στο γεγονός ότι οι μετρήσεις συμπληρώθηκαν με γραμμική παρεμβολή με αποτέλεσμα η μορφή της καμπύλης να είναι σχεδόν τριγωνική.

Οι καμπύλη του Envi – met έχει καλύτερη συσχέτιση με αυτή του Η.Ο.Α., εκτός από την εκκίνηση, τις βραδινές ώρες οι τιμές του Envi – met έχουν μόλις +1° C διαφορά, από τις 8:00 έως 14:30 οι δύο καμπύλες σχεδόν ταυτίζονται. Στη συνέχεια η καμπύλη του Η.Ο.Α. ξεκινά την κάθοδο, ενώ οι τιμές του Envi – met συνεχίζουν την άνοδο μέχρι τις 15.00 περίπου. Κατά την κάθοδο η καμπύλη του Envi – met έχει πιο ήπια κλίση από του Η.Ο.Α. με αποτέλεσμα στις 23:00 η διαφορά να φτάνει στους +4° C. Η διαφορά των δύο καμπυλών τις νυχτερινές και απογευματινές ώρες είναι λογική και οφείλεται στη χαμηλή ανακλαστικότητα των επιφανειών στην περιοχή της Νέας Σμύρνης, υπενθυμίζεται ότι ο σταθμός του Η.Ο.Α. βρίσκεται σε μη δομημένη περιοχή (εικ.6.1.2.1).

#### **Ένταση ανέμου:**

Ομοίως στον πίνακα 6.3.1.2 και 6.3.1.3 παραθέτονται οι τιμές έντασης και διεύθυνσης του ανέμου έτσι όπως μετρήθηκαν από την Ε.Μ.Υ. και το Η.Ο.Α. και όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met, ακολουθεί διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.3.1.2 και 6.3.1.3).

Πίνακας 6.3.1.2  
Ένταση ανέμου Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi-met για την 20/07/2010

Ωρα	Ένταση ανέμου (m/s)		
	Ε.Μ.Υ.	Η.Ο.Α.	Envi – met
0:00:00	3.60	-	4.12
1:00:00	4.11	1.10	3.58
2:00:00	4.63	1.80	3.58
3:00:00	5.14	2.13	3.57
4:00:00	4.46	2.67	3.56
5:00:00	3.77	3.34	3.55
6:00:00	3.09	2.58	3.53
7:00:00	4.12	2.13	3.51
8:00:00	5.14	2.57	3.49
9:00:00	6.17	3.35	3.49
10:00:00	5.14	3.43	3.52
11:00:00	4.12	4.06	3.54
12:00:00	3.09	2.35	3.57
13:00:00	2.75	2.76	3.60
14:00:00	2.40	3.38	3.64
15:00:00	2.06	3.19	3.69
16:00:00	2.40	2.67	3.74
17:00:00	2.75	3.31	3.80
18:00:00	3.09	2.93	3.86
19:00:00	2.75	2.28	3.91
20:00:00	2.40	3.52	3.96
21:00:00	2.06	1.33	4.00
22:00:00	2.57	1.65	4.04
23:00:00	3.09	2.67	4.08

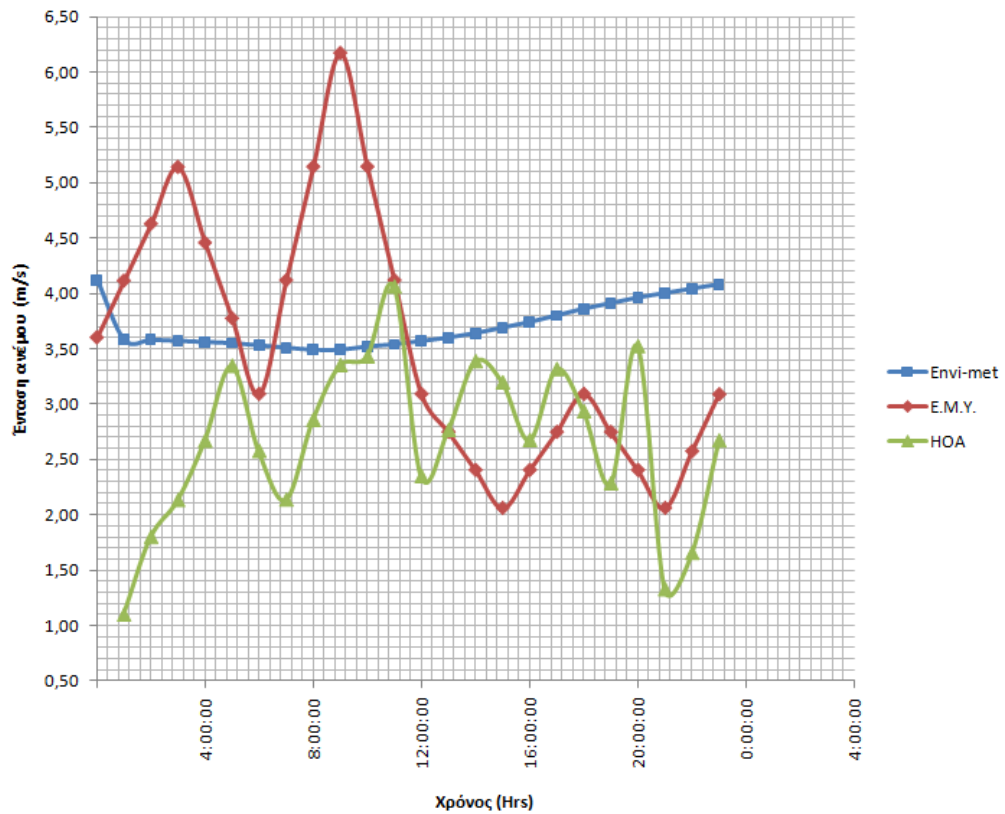


Πίνακας 6.3.1.3  
 Δ/ση ανέμου Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi-met για την 20/07/2010

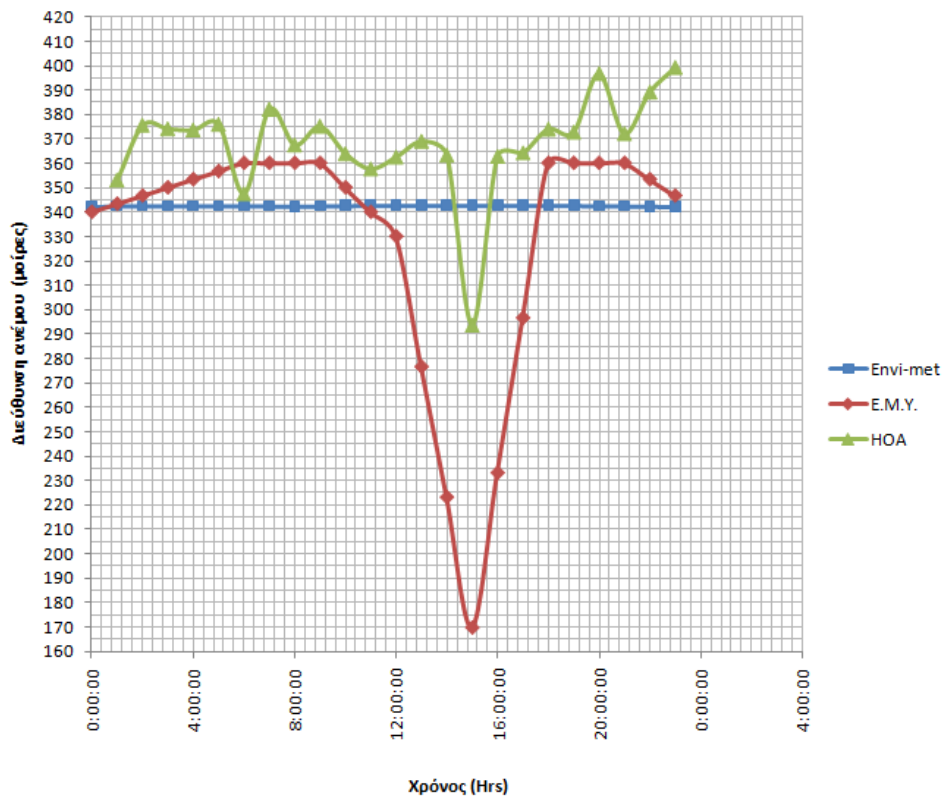
Ωρα	Δ/ση ανέμου (μοίρες)		
	Ε.Μ.Υ.	Η.Ο.Α.	Envi – met
0:00:00	340.00	-	342.26
1:00:00	343.33	353.20	342.57
2:00:00	346.67	375.74	342.63
3:00:00	350.00	374.23	342.66
4:00:00	353.33	373.77	342.67
5:00:00	356.67	376.06	342.67
6:00:00	360.00	347.60	342.64
7:00:00	360.00	382.26	342.58
8:00:00	360.00	367.63	342.47
9:00:00	360.00	375.30	342.53
10:00:00	350.00	364.03	342.70
11:00:00	340.00	357.80	342.80
12:00:00	330.00	362.66	342.85
13:00:00	276.67	369.11	342.86
14:00:00	223.33	363.42	342.85
15:00:00	170.00	293.80	342.86
16:00:00	233.33	362.96	342.86
17:00:00	296.67	364.40	342.85
18:00:00	360.00	374.11	342.81
19:00:00	360.00	372.85	342.75
20:00:00	360.00	396.88	342.66
21:00:00	360.00	372.31	342.57
22:00:00	353.33	389.24	342.46
23:00:00	346.67	399.33	342.36

Οι καμπύλες έντασης και διεύθυνσης του ανέμου δεν παρουσιάζουν ομοιομορφία όπως αυτές τις θερμοκρασίας. Αυτό οφείλεται στο ότι το Envi – met το πεδίο ροής αντιμετωπίζεται ως μια τυπική προγνωστική μεταβλητή, ξεκινώντας από μια αρχική τιμή υπολογίζει μέσω ενός μαθηματικού μοντέλου τις επόμενες τιμές έτσι όπως επηρεάζονται από τη γεωμετρία του μοντέλου (κτίρια, φυτά, κ.τ.λ.), δεν μπορεί να προβλέψει απότομες αυξομειώσεις έντασης ή αλλαγές διεύθυνσης που οφείλονται σε καιρικές συνθήκες. Στο σχήμα 6.3.1.2 διακρίνεται στο ξεκίνημα της καμπύλης του Envi – met η ίδια απότομη κλίση.

Οι καμπύλες τις Ε.Μ.Υ. και του Η.Ο.Α. έχουν κάποια συσχέτιση, οι μετρήσεις του σταθμού της Ε.Μ.Υ. έχουν μεγαλύτερες αυξομειώσεις, λογικές για τη θέση του σταθμού. Επίσης αυτό που παρατηρείται είναι ότι υπάρχει κάποια αντιστοιχία της διεύθυνσης ανέμου με την ένταση, ιδιαίτερα λίγο πριν τις τέσσερις όπου ο άνεμος γίνεται νότιος.



σχήμα 6.3.1.2  
 Διάγραμμα χρόνου – έντασης ανέμου, τιμές E.M.Y. H.O.A. και Envi – met



σχήμα 6.3.1.3  
 Διάγραμμα χρόνου – δ/νσης ανέμου, τιμές E.M.Y. H.O.A. και Envi – met

**Σχετική υγρασία:**

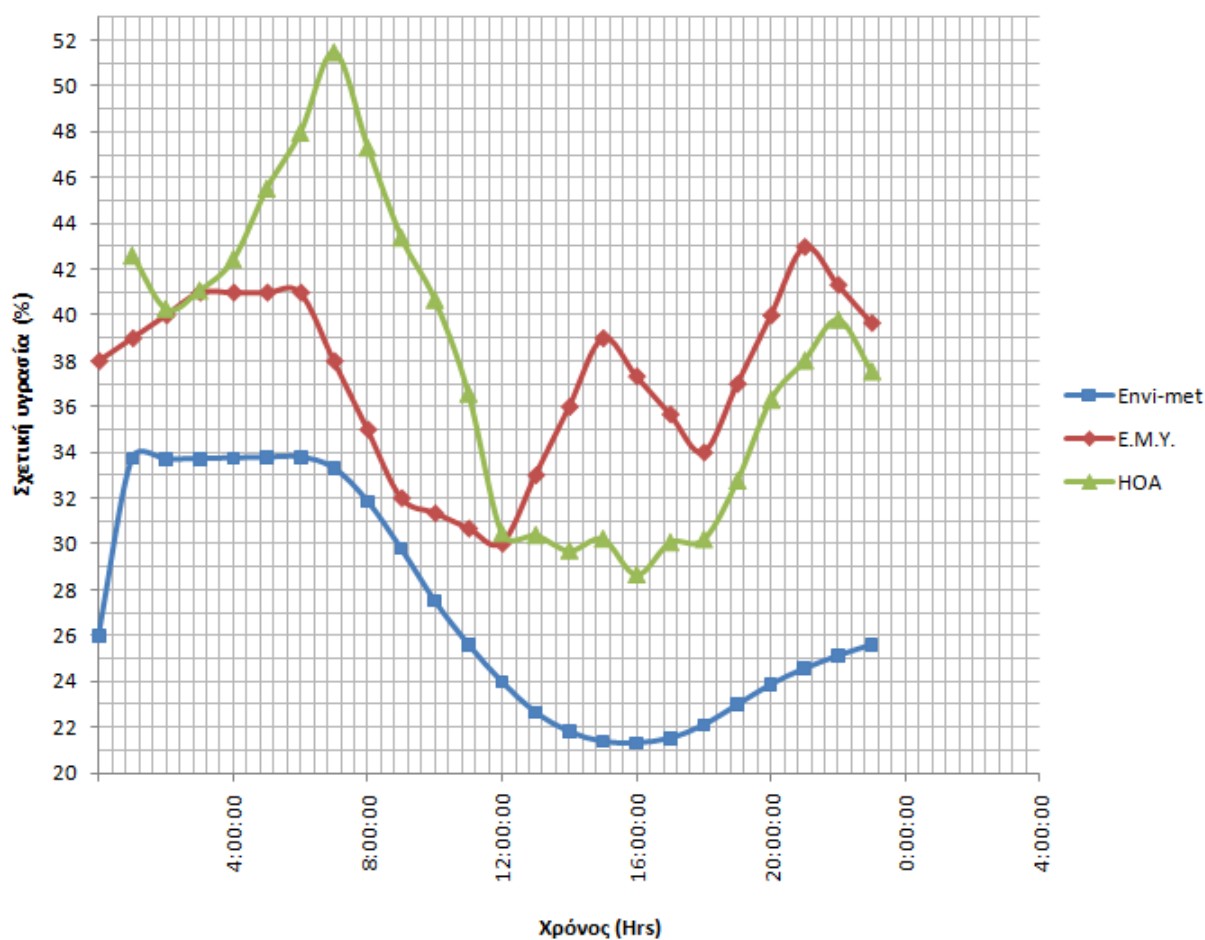
Η τελευταία μεταβλητή που εξετάζεται είναι η σχετική υγρασία. Όπως και παραπάνω στον πίνακα 6.3.1.4 παραθέτονται οι τιμές σχετικής υγρασίας έτσι όπως μετρήθηκαν από την Ε.Μ.Υ., το Η.Ο.Α. και όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met, ακολουθεί διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.3.1.4).

Πίνακας 6.3.1.4  
Σχετική υγρασία Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi-met για την 20/07/2010

Ωρα	Σχετική υγρασία (%)		
	Ε.Μ.Υ.	Η.Ο.Α.	Envi – met
0:00:00	38.0	-	26.00
1:00:00	39.0	42.58	33.73
2:00:00	40.0	40.24	33.68
3:00:00	41.0	41.05	33.71
4:00:00	41.0	42.41	33.74
5:00:00	41.0	45.51	33.77
6:00:00	41.0	47.95	33.78
7:00:00	38.0	51.46	33.30
8:00:00	35.0	47.30	31.86
9:00:00	32.0	43.37	29.79
10:00:00	31.3	40.64	27.51
11:00:00	30.7	36.54	25.61
12:00:00	30.0	30.44	23.97
13:00:00	33.0	30.37	22.65
14:00:00	36.0	29.69	21.80
15:00:00	39.0	30.20	21.34
16:00:00	37.3	28.64	21.31
17:00:00	35.7	30.05	21.51
18:00:00	34.0	30.18	22.09
19:00:00	37.0	32.74	22.97
20:00:00	40.0	36.28	23.86
21:00:00	43.0	37.99	24.55
22:00:00	41.3	39.77	25.11
23:00:00	39.7	37.52	25.59

Παρατηρώντας τις καμπύλες της E.M.Y. και του H.O.A. συμπεραίνεται ότι οι αυξομειώσεις της σχετικής υγρασίας έχουν αντιστοιχία με τη διεύθυνση και ένταση του ανέμου (σχ. 6.3.1.2 και 6.3.1.3), παραδείγματος χάριν αύξηση της υγρασίας όταν ο άνεμος είναι νότιος. Τις αυξομειώσεις αυτές δεν είναι σε θέση να τις προβλέψει το Envi – met για τους λόγους που αναφέρονται στη προηγούμενη παράγραφο.

Παρόλα αυτά οι καμπύλες έχουν ομοιότητες στη μορφή τους. Η καμπύλη των τιμών του Envi-met είναι χαμηλότερα από τις άλλες δύο με αρκετά μεγάλη διαφορά σε κάποια σημεία. Ένα μέρος της διαφοράς αυτής δικαιολογείται λόγω των θέσεων των σταθμών, της E.M.Y. είναι κοντά σε θάλασσα και του H.O.A. σε περιοχή που περιβάλλεται από φυσικό έδαφος με βλάστηση σε μεγαλύτερο υψόμετρο, όμως και πάλι οι τιμές του Envi-met θεωρούνται χαμηλές, το λάθος πρέπει να οφείλεται στην εισαγωγή των δεδομένων και συγκεκριμένα στην τιμή της σχετικής υγρασίας της επιφάνειας του εδάφους (πιν. 6.2.2.4) η οποία έπρεπε να δοθεί μεγαλύτερη από της ατμόσφαιρας.



σχήμα 6.3.1.4  
Διάγραμμα χρόνου – σχετικής υγρασίας, τιμές E.M.Y., H.O.A. και Envi – met

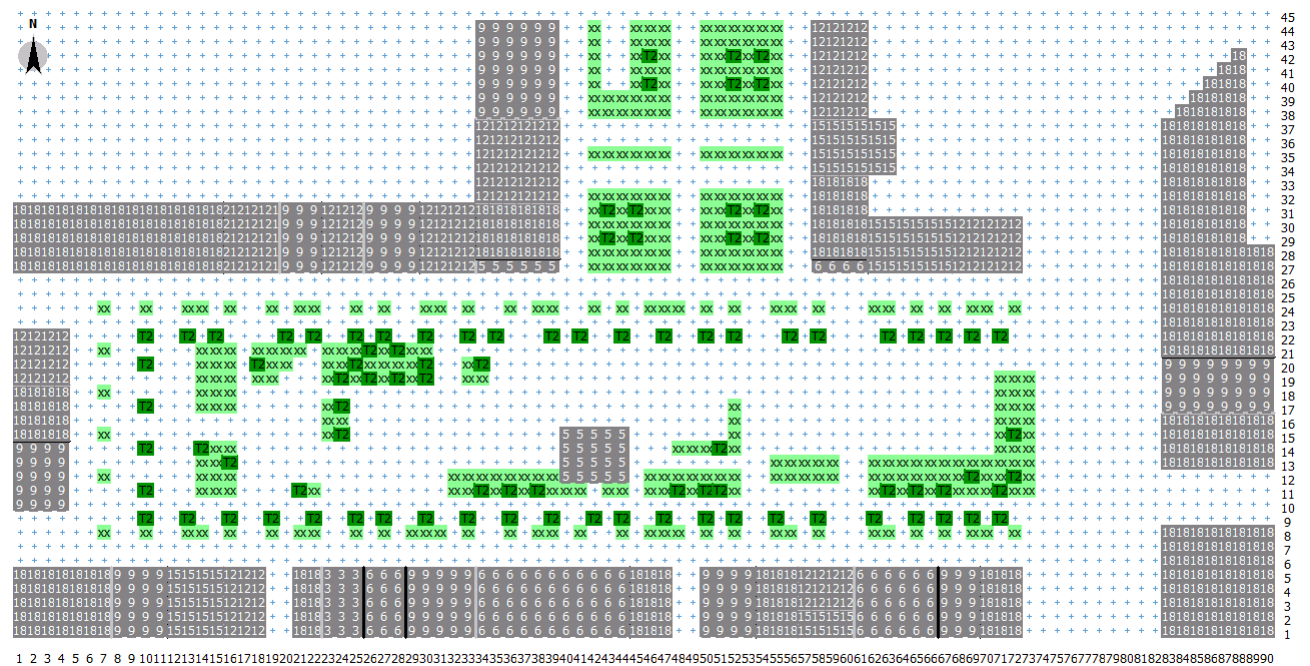
### 6.3.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα του Envi – met σχετικά με την θερμοκρασία είναι ικανοποιητικά, σχετικά με τις τιμές της διεύθυνσης και έντασης του ανέμου οι τιμές μπορούν να θεωρηθούν φυσιολογικές για μια καλοκαιρινή μέρα σε ένα υπαίθριο αστικό χώρο, άλλωστε όπως αναφέρεται και παραπάνω το Envi – met προβλέπει με τη βοήθεια μαθηματικών μοντέλων την επιρροή της αστικής μορφολογίας στο μικροκλίμα και οι μετρήσεις από τους σταθμούς αφορούν στο μεσόκλιμα της ευρύτερης περιοχής. Οι τιμές σχετικής υγρασίας ακολουθούν τη σωστή πορεία κατά τη διάρκεια της ημέρας, και το σφάλμα που παρουσιάζεται δικαιολογείται επαρκώς στη παραπάνω παράγραφο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων κρίθηκε επαρκής.

## 6.4 Δεύτερη προσομοίωση

Η δεύτερη προσομοίωση έγινε για να ερευνηθεί κατά πόσο επιδρά η αστική γεωμετρία και τα υλικά στο μικροκλίμα. Για την διεξαγωγή της προστέθηκε στο Atea input file η φύτευση της πλατείας Βασιλέως Κωνσταντίνου (εικ.6.4.1) και το configuration file έμεινε ως έχει. Τα αποτελέσματα της συγκρίθηκαν με αυτά της υπάρχουσας κατάστασης (πρώτη προσομοίωση) και παρουσιάζονται παρακάτω.



εικόνα 6.4.1  
Κάτοψη του μοντέλου στο Envi-met – Με φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου

### 6.4.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Δεδομένου ότι μας ενδιαφέρουν οι αλλαγές που μπορεί να επιφέρει η φύτευση στο επίπεδο κυκλοφορίας των χρηστών, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται παρακάτω είναι για το ύψος των 1,85m, από τον υποδοχέα στο σημείο x=24, y=19

### **Θερμοκρασία:**

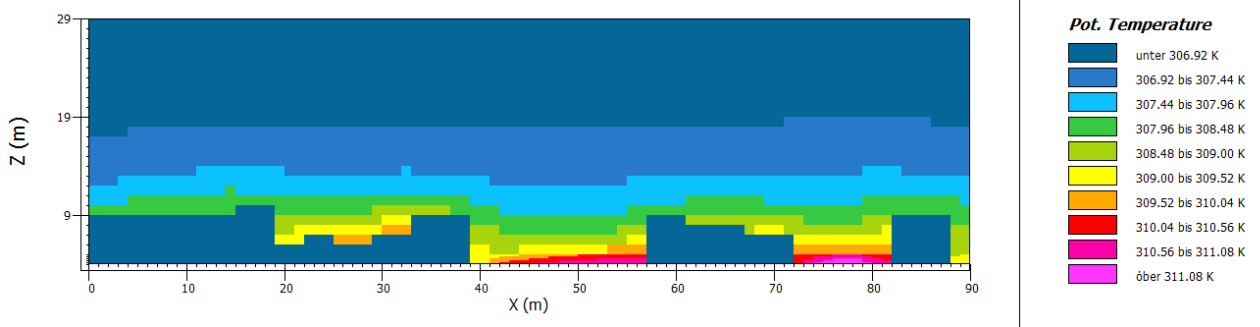
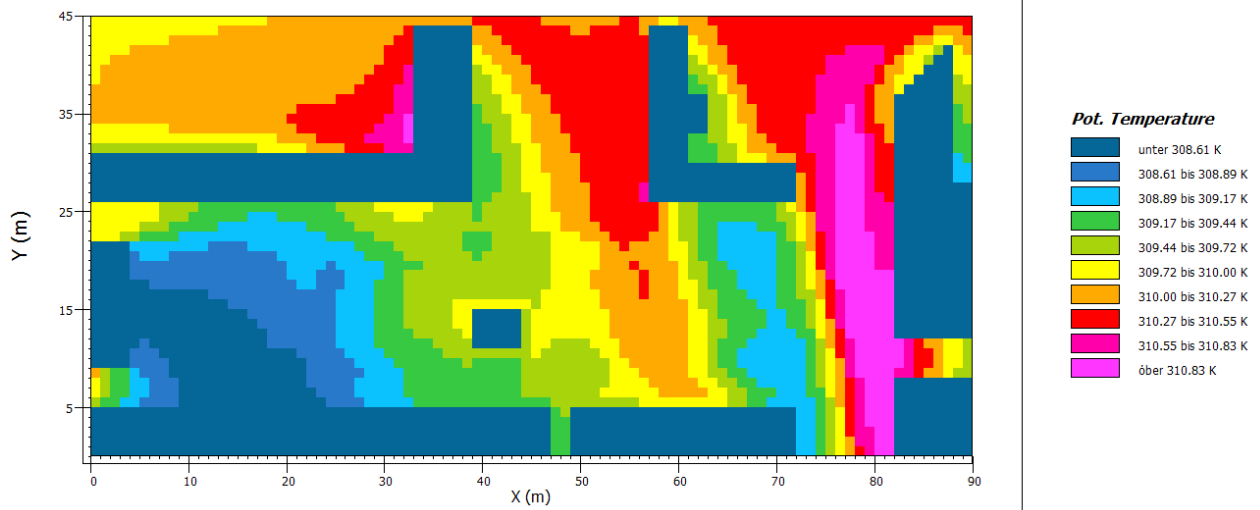
Στο πίνακα 6.4.1.1 παραθέτονται οι τιμές θερμοκρασίας έτσι όπως υπολογίστηκαν από το Ενvi-met χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου (πρώτη προσομοίωση) και με φύτευση (δεύτερη προσομοίωση), ακολουθεί απεικόνιση της θερμοκρασίας όλης της περιοχής με τη μορφή χάρτη για τις 12:00 όπου και η υψηλότερη θερμοκρασία (εικ.6.4.1.1 και 6.4.1.2) και διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.4.1.1).

Όπως παρατηρείται υπάρχει μικρή διαφορά στις τιμές θερμοκρασίας με φύτευση και χωρίς, της τάξεως των 0,10°K. Δεν αναμένονταν μεγάλες διαφορές στην θερμοκρασία του συνόλου της περιοχής λόγω της μικρής επιφάνειας και της θέσης της νέας φύτευσης.

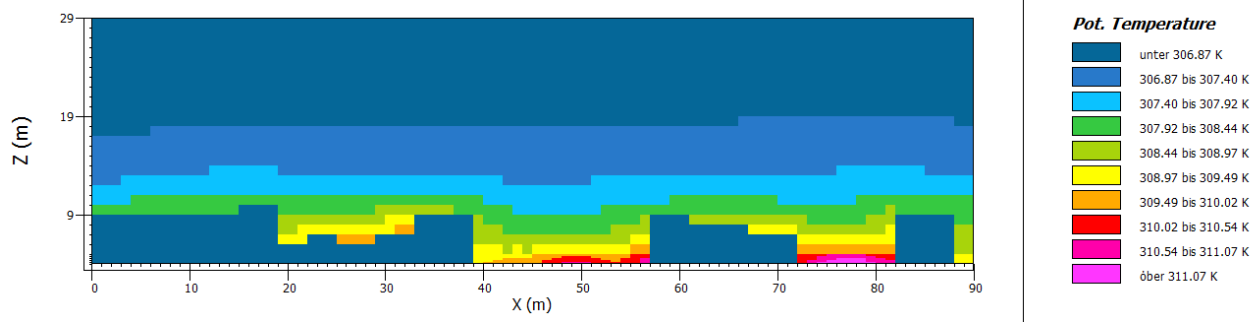
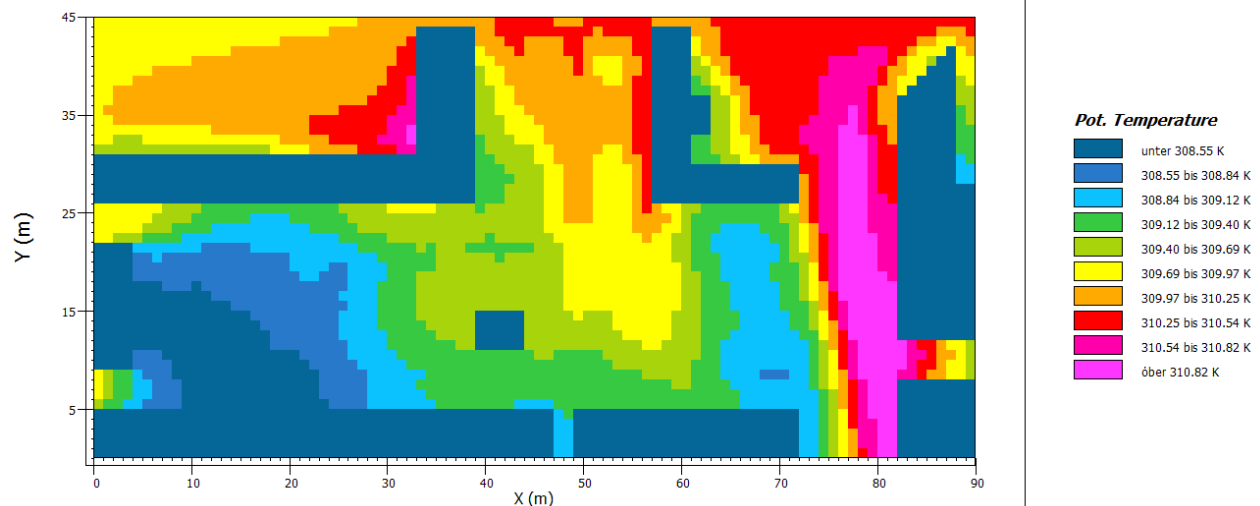
Στην εικόνα 6.4.1.2 διακρίνεται πως τοπικά με τη νέα φύτευση η διαφορά αυτή αυξάνεται στους 0,30°K. Επίσης στις εικόνες 6.4.1.1 και 6.4.1.2 παρατηρείται ότι η συνθήκες στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου επηρεάζουν σχεδόν όλο το κέντρο της κεντρικής πλατειάς και η ανάπτυξη της συμβάλλει στην αναβάθμιση της περιοχής με ποικίλους τρόπους.

Πίνακας 6.4.1.1  
Θερμοκρασίες Ενvi-met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010

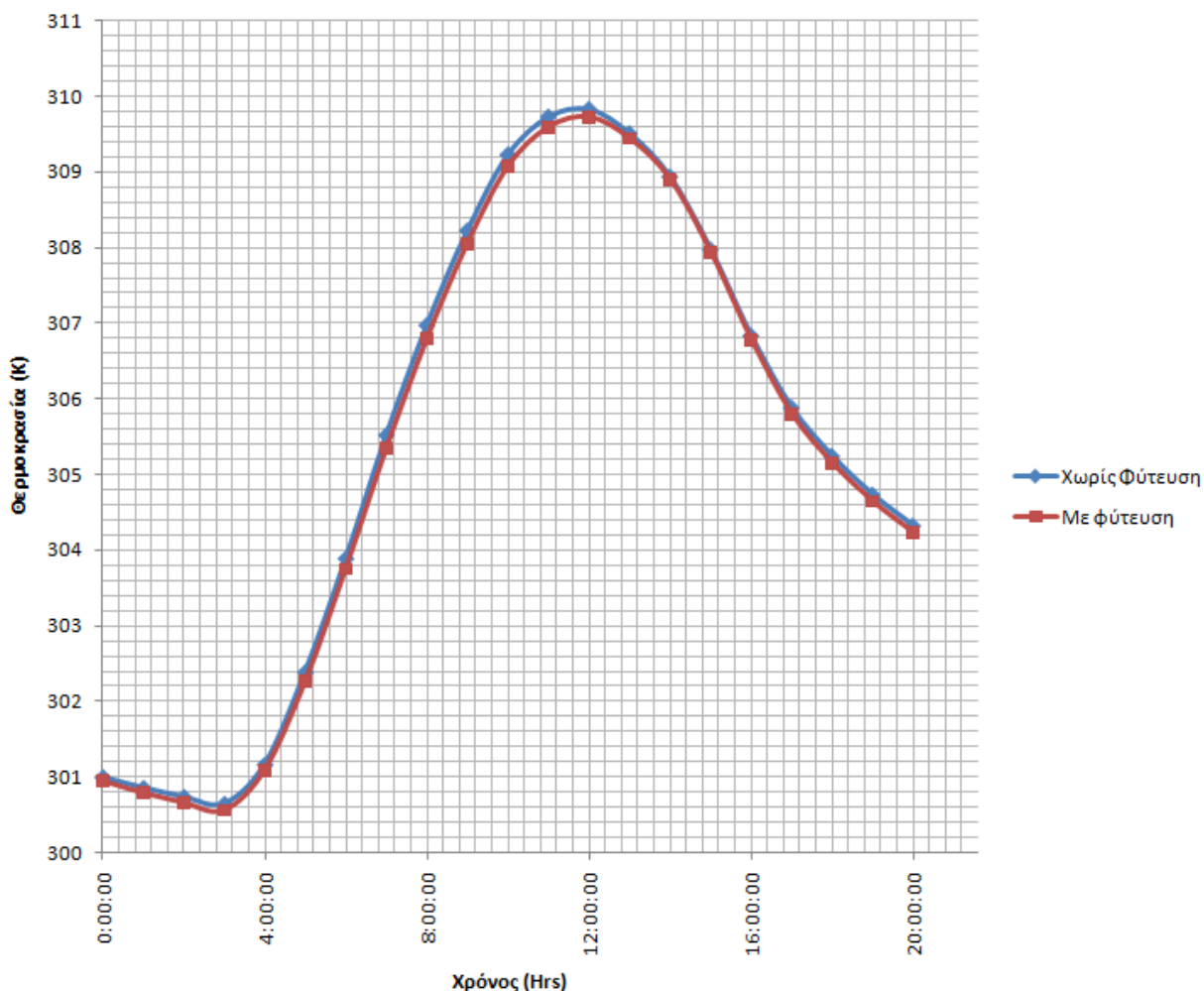
Ωρα	Θερμοκρασία (°K)	
	Χωρίς Φύτευση	Με φύτευση
0:00:00	301.00	300.95
1:00:00	300.86	300.79
2:00:00	300.74	300.66
3:00:00	300.65	300.56
4:00:00	301.17	301.09
5:00:00	302.39	302.26
6:00:00	303.89	303.75
7:00:00	305.52	305.34
8:00:00	306.97	306.79
9:00:00	308.22	308.05
10:00:00	309.22	309.07
11:00:00	309.72	309.59
12:00:00	309.82	309.72
13:00:00	309.50	309.44
14:00:00	309.93	308.90
15:00:00	307.97	307.94
16:00:00	306.83	306.78
17:00:00	305.88	305.80
18:00:00	305.24	305.15
19:00:00	304.73	304.64
20:00:00	304.32	304.23



εικόνα 6.4.1.1  
Απεικόνιση της θερμοκρασίας σε κάτοψη για z=1.85 και σε τομή για y=29 χωρίς φύτευση ώρα 12:00



εικόνα 6.4.1.2  
Απεικόνιση της θερμοκρασίας σε κάτοψη για z=1.85 και σε τομή για y=29 με φύτευση ώρα 12:00



σχήμα 6.4.1.1  
 Διάγραμμα χρόνου – θερμοκρασίας, τιμές Envi – met χωρίς φύτευση και με φύτευση

#### **Ένταση και διεύθυνση ανέμου:**

Ομοίως στο πίνακα 6.4.1.2 παραθέτονται οι τιμές έντασης και διεύθυνσης ανέμου έτσι όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου (πρώτη προσομοίωση) και με φύτευση (δεύτερη προσομοίωση), ακολουθεί διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.4.1.2 και 6.4.1.3) και απεικόνιση της έντασης ανέμου όλης της περιοχής με τη μορφή χάρτη για τις 20:00 όπου και η υψηλότερη τιμή (εικ.6.4.1.3 και 6.4.1.4).

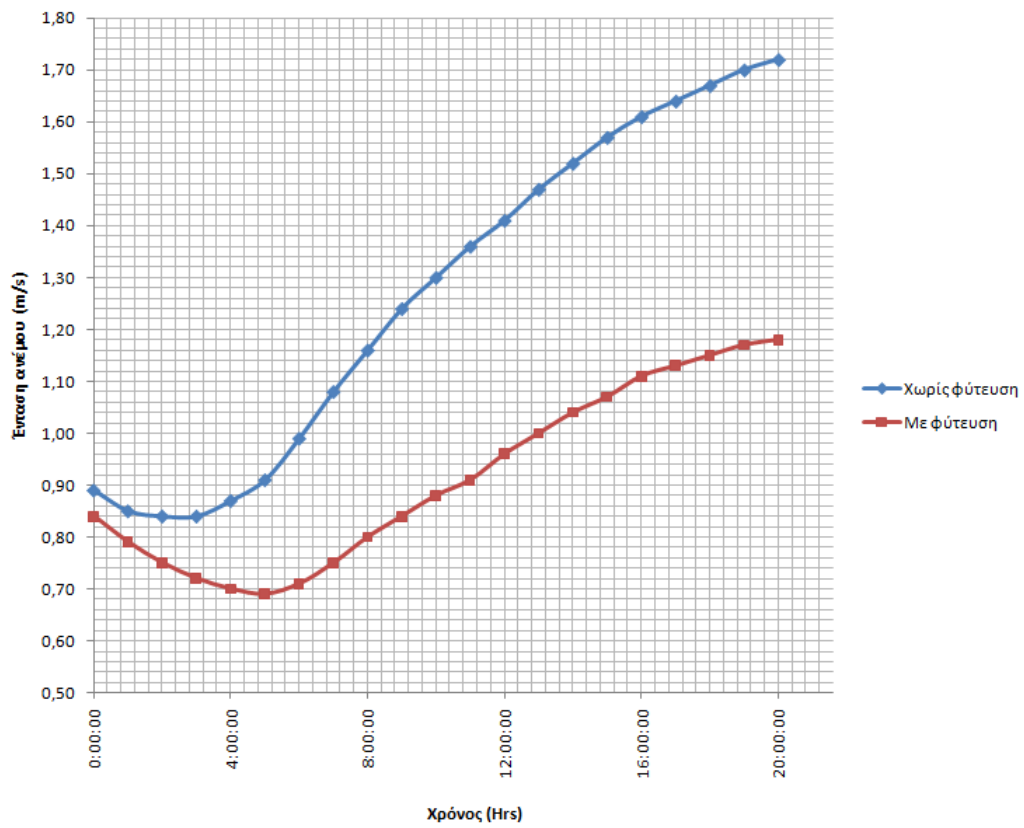
Στις τιμές όπου αλλάζει η διεύθυνση ανέμου (από 360 σε 0, 1, 2.....) έχουν προστεθεί 360° για την ομοιομορφία των διαγραμμάτων αλλά και για να μην υπάρχουν αρνητικές τιμές.

Η επιρροή της νέας φύτευσης στην ένταση και την διεύθυνση του ανέμου είναι σημαντική αφού εμποδίζει τον Βόρειο άνεμο να εισβάλει από το άνοιγμα της πλατείας Βασιλέως Κωνσταντίνου στην κεντρική πλατεία.

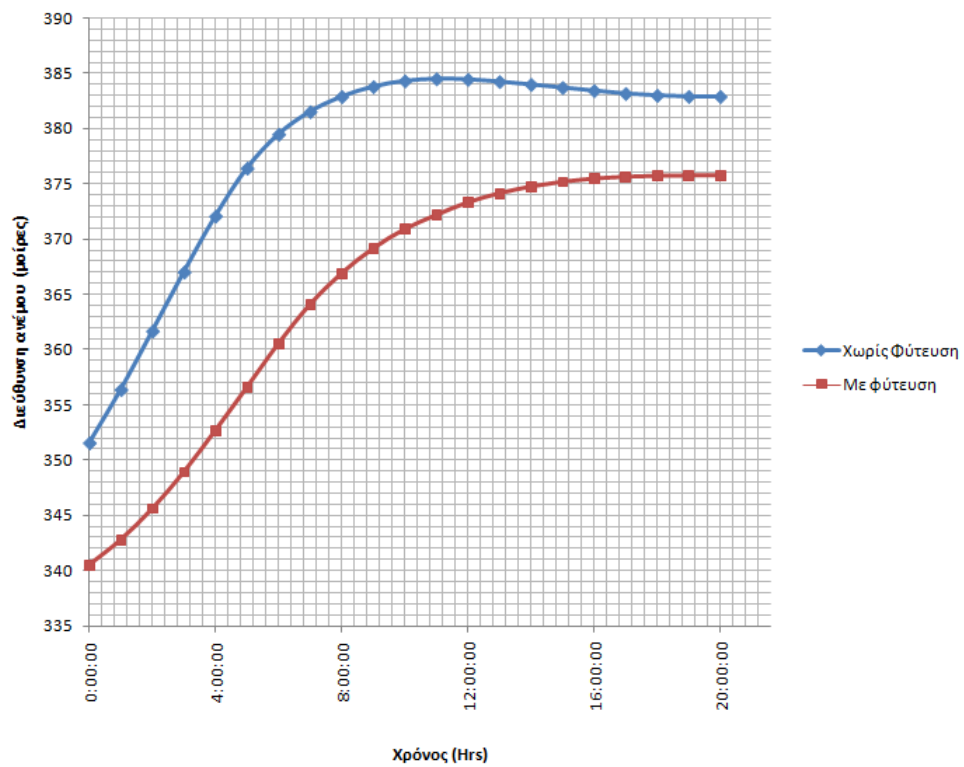


Πίνακας 6.4.1.2  
Ένταση ανέμου Envi-met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010

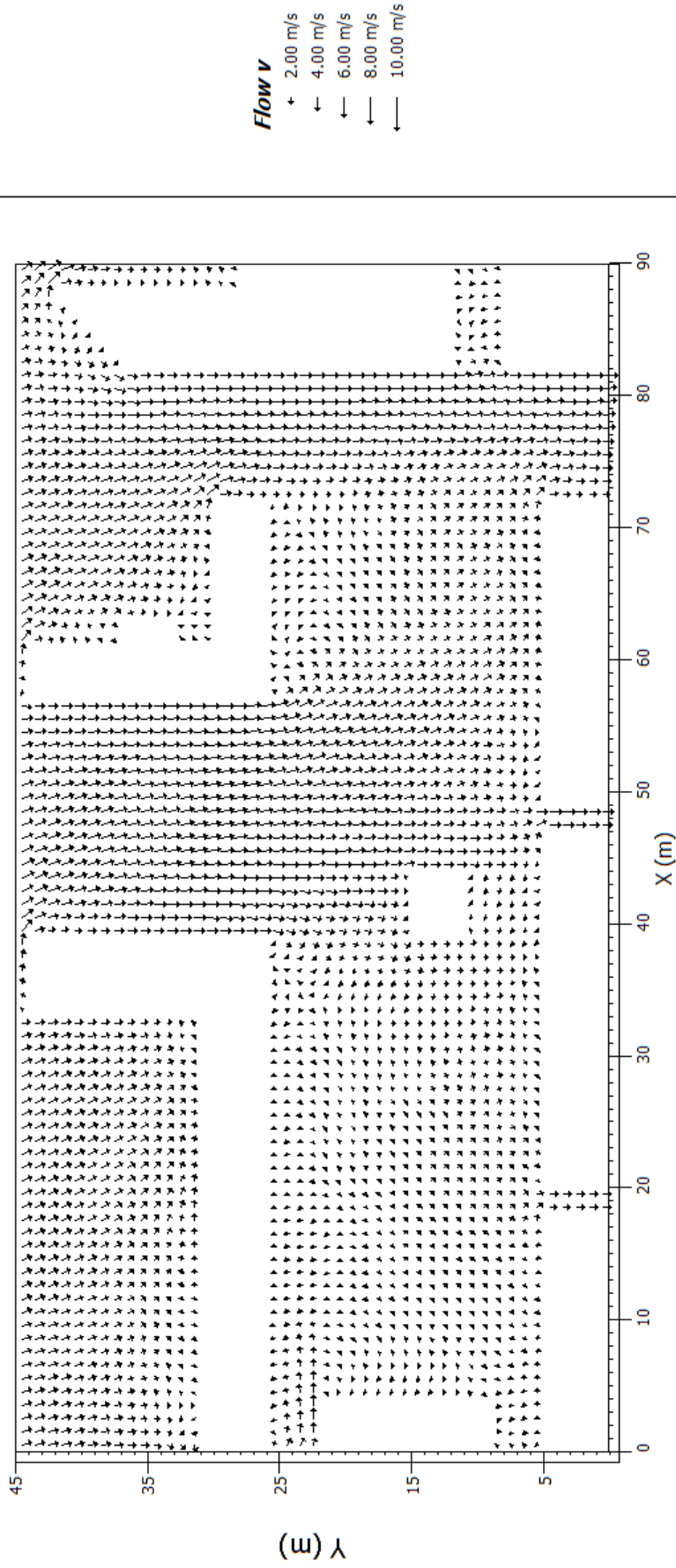
Ωρα	Ένταση ανέμου (m/s)		Διεύθυνση ανέμου (μοίρες)	
	Χωρίς Φύτευση	Με φύτευση	Χωρίς Φύτευση	Με φύτευση
0:00:00	0.89	0.84	351.51	340.50
1:00:00	0.85	0.79	356.34	342.78
2:00:00	0.84	0.75	361.65	345.58
3:00:00	0.84	0.72	367.00	348.90
4:00:00	0.87	0.70	372.02	352.66
5:00:00	0.91	0.69	376.41	356.57
6:00:00	0.99	0.71	379.49	360.52
7:00:00	1.08	0.75	381.53	364.06
8:00:00	1.16	0.80	382.90	366.88
9:00:00	1.24	0.84	383.80	369.12
10:00:00	1.30	0.88	384.32	370.87
11:00:00	1.36	0.91	384.51	372.15
12:00:00	1.41	0.96	384.46	373.29
13:00:00	1.47	1.00	384.26	374.11
14:00:00	1.52	1.04	384.00	374.72
15:00:00	1.57	1.07	383.72	375.16
16:00:00	1.61	1.11	383.44	375.45
17:00:00	1.64	1.13	383.18	375.61
18:00:00	1.67	1.15	383.01	375.69
19:00:00	1.70	1.17	382.91	375.73
20:00:00	1.72	1.18	382.91	375.75



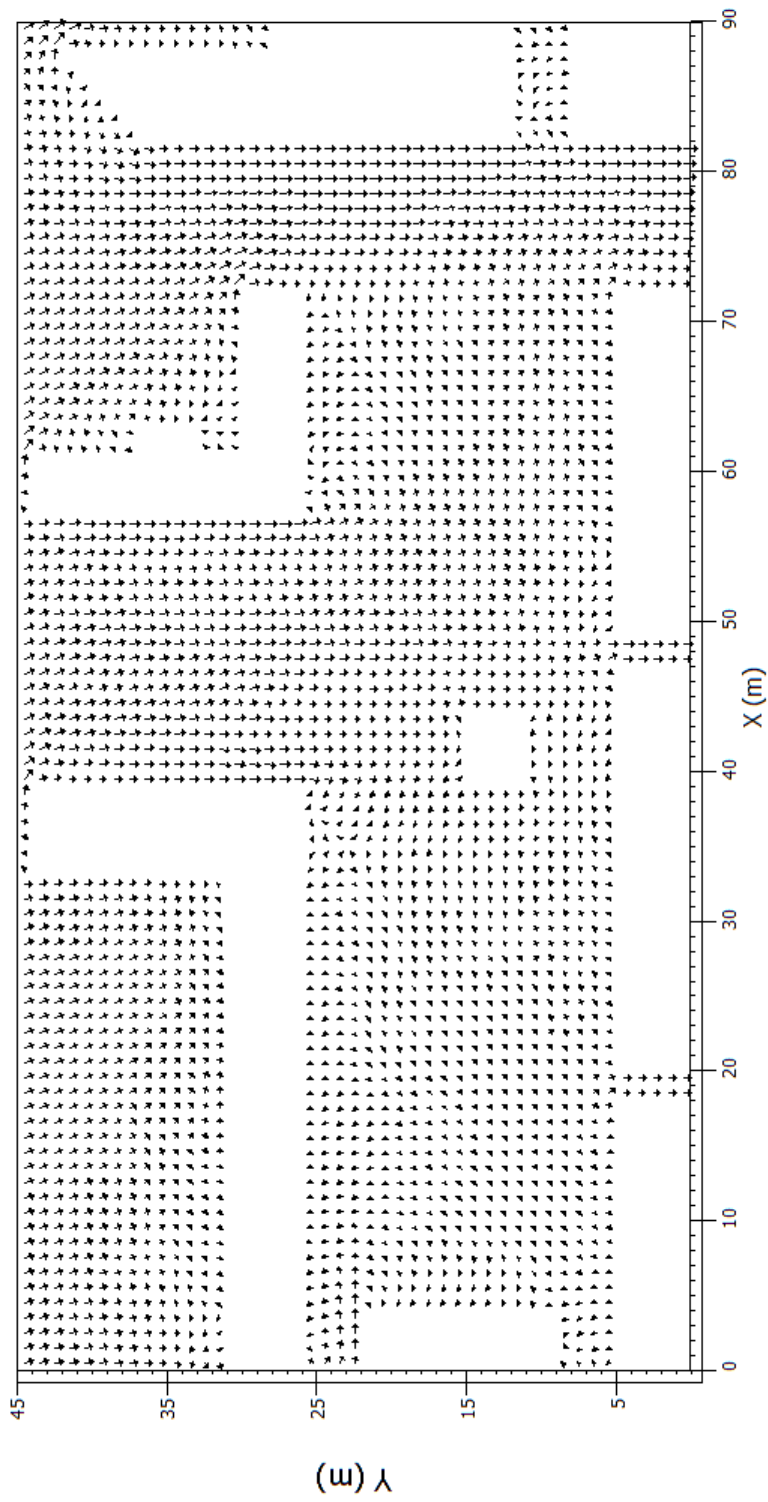
σχήμα 6.4.1.2  
Διάγραμμα χρόνου – έντασης ανέμου, τιμές Envi – μετ χωρίς φύτευση και με φύτευση



σχήμα 6.4.1.3  
Διάγραμμα χρόνου – διεύθυνσης ανέμου, τιμές Envi – μετ χωρίς φύτευση και με φύτευση



εικόνα 6.4.1.3  
Απεικόνιση της ροής ανέμου σε κάτοψη για  $z=1.85$  χωρίς φύτευση ώρα 20:00



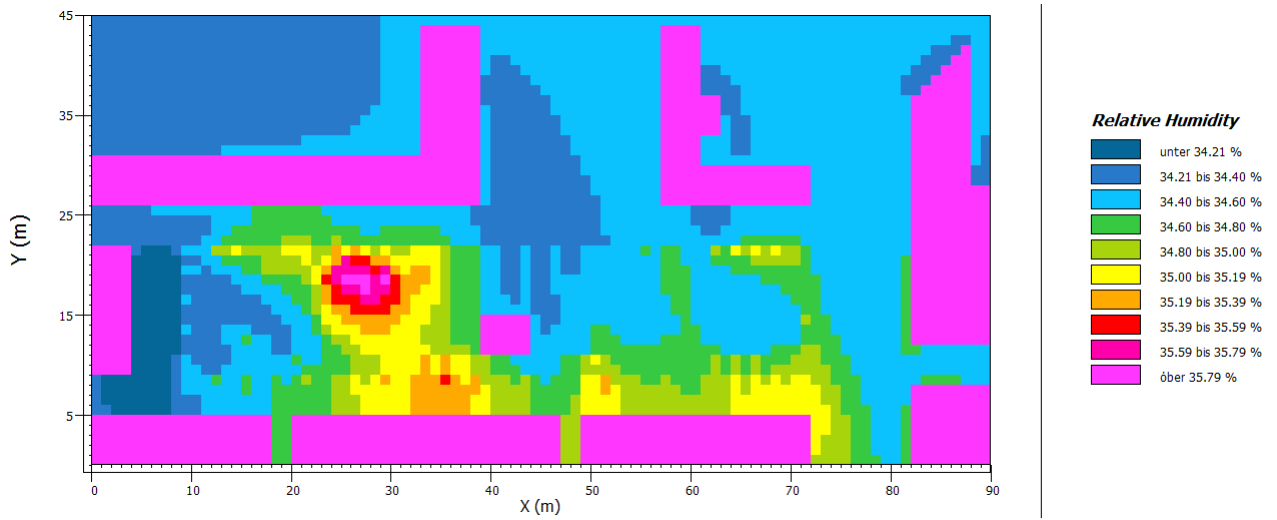
εικόνα 6.4.1.4  
Απεικόνιση της ροής ανέμου σε κάτοψη για  $z=1.85$  με φύτευση ώρα 20:00

### Σχετική υγρασία:

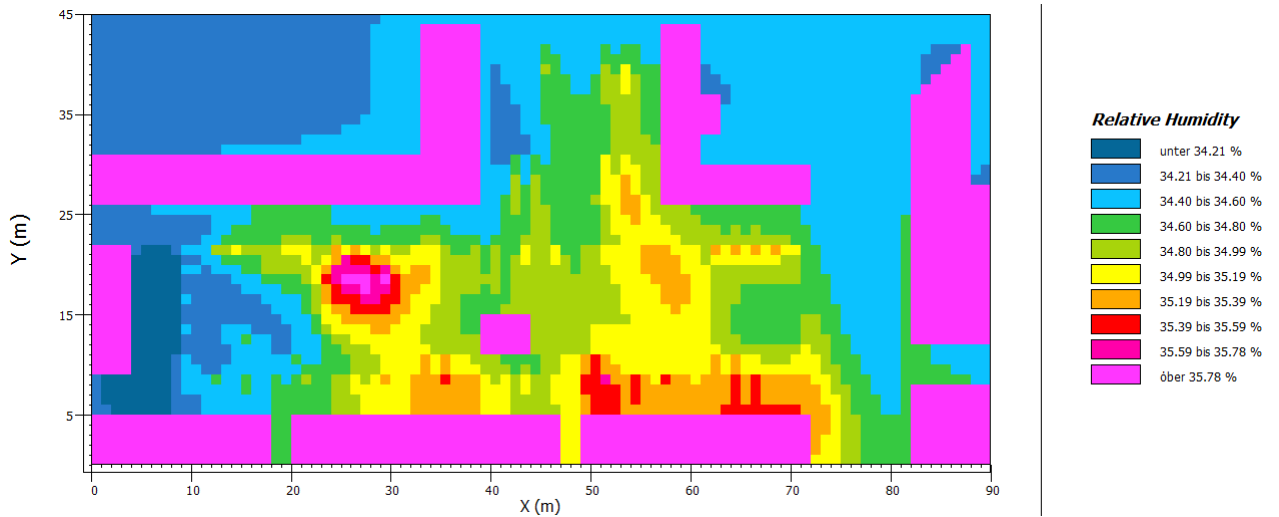
Η επόμενη μεταβλητή που εξετάζεται είναι η σχετική υγρασία. Όπως και παραπάνω στο πίνακα 6.4.1.3 παραθέτονται οι τιμές σχετικής υγρασίας έτσι όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου (πρώτη προσομοίωση) και με φύτευση (δεύτερη προσομοίωση), ακολουθεί απεικόνιση της σχετικής υγρασίας όλης της περιοχής με τη μορφή χάρτη για τις 3:00:00 όπου και η υψηλότερη τιμή (εικ.6.4.1.5 και 6.4.1.6) και διάγραμμα των τιμών σε σχέση με το χρόνο (σχ.6.4.1.4).

Πίνακας 6.4.1.3  
Σχετική υγρασία Envi-met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010

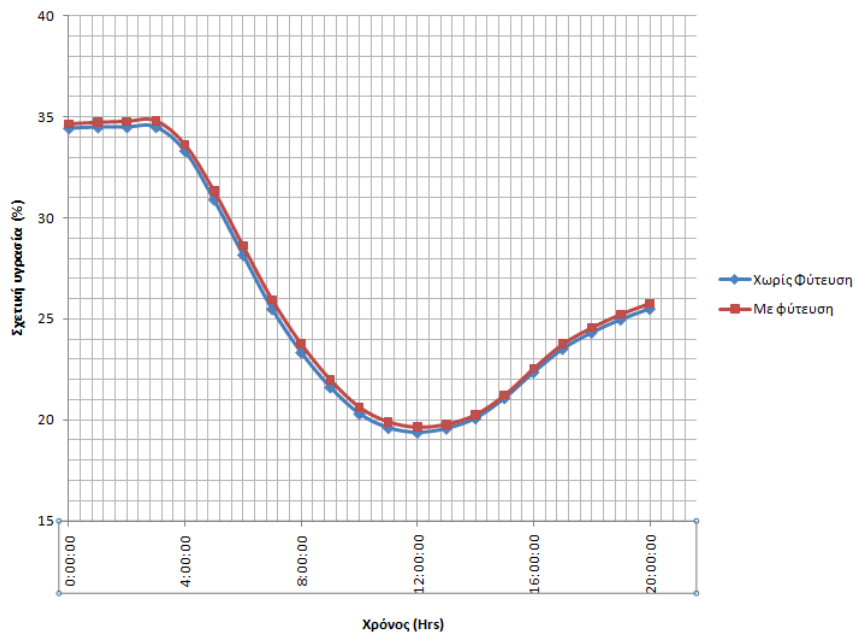
Ωρα	Σχετική υγρασία (%)	
	Χωρίς Φύτευση	Με φύτευση
0:00:00	34.45	34.65
1:00:00	34.50	34.73
2:00:00	34.51	34.78
3:00:00	34.51	34.81
4:00:00	33.33	33.64
5:00:00	30.92	31.35
6:00:00	28.18	28.62
7:00:00	25.50	25.95
8:00:00	23.35	23.76
9:00:00	21.63	21.99
10:00:00	20.32	20.63
11:00:00	19.62	19.90
12:00:00	19.39	19.64
13:00:00	19.59	19.78
14:00:00	20.10	20.26
15:00:00	21.10	21.23
16:00:00	22.38	22.55
17:00:00	23.53	23.75
18:00:00	24.34	24.57
19:00:00	24.99	25.23
20:00:00	25.52	25.77



εικόνα 6.4.1.5  
Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας σε κάτοψη για z=1.85 χωρίς φύτευση ώρα 03:00



εικόνα 6.4.1.6  
Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας σε κάτοψη για z=1.85 με φύτευση ώρα 03:00

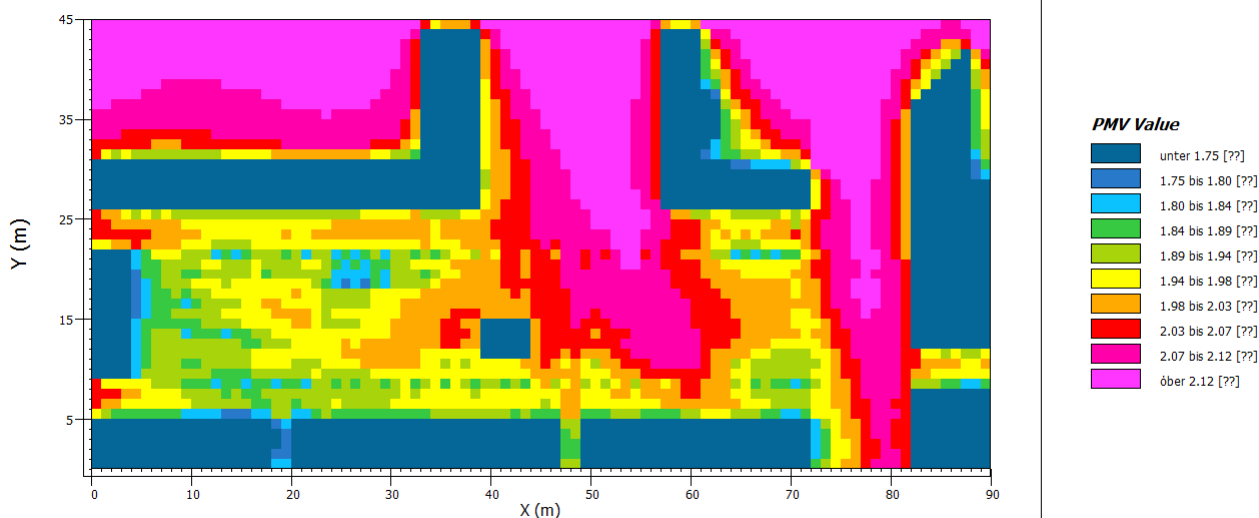


σχήμα 6.4.1.4  
Διάγραμμα χρόνου – σχετικής υγρασίας, τιμές Envi – μετ χωρίς φύτευση και με φύτευση

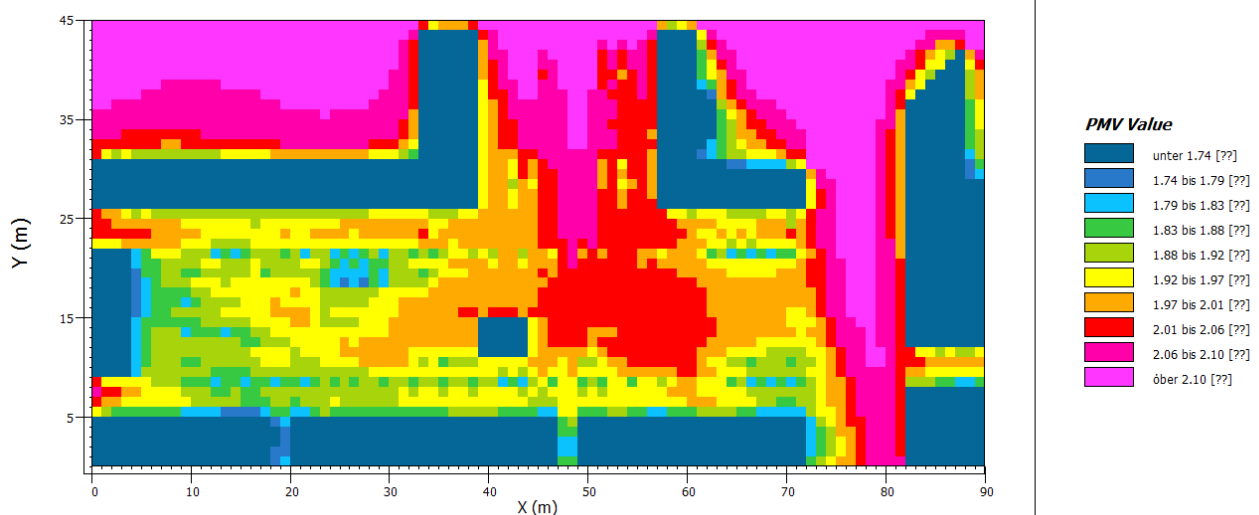
Όπως παρατηρείται η σχετική υγρασία παρουσιάζει αύξηση με τη νέα φύτευση από 0,10 έως 0,30 ποσοστιαίες μονάδες κυρίως στις περιοχές όπου υπάρχει φύτευση.

### Τιμές δείκτη PMV:

Η τελευταία μεταβλητή που εξετάζεται είναι ο δείκτης PMV (Μέσος Αναμενόμενος Θερμικός Δείκτης). Στις εικόνες 6.4.1.7 και 6.4.1.8 απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη PMV για όλη την περιοχή με τη μορφή χάρτη, έτσι όπως υπολογίστηκαν από το Envi-met χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου (πρώτη προσομοίωση) και με φύτευση (δεύτερη προσομοίωση). Οι τιμές είναι για τις 17:00:00 όπου θεωρητικά αρχίζει να ξεκινάει η απογευματινή κίνηση στην περιοχή.



εικόνα 6.4.1.7  
Απεικόνιση δείκτη PMV σε κάτοψη για z=1.85 χωρίς φύτευση ώρα 17:00



εικόνα 6.4.1.8  
Απεικόνιση δείκτη PMV σε κάτοψη για z=1.85 με φύτευση ώρα 17:00

Από τις παραπάνω απεικονίσεις προκύπτει ότι στις περιοχές όπου συνδυάζεται μεγάλη ένταση ανέμου (εικ. 6.4.1.3) και επιφάνειες καλυπτόμενες από ασφαλτο ή πλάκες πεζοδρομίου, συναντώνται οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη PMV, ενώ οι μικρότερες τιμές συναντώνται κυρίως όπου υπάρχει φύτευση.

Γενικότερα οι τιμές του δείκτη δεν έχουν μεγάλες διαφορές για τις δύο περιπτώσεις, κυμαίνονται από 1,75 έως 2,12 χωρίς τη νέα φύτευση και από 1,74 έως 2,10 με τη νέα φύτευση. Για άλλη μια φορά η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται τοπικά στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου και προς το κέντρο της κεντρικής πλατείας.

Ποιοτικά η τιμή 2,00 θεωρείται υψηλή αφού οι ιδανικές συνθήκες θερμικής άνεσης είναι για τιμές του δείκτη από -0,50 έως 0,50. Σύμφωνα με τον πίνακα 2.4.1.1 ο χρήστης του χώρου τη δεδομένη χρονική στιγμή είχε την αίσθηση της ζέστης.

#### **6.4.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων**

Οι διαφορές που προέκυψαν στα κλιματολογικά μεγέθη μετά τη νέα φύτευση στη πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικές, εκτός από αυτές της έντασης του ανέμου, αλλά στο σύνολο τους ήταν ευεργετικές.

### **6.5 Συμπεράσματα**

Με τη διερεύνηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης των βιοκλιματικών συνθηκών του μικροκλίματος της κεντρικής πλατείας Νέας Σμύρνης, η οποία έγινε με τη χρήση του λογισμικού Envi – met, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα.

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του Envi – met κρίθηκε επαρκής και συνίσταται η χρήση του προγράμματος για πρόβλεψη του μικροκλίματος των αστικών χώρων σε συνδυασμό με υπάρχουσες μετρήσεις από κοντινό μετεωρολογικό σταθμό, ή ακόμα καλύτερα με επί τόπου μετρήσεις, έτσι ώστε μέσω δοκιμών και σύγκρισης να καταρτιστεί το καλύτερο δυνατό μοντέλο της περιοχής το οποίο θα μας δίνει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Με τη νέα φύτευση, που προβλέπεται για την ανάπτυξη της πλατείας Βασιλέως Κωνσταντίνου, οι διαφορές που προκύπτουν στη θερμοκρασία, στη σχετική υγρασία και στις τιμές του δείκτη PMV δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για το σύνολο της περιοχής, τοπικά είναι εντονότερες.

Σημαντικότερη είναι η διαφορά της έντασης και διεύθυνσης του ανέμου καθώς η νέα φύτευση λειτουργεί σαν ανεμοφράκτης δεδομένου ότι η ροή του ανέμου είναι κυρίως από το Βορρά προς το Νότο.



Αν και η επεμβάσεις δεν αφορούν την κεντρική πλατεία της Νέας Σμύρνης, το μικροκλίμα του χώρου της επηρεάζεται θετικά με την ανάπτυξη της όμορης πλατείας.

Συνοψίζοντας:

- με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας μαθηματικών μοντέλων, όπως το Envi – met, μπορούμε να έχουμε μια καλή προσέγγιση της πρόβλεψης του αστικού μικροκλίματος και του πως επιδρά σε αυτό η γεωμετρία και τα υλικά του χώρου.
- η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών, η ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου γύρω από τα κτίρια και στους δρόμους, ο ηλιασμός των κτιρίων και των υπαίθριων αστικών χώρων, η συγκέντρωση της σκόνης και των ρύπων κοντά στο έδαφος, μπορούν να τροποποιηθούν ευνοϊκά, με κατάλληλες επιλογές κατά τον σχεδιασμό ή και τον ανασχεδιασμό του αστικού χώρου.
- με το συνδυασμό και την εφαρμογή των δύο παραπάνω σε μελέτες σχεδιασμού ή ανάπτυξης υπαίθριων χώρων μπορούν αποφευχθούν λάθη τα οποία γίνονταν μέχρι σήμερα.

## 6.6 Επίλογος

Καθώς οι πόλεις αυξάνουν συνεχώς τα όρια και τον πληθυσμό τους, η αστικοποίηση έχει αυξήσει δραματικά τον αριθμό των κτιρίων και την ενεργειακή τους κατανάλωση.

Στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές λόγω των υλικών με τα οποία είναι δομημένες, της γεωμετρίας τους αλλά και της έλλειψης βλάστησης λαμβάνουν χώρα φαινόμενα όπως αυτό της αστικής θερμικής νησίδας και της αστικής χαράδρας που έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας, της συγκέντρωσης ρύπων και την εντατική χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων η οποία συμβάλλει στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και προκαλεί σπατάλη ενέργειας.

Οι μικροκλιματικές συνθήκες γύρω από τα κτίρια, τους δρόμους και τους ελεύθερους χώρους προσδιορίζονται από τη φυσική μορφή της πόλης και είναι πλέον ανάγκη η πρόβλεψη τους για τον σωστό σχεδιασμό σε μελέτες ανάπτυξης ή μελέτες νέων αστικών υπαίθριων χώρων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και του προφίλ ταχύτητας ανέμου χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά στοιχεία.

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ερευνήθηκε η πρόβλεψη του αστικού μικροκλίματος με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας μαθηματικών μοντέλων και η επίδραση της αστικής γεωμετρίας και των υλικών σε αυτό. Η διερεύνηση έγινε προσομοιώνοντας το μικροκλίμα της πλατείας Νέας Σμύρνης με χρήση του λογισμικού Envi – met.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση είναι ενθαρρυντικά, όμως καλύπτουν μόνο ένα μικρό κομμάτι του αντικειμένου. Η προσομοίωση του αστικού μικροκλίματος με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι υπό συνεχή ανάπτυξη και η έρευνα συνεχίζεται. Παρακάτω προτείνονται θέματα για περαιτέρω διερεύνηση:

- Ο προσδιορισμός τυχόν σφάλματος των αποτελεσμάτων του Envi-met, με τη βοήθεια επιτόπιων μετρήσεων, προτείνεται να επιλεγθούν περιοχές με απλή αστική γεωμετρία.
- Παράλληλα με τις μετρήσεις να προσδιορίζεται ο δείκτης θερμικής άνεσης μέσω ερωτηματολογίου και να συγκρίνεται με τα αποτελέσματα του προγράμματος.
- Μελέτη των φαινομένων της αστικής θερμικής νησίδας και τις αστικής χαράδρας με τη βοήθεια του λογισμικού και μελέτη παρεμβάσεων που μπορούν να γίνουν για τη μείωση των φαινομένων.
- Περαιτέρω μελέτη του μικροκλίματος της κεντρικής πλατείας Νέας Σμύρνης για διαφορετικές εποχές του χρόνου και επεμβάσεις στο χώρο.

## Βιβλιογραφία

1. Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων
2. Δήμος Νέας Σμύρνης. Επίσημη ιστοσελίδα [www.neasmyrni.gr](http://www.neasmyrni.gr)
3. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου
4. Πολυχρονόπουλος Δημήτρης Αρχιτέκτων Υπ. Διδάκτωρ Ε.Μ.Π. (1999). Δυνατότητες μορφοποίησης του αστικού μικροκλίματος μέσα από την διαδικασία του πολεοδομικού σχεδιασμού (σημειώσεις μαθήματος “Περιβαλλοντικός αστικός σχεδιασμός” 8<sup>ου</sup> εξαμήνου σχολή αρχ/κων μηχαν/κων Ε.Μ.Π.)
5. Bjerregaard, E. and Nielsen, F. (1981). SBI direction 128 Wind environment around buildings. (In Danish): Danish Buildings Research Institute, Hørsholm.
6. Davenport, A.G. (1972). An Approach to Human Comfort Criteria for Environmental Wind Conditions, Swedish National Building Research Institute, Stockholm.
7. ECOCITY σε συνεργασία με την ΕΕΔΕ (2010). Εσπερίδα με θέμα “Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας” (ομιλητές Κωνσταντίνος Γκάρτζος, Κλέα Κατσουγιάννη – συντονίστρια, Ματθαίος Σανταμούρης, Αλέξανδρος Κουλίδης)
8. Gandemer, J. (1977). Wind environment around buildings: Aerodynamic concepts, Proc.: Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, Cambridge University Press.
9. Houlberg, C. (1976). An introduction to wind environment part I: Living fences and windscreens with commented stock of bibliography, 2nd edition. (In Danish): The Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen.
10. Houlberg, C. (1979). An introduction to wind environment part II: Wind and shelter in built-up areas with commented stock of bibliography for BSA. (In Danish): The Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen.
11. Michael Bruse & Team [www.envi-met.com](http://www.envi-met.com)
12. Penwarden, A.D. and Wise, A.F.E. (1975). Wind environment around buildings. Department of the Environment BRE, Her Majesty’s Stationery Office, London.
13. Smith, F. and Wilson, C.B. (1977). A parametric study of airflow within rectangular walled enclosures, Building and Environment, Vol. 12, pp. 223-230.

## Ευρετήριο εικόνων

<b>εικόνα 2.2.1:</b> Τιμές θερμοκρασίας σε σχέση με το περιβάλλον [πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]	σελ. 7
<b>εικόνα 2.3.1:</b> Ροή του αέρα σε μια αστική χαράδρα [πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]	σελ. 9
<b>εικόνα 2.3.2:</b> Γεωμετρικές παράμετροι αστικής χαράδρας – [πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]	σελ. 9
<b>εικόνα 3.3.2.1:</b> Σχήμα Α: Ροή γύρω από δύο κτίρια με 3 ζώνες στη περιοχή ένθεσης – Σχήμα Β: (βελτίωση) Ροή γύρω από δύο κτίρια με 5 ζώνες στη περιοχή ένθεσης [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 33
<b>εικόνα 3.3.2.2:</b> Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης “Κm” σε ανοιχτές LBC [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 40
<b>εικόνα 3.3.2.3:</b> Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης “Κm” σε κλειστές LBC [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 41
<b>εικόνα 3.3.2.4:</b> Διανομή συντελεστή ανταλλαγής τύρβης “Κm” σε κυκλικές LBC [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 41
<b>εικόνα 4.1.1:</b> Κύρια μπάρα επιλογών του Envi-met	σελ. 47
<b>εικόνα 4.2.1.1:</b> Area Input File editor	σελ. 48
<b>εικόνα 4.2.1.2:</b> Εργαλεία Area Input File editor	σελ. 48
<b>εικόνα 4.2.1.3:</b> Μάσκα εισαγωγής γενικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών του μοντέλου	σελ. 49
<b>εικόνα 4.2.1.4:</b> Εισαγωγή κτιρίων και φυτών	σελ. 50
<b>εικόνα 4.2.1.5:</b> Εισαγωγή εδάφους	σελ. 51
<b>εικόνα 4.2.1.6:</b> Εισαγωγή Receptors	σελ. 52
<b>εικόνα 4.2.1.7:</b> Εισαγωγή πηγών εκπομπής σωματιδίων ή αερίων	σελ. 52
<b>εικόνα 4.2.1.8:</b> Εισαγωγή BOTworld Database Links	σελ. 53
<b>εικόνα 4.2.1.9:</b> Μαζική διαγραφή στοιχείων	σελ. 54
<b>εικόνα 4.2.1.10:</b> Μάσκα επιλογής μαζικής διαγραφής στοιχείων	σελ. 54
<b>εικόνα 4.2.1.11:</b> Μάσκα πληροφοριών	σελ. 55
<b>εικόνα 4.2.1.11:</b> Μάσκα επιλογών μετακίνησης	σελ. 55
<b>εικόνα 4.2.2.1:</b> Configuration File Editor	σελ. 56
<b>εικόνα 4.2.2.2:</b> Βασικές ρυθμίσεις Configuration File	σελ. 56
<b>εικόνα 4.2.2.3:</b> Τρόπος εισαγωγής επιπλέον ρυθμίσεων	σελ. 56

<b>εικόνα 4.2.3.1:</b> Batch file	σελ. 57
<b>εικόνα 4.3.1:</b> Επιλογή μεγέθους μοντέλου	σελ. 57
<b>εικόνα 4.3.2:</b> Μάσκα εκτέλεσης του Envi-met	σελ. 59
<b>εικόνα 4.3.3:</b> Εισαγωγή configuration file	σελ. 59
<b>εικόνα 4.3.4:</b> Envi-met output	σελ. 60
<b>εικόνα 4.3.5:</b> Area Definition Panel	σελ. 60
<b>εικόνα 4.3.6:</b> Output Settings Panel	σελ. 61
<b>εικόνα 4.3.7:</b> Simulation Timing Panel	σελ. 61
<b>εικόνα 4.3.8:</b> Meteorology/location Panel	σελ. 62
<b>εικόνα 4.3.9:</b> Building Properties Panel	σελ. 62
<b>εικόνα 4.3.10:</b> Soil Properties Panel	σελ. 63
<b>εικόνα 4.3.11:</b> Plant Properties Panel	σελ. 63
<b>εικόνα 4.3.12:</b> Sources Settings Panel	σελ. 64
<b>εικόνα 4.3.13:</b> Biometeorology Settings Panel	σελ. 64
<b>εικόνα 4.3.14:</b> Advanced Settings Panel	σελ. 65
<b>εικόνα 4.4.1.1:</b> Εφαρμογή LEORNADO	σελ. 66
<b>εικόνα 4.4.1.2:</b> Δημιουργία νέου χάρτη	σελ. 67
<b>εικόνα 4.4.1.3:</b> Άνοιγμα του data navigator	σελ. 67
<b>εικόνα 4.4.1.4:</b> Data navigator	σελ. 68
<b>εικόνα 4.4.1.5:</b> Απεικόνιση της θερμοκρασίας με χρώματα και ισοϋψείς (layers data και contour)	σελ. 69
<b>εικόνα 4.4.1.6:</b> Απεικόνιση της ταχύτητας του ανέμου (layer vector)	σελ. 69
<b>εικόνα 4.4.1.7:</b> Settings 2D	σελ. 70
<b>εικόνα 4.4.2.1:</b> Extract	σελ. 70
<b>εικόνα 4.4.2.2:</b> Αρχείο δεδομένων σε μορφή txt με τη βοήθεια του Extract.	σελ. 71
<b>εικόνα 4.4.3.1:</b> Microsoft excel 2007 άνοιγμα αρχείου	σελ. 71
<b>εικόνα 4.4.3.2:</b> Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 1 από 3	σελ. 72
<b>εικόνα 4.4.3.3:</b> Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 2 από 3	σελ. 72
<b>εικόνα 4.4.3.4:</b> Οδηγός εισαγωγής κειμένου – βήμα 3 από 3	σελ. 73
<b>εικόνα 4.4.3.5:</b> Παράθυρο ρυθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση αριθμητικών δεδομένων	σελ. 73
<b>εικόνα 4.4.3.6:</b> Microsoft excel 2007 εισαγωγή δεδομένων	σελ. 74
<b>εικόνα 4.4.3.7:</b> Microsoft excel 2007 επεξεργασία δεδομένων	σελ. 74
<b>εικόνα 4.4.3.8:</b> Microsoft excel 2007 ταξινόμηση	σελ. 75

<b>εικόνα 4.4.3.9:</b> Microsoft excel 2007 καρτέλα “εισαγωγή”	σελ. 75
<b>εικόνα 4.4.3.10:</b> Microsoft excel 2007 καρτέλα “εργαλεία γραφήματος”	σελ. 75
<b>εικόνα 5.2.1:</b> Τρισδιάστατη απεικόνιση των σχεδίων ανάπλασης της πλατείας Βασιλέως Κωνσταντίνου [πηγή Τάκης Γαβρίληςκαι Συνεργάτες. <a href="http://www.takisgavrilis.gr">www.takisgavrilis.gr</a> ]	σελ. 83
<b>εικόνα 5.2.2:</b> Άποψη της πλατείας το έτος 1957 [πηγή favlos.capitalblogs.gr]	σελ. 84
<b>εικόνα 5.2.3:</b> Άποψη της πλατείας σήμερα [πηγή athensmagazine.gr]	σελ. 84
<b>εικόνα 5.2.4:</b> Άποψη της πλατείας	σελ. 84
<b>εικόνα 5.2.5:</b> Άποψη της πλατείας και της δόμησης προς την οδό Εικοστής Πέμπτης Μαρτίου	σελ. 85
<b>εικόνα 5.2.6:</b> Άποψη της πλατείας και της δόμησης στην οδό Δευτέρας Μαΐου	σελ. 85
<b>εικόνα 5.2.7:</b> Άποψη της πλατείας και της δόμησης στην οδό Ειρήνης	σελ. 86
<b>εικόνα 5.2.8:</b> Πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου Εργασίες Ανάπλασης	σελ. 86
<b>εικόνα 6.1.2.1:</b> Θέση σταθμών σε σχέση με την πλατεία Νέας Σμύρνης [πηγή Google Earth]	σελ. 92
<b>εικόνα 6.2.1.1:</b> Βασικά δεδομένα γεωμετρίας του μοντέλου	σελ. 93
<b>εικόνα 6.2.1.2:</b> Κάτοψη του μοντέλου στο Envi-met – Χωρίς φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου	σελ. 93
<b>εικόνα 6.4.1:</b> Κάτοψη του μοντέλου στο Envi-met – Με φύτευση στην πλατεία Βασιλέως Κωνσταντίνου	σελ. 103
<b>εικόνα 6.4.1.1:</b> Απεικόνιση της θερμοκρασίας σε κάτοψη για $z=1.85$ και σε τομή για $y=29$ χωρίς φύτευση ώρα 12:00	σελ. 105
<b>εικόνα 6.4.1.2:</b> Απεικόνιση της θερμοκρασίας σε κάτοψη για $z=1.85$ και σε τομή για $y=29$ με φύτευση ώρα 12:00	σελ. 105
<b>εικόνα 6.4.1.3:</b> Απεικόνιση της ροής ανέμου σε κάτοψη για $z=1.85$ χωρίς φύτευση ώρα 20:00	σελ. 109
<b>εικόνα 6.4.1.4:</b> Απεικόνιση της ροής ανέμου σε κάτοψη για $z=1.85$ με φύτευση ώρα 20:00	σελ. 110
<b>εικόνα 6.4.1.5:</b> Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας σε κάτοψη για $z=1.85$ χωρίς φύτευση ώρα 03:00	σελ. 112
<b>εικόνα 6.4.1.6:</b> Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας σε κάτοψη για $z=1.85$ με φύτευση ώρα 03:00	σελ. 112
<b>εικόνα 6.4.1.7:</b> Απεικόνιση δείκτη PMV σε κάτοψη για $z=1.85$ χωρίς φύτευση ώρα 17:00	σελ. 113
<b>εικόνα 6.4.1.8:</b> Απεικόνιση δείκτη PMV σε κάτοψη για $z=1.85$ με φύτευση ώρα 17:00	σελ. 113

## Ευρετήριο πινάκων

<b>πίνακας 2.2.1:</b> Τιμές albedo για επιφάνειες υπαίθριων χώρων [πηγή marine.rutgers.edu]	σελ. 8
<b>πίνακας 2.2.2:</b> Τιμές albedo για εξωτερικές επιφάνειες κτιρίων [πηγή Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης (2009). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων]	σελ. 8
<b>πίνακας 2.4.1.1:</b> Τιμές δείκτη PMV	σελ. 13
<b>πίνακας 2.4.2.1:</b> Χαρακτηριστικά του κριτηρίου των $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 18
<b>πίνακας 2.4.2.2:</b> Γεωστροφικό ύψος και τραχύτητα του εδάφους για τρία είδη περιοχών [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 19
<b>πίνακας 2.4.2.3:</b> Τιμές $S = V_H / V_{10}$ για διάφορα ύψη $H$ for για αστικές και ημιαστικές περιοχές [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 20
<b>πίνακας 3.3.2.1:</b> MAIN-DATA	σελ. 35
<b>πίνακας 3.3.2.2:</b> Section POSITION	σελ. 36
<b>πίνακας 3.3.2.3:</b> Section SOILDATA	σελ. 36
<b>πίνακας 3.3.2.4:</b> Section LOCALDB	σελ. 36
<b>πίνακας 3.3.2.5:</b> Section TIMING	σελ. 37
<b>πίνακας 3.3.2.6:</b> Section TURBULENCE	σελ. 37
<b>πίνακας 3.3.2.7:</b> Section BUILDING	σελ. 37
<b>πίνακας 3.3.2.8:</b> Section NESTINGAREA	σελ. 38
<b>πίνακας 3.3.2.9:</b> Section PMV	σελ. 38
<b>πίνακας 3.3.2.10:</b> Τιμές ανταλλαγής ενέργειας και κατανομής εργασίας	σελ. 38
<b>πίνακας 3.3.2.11:</b> Τιμές αντίστασης των ενδυμάτων	σελ. 39
<b>πίνακας 3.3.2.12:</b> Section PLANTMODEL	σελ. 39
<b>πίνακας 3.3.2.13:</b> Section RECEPTORS	σελ. 39
<b>πίνακας 3.3.2.14:</b> Section TIMESTEPS	σελ. 40
<b>πίνακας 3.3.2.15:</b> Section LBC-TYPES	σελ. 41
<b>πίνακας 3.3.2.16:</b> Section SOURCES	σελ. 42
<b>πίνακας 3.3.2.17:</b> Section CLOUDS	σελ. 42
<b>πίνακας 3.3.2.18:</b> Section SOLARADJUST	σελ. 42

<b>πίνακας 3.3.2.19:</b> Μεταβλητές που περιέχει ένα αρχείο εξόδου ατμόσφαιρας	σελ. 44
<b>πίνακας 6.1.2.1:</b> Κλιματολογικά δεδομένα για την 20/07/2010 [πηγή Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία – Δ/ση Κλιματολογίας]	σελ. 90
<b>πίνακας 6.1.2.2:</b> Κλιματολογικά δεδομένα για την 20/07/2010 [πηγή Hydrological Observatory of Athens. <a href="http://hoa.ntua.gr">http://hoa.ntua.gr</a> ]	σελ. 91
<b>πίνακας 6.2.2.1:</b> MAIN-DATA – NeaSmurni	σελ. 94
<b>πίνακας 6.2.2.2:</b> Section BUILDING – NeaSmurni	σελ. 95
<b>πίνακας 6.2.2.3:</b> Section PMV – NeaSmurni	σελ. 95
<b>πίνακας 6.2.2.4:</b> Section SOILDATA – NeaSmurni	σελ. 95
<b>πίνακας 6.3.1.1:</b> Θερμοκρασίες Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi–met για την 20/07/2010	σελ. 97
<b>πίνακας 6.3.1.2:</b> Ένταση ανέμου Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi–met για την 20/07/2010	σελ. 99
<b>πίνακας 6.3.1.3:</b> Δ/ση ανέμου Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi–met για την 20/07/2010	σελ. 99
<b>πίνακας 6.3.1.4:</b> Σχετική υγρασία Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi–met για την 20/07/2010	σελ. 101
<b>πίνακας 6.4.1.1:</b> Θερμοκρασίες Envi–met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010	σελ. 104
<b>πίνακας 6.4.1.2:</b> Ένταση ανέμου Envi–met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010	σελ. 107
<b>πίνακας 6.4.1.3:</b> Σχετική υγρασία Envi–met χωρίς φύτευση και με φύτευση για την 20/07/2010	σελ.111



## Ευρετήριο σχημάτων

- σχήμα 2.4.1.1:** Κατανομή της Πραγματικής Αίσθησης Θερμότητας (ASV), με την αντίστοιχη απόκλιση σε σχέση με την Θερμοκρασία Αέρα (επάνω) και την Ταχύτητα Ανέμου (κάτω) από τις επί τόπου έρευνες στην Αθήνα [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 12
- σχήμα 2.4.1.2:** Σύγκριση της Πραγματικής Αίσθησης Θερμότητας (ASV), όπως προέκυψε από τα ερωτηματολόγια με το θεωρητικό Μέσο Αναμενόμενο Θερμικό Δείκτη (PMV) για την Αθήνα, υπολογισμένο από το μαθηματικό μοντέλο, για κάθε ερωτώμενο [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 13
- σχήμα 2.4.1.3:** Εποχιακή διακύμανση των ανθρώπων που κάθονται στον ήλιο και στη σκιά σε διαφορετικές περιοχές στην Αθήνα [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 14
- σχήμα 2.4.1.4:** Δείκτης των ανθρώπων που αισθάνονται άνετα για διαφορετικές τιμές ASV, για διαφορετικές πόλεις, σε διαφορετικές εποχές [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 15
- σχήμα 2.4.1.5:** Νομογράμματα για μέσες τιμές ASV για διαφορετικές μετεωρολογικές παραμέτρους [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 17
- σχήμα 2.4.2.1:** Προφίλ ταχύτητας ανέμου για τρία διαφορετικά είδη περιοχών [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 18
- σχήμα 2.4.2.2:** Ροή ανέμου γύρω από ένα ψηλό και ένα χαμηλό κτίριο [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 22
- σχήμα 2.4.2.3:** Ειδική περίπτωση του φαινομένου του καναλιού (channel effect) – Το φαινόμενο Venturi [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 22
- σχήμα 2.4.2.4:** Παράδειγμα μέτρου προστασίας κατά της κατακόρυφης ροής του αέρα βεράντα στη βάση ψηλού κτιρίου [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 22
- σχήμα 2.4.2.5:** Η βλάστηση ως ανεμοφράχτης [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου] σελ. 22

<b>σχήμα 2.4.3.1:</b> Για τη σκίαση και τη διοχέτευση ανέμου κατά το καλοκαίρι ή για εμπόδιση του ανέμου το χειμώνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πετάσματα [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 24
<b>σχήμα 2.4.3.2:</b> Δέντρα με πυκνά φυλλώματα μπορούν να λειτουργήσουν ως ανεμοφράγματα το χειμώνα όταν τοποθετούνται στην πλευρά του επικρατούντος ανέμου [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 25
<b>σχήμα 2.4.3.3:</b> Στοές κατά μήκος πεζοδρόμων παρέχουν σκιά και προστασία από τη βροχή [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 25
<b>σχήμα 2.4.3.4:</b> «Βυθισμένοι» ανοιχτοί χώροι είναι ενδιαφέρουσα λύση για την προστασία από το θόρυβο και από τον άνεμο. Ψηλά συστήματα σκιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς να διακόπτουν τη θέα πέρα από αυτά [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 25
<b>σχήμα 2.4.3.5:</b> Φυλλοβόλα δέντρα προσφέρουν σκιά το καλοκαίρι και, αν επιλεγούν κατάλληλα μπορούν να ενισχύσουν το δροσισμό με εξατμισοδιαπνοή. Το χειμώνα επιτρέπουν τον ηλιασμό του χώρου [πηγή Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου]	σελ. 25
<b>σχήμα 3.3.1.1:</b> Σχηματική απεικόνιση της διάταξης μοντέλου – [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 30
<b>σχήμα 3.3.2.1:</b> Ροή δεδομένων στο ENVI-met V3.1 – [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 31
<b>σχήμα 3.3.2.2:</b> Σχηματική απεικόνιση της περιοχής ένθεσης	σελ. 32
<b>σχήμα 3.3.2.3:</b> Μορφές κατακόρυφου δικτύου – [πηγή Michael Bruse & Team <a href="http://www.envi-met.com">www.envi-met.com</a> ]	σελ. 34
<b>σχήμα 4.4.3.1:</b> Microsoft excel 2007 γράφημα της ταχύτητας του ανέμου και της θερμοκρασίας σε σχέση με το χρόνο (παράδειγμα Canyon_1to1green.in)	σελ. 78
<b>σχήμα 6.1.1.1:</b> Τοπογραφικό διάγραμμα πλατείας Νέας Σμύρνης	σελ. 89
<b>σχήμα 6.3.1.1:</b> Διάγραμμα χρόνου – θερμοκρασίας, τιμές Ε.Μ.Υ., Η.Ο.Α. και Envi – met	σελ. 97
<b>σχήμα 6.3.1.2:</b> Διάγραμμα χρόνου – έντασης ανέμου, τιμές Ε.Μ.Υ. Η.Ο.Α. και Envi – met	σελ. 100
<b>σχήμα 6.3.1.3</b> Διάγραμμα χρόνου – δ/νσης ανέμου, τιμές Ε.Μ.Υ. Η.Ο.Α. και Envi – met	σελ. 100

<b>σχήμα 6.3.1.4:</b> Διάγραμμα χρόνου – σχετικής υγρασίας, τιμές E.M.Y., H.O.A. και Envi – met	σελ. 102
<b>σχήμα 6.4.1.1:</b> Διάγραμμα χρόνου – θερμοκρασίας, τιμές Envi – met χωρίς φύτευση και με φύτευση	σελ. 106
<b>σχήμα 6.4.1.2:</b> Διάγραμμα χρόνου – έντασης ανέμου, τιμές Envi – met χωρίς φύτευση και με φύτευση	σελ. 108
<b>σχήμα 6.4.1.3:</b> Διάγραμμα χρόνου – διεύθυνσης ανέμου, τιμές Envi – met χωρίς φύτευση και με φύτευση	σελ. 108
<b>σχήμα 6.4.1.4:</b> Διάγραμμα χρόνου – σχετικής υγρασίας, τιμές Envi – met χωρίς φύτευση και με φύτευση	σελ. 112