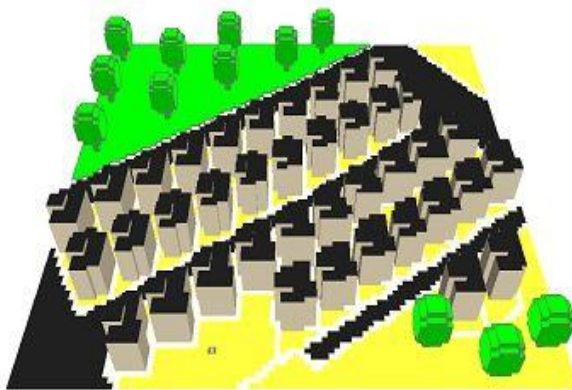
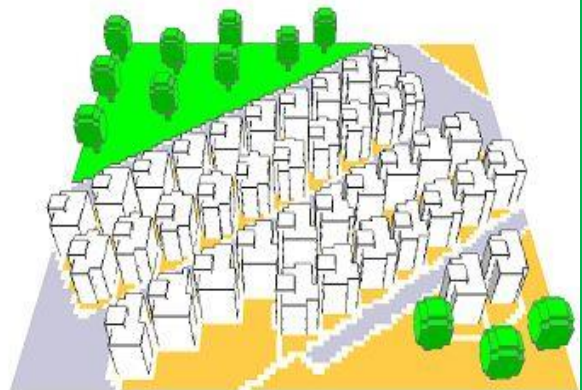




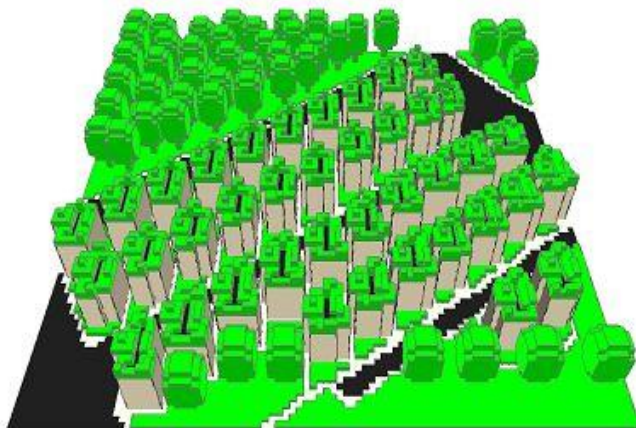
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



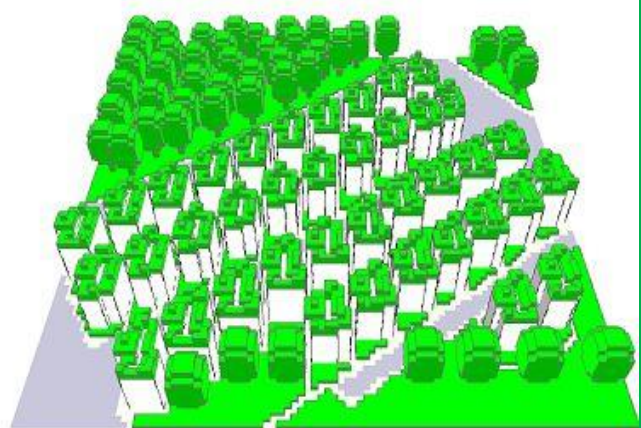
Current situation of 6 urban district



Scenario 1



Scenario 2



Scenario 3

Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός υπαίθριων χώρων
μέσω προσομοίωσης με το λογισμικό Envi-met
(πλατεία Καρύλλου Ν. Σμύρνης Αττικής)

Επιβλέπων: Ιωάννης Τζουβαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π

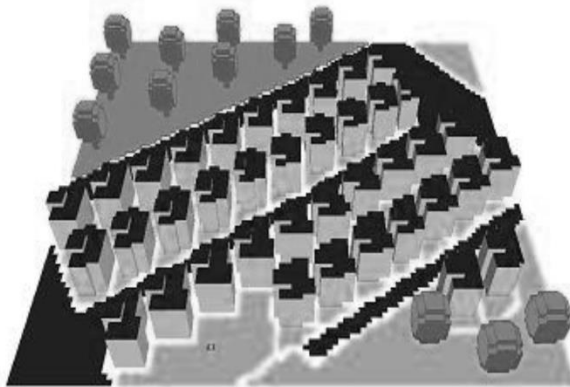
ΠΟΛΥΖΟΣ Α. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Α.Μ. 01105651

ΙΣΤΑΠΟΛΟΥ Β. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Α.Μ. 01105087

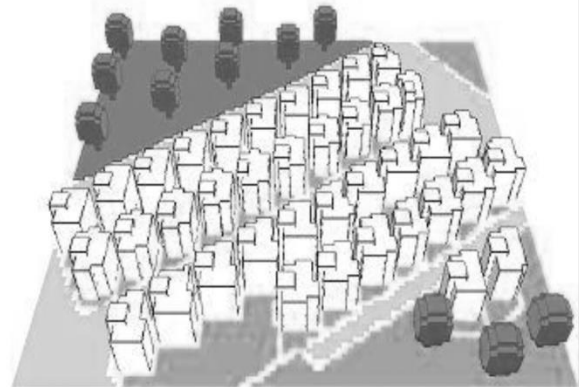
ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 2014



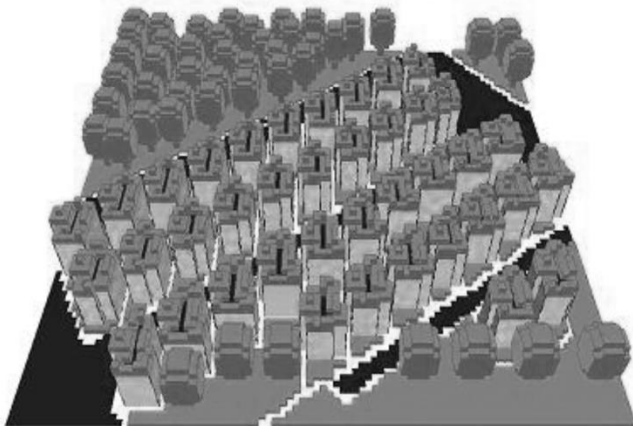
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



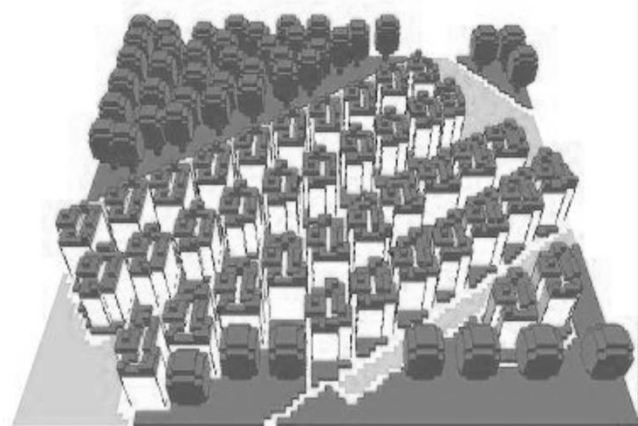
Current situation of 6 urban district



Scenario 1



Scenario 2



Scenario 3

Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός υπαίθριων χώρων
μέσω προσομοίωσης με το λογισμικό Envi-met
(πλατεία Καρύλλου Ν. Σμύρνης Αττικής)

Επιβλέπων: Ιωάννης Τζουβαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΠΟΛΥΖΟΣ Α. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Α.Μ. 01105651

ΙΣΤΑΠΟΛΟΥ Β. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Α.Μ. 01105087

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 2014

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μας εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ. Ι. Τζουβαδάκη, αναπληρωτή καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. , για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη καθοδήγησή του και την εξαιρετική συνεργασία μας σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Ακόμα ,θερμές ευχαριστίες οφείλουμε στον καθηγητή Prof. Dr. Michael Bruse και την ομάδα του ,του πανεπιστημίου Johannes Gutenberg-Universität Mainz ,δημιουργό του προγράμματος Envi-met για τις γόνιμες υποδείξεις τους και την πολύτιμη βοήθεια τους σε τεχνικά ζητήματα που αφορούσαν το λογισμικό Envi-met. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε στο τμήμα μελετών της Διεύθυνσης Κοινοχρήστων Χώρων του Δήμου Νέας Σμύρνης για την παραχώρηση των λεπτομερέστατων τοπογραφικών σχεδίων της πλατείας Καρύλλου. Θα θέλαμε ακόμη να ευχαριστήσουμε το αρχιτεκτονικό γραφείο "Τάκης Γαβρίλης & Συνεργάτες" για το υλικό που μας παραχώρησε σχετικά με την διαμόρφωση της πλατείας Καρύλλου. Επίσης, ευχαριστούμε τους καθηγητές εκείνους που με αστείρευτη ενέργεια και πάθος για το λειτούργημα του δασκάλου, αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης και πυξίδα κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων. Τέλος, θέλουμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μας για την αγάπη, τις θυσίες και τη διαρκή τους υποστήριξη, που επέτρεψαν την επιτυχή διεκπεραίωση των σπουδών μας.

Σύνοψη

Στην σύγχρονη δόμηση και ειδικά πριν την περίοδο της ελάττωσης των φυσικών πόρων και της ανησυχίας για το περιβάλλον, το κόστος και η ποσότητα επικράτησαν έναντι της αξίας και της ποιότητας. Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού όπως ο προσανατολισμός, η μορφολογία του εδάφους, ο ηλιασμός, το κλίμα, και οι σχέσεις δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος, παραμερίστηκαν και συχνά εξαιρέθηκαν. Οι αμφισβητούμενες πρακτικές δόμησης και η ελλιπής εφαρμογή της νομοθεσίας οδήγησαν στην απουσία ουσιαστικών κατευθύνσεων για καλύτερη ποιότητα ζωής και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Όμως τα πράγματα έχουν αλλάξει. Η ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον, η αποδοχή της ανάγκης για οικονομικότερη διαβίωση αλλά και η πρόσφατη οικονομική κρίση, επανέφεραν στην επιφάνεια τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η τάση αυτή δεν θα μπορούσε να μην αφορά τους υπαίθριους αστικούς χώρους και ιδιαίτερα τις πλατείες, οι οποίες αποτελούν χώρους διέλευσης χιλιάδων ανθρώπων σε καθημερινή βάση. Τα τελευταία χρόνια πολύτιμη βοήθεια για την κατά το δυνατό βέλτιστη αναμόρφωση των ανοιχτών υπαίθριων χώρων, παρέχουν ηλεκτρονικά προγράμματα υπολογιστικής ρευστομηχανικής τα οποία έχουν τη δυνατότητα να προσομοιώνουν το μικροκλίμα μιας περιοχής, προσφέροντας σημαντικά στοιχεία για την μελέτη.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους ανοιχτούς αστικούς χώρους, η αναλυτική παρουσίαση του πακέτου υπολογιστικής ρευστομηχανικής Envi-met, η αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας του Envi-met, μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων του με πραγματικές μετρήσεις, καθώς επίσης η ανάλυση της επίδρασης τόσο της αστικής γεωμετρίας όσο και της βλάστησης στο μικροκλίμα, προκειμένου να χαραχθούν κατευθυντήριες γραμμές για τον αστικό σχεδιασμό, οι οποίες θα οδηγήσουν στην βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών. Για τον λόγο αυτόν πραγματοποιήθηκε μελέτη στην πλατεία Καρύλλου της Νέας Σμύρνης, η οποία περιλαμβάνει τόσο προσομοιώσεις μέσω του προγράμματος όσο και επί τόπου μετρήσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας για συγκεκριμένες μέρες και ώρες. Στις προσομοιώσεις χρησιμοποιήθηκαν πραγματικά κλιματολογικά στοιχεία και τα αποτελέσματά τους αξιολογήθηκαν με σκοπό τον έλεγχο της αξιοπιστίας και της ακρίβειας του προγράμματος. Επίσης, με τη χρήση του Envi-met αξιολογήθηκε η επίδραση της βλάστησης στις μεταβλητές του μικροκλίματος που συγκρίναμε.

ABSTRACT

In modern construction and especially before the period of the decline of natural resources and concern for the environment, cost and quantity prevailed over value and quality. Bioclimatic design factors such as orientation, topography, insolation, climate, and the relationship between built and natural environment, often brushed aside and in many cases excluded. The controversial practices used on building and the imperfect application of legislation led to the lack of effective guidelines for better quality of life and rational use of energy. But things have changed. The growing concern for the environment, the acceptance of the need for more economic welfare and the recent economic crisis, brought back to the surface the principles of bioclimatic design. This trend also concerns the open urban spaces and especially the squares, which are places of transit of thousands of people on a daily basis. In recent years, electronic computational fluid dynamics programs which are able to simulate the microclimate of an area, providing important data for the study are of valuable assistance to the best reform of open outdoor spaces.

The purpose of this thesis is to present the principles of bioclimatic design in open urban spaces, the detailed presentation of computational fluid dynamics package Envi-met, the assessment of the reliability and accuracy of Envi-met, by comparing its results with actual measurements as well as the analysis of the effect of both urban geometry and vegetation on microclimate in order to develop guidelines for urban planning, which will lead to the improvement of microclimatic conditions .For this reason a study was conducted at Karyllou Square of Nea Smyrni, which includes both simulations through the program and in situ measurements of temperature and relative humidity for specific days and times. In those simulations actual climatic data were used and the results were evaluated in order to check the validity and accuracy of the program. Also, through the use of Envi-met evaluated the effect of vegetation on the microclimate variables being compared.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η αναλυτική παρουσίαση του πακέτου υπολογιστικής ρευστομηχανικής ENVI-met , η αξιολόγηση της αξιοπιστίας του προγράμματος μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων του με πραγματικές μετρήσεις, η παρουσίαση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους ανοιχτούς αστικούς χώρους αλλά και την εξέταση της επίδρασης συγκεκριμένων παραγόντων και επεμβάσεων, στο μικροκλίμα ενός ανοιχτού αστικού χώρου όπως είναι οι πλατεία που μελετήθηκε. Γίνεται μία εκτενής παρουσίαση του λογισμικού, η οποία συμπληρώνεται με έναν οδηγό για το χρήστη.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, τα οποία ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία εισήχθησαν στις μαθηματικές προσομοιώσεις με το λογισμικό ENVI-met. Επίσης αξιοποιήθηκε το πλούσιο υλικό της Τεχνική Υπηρεσίας του δήμου Νέας Σμύρνης., με τη χρήση τοπογραφικών διαγραμμάτων της πλατείας Καρύλλου, καταγραφών της βλάστησης και των υλικών κάλυψης των επιφανειών στην περιοχή της πλατείας και την αξιοποίηση κατόψεων και τομών των κτιρίων που περιβάλλουν την περιοχή ενδιαφέροντος, ώστε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο με μεγάλη ακρίβεια. Κατά την διάρκεια της εργασίας υπήρχε ,επίσης συνεχής επικοινωνία με τον δημιουργό του προγράμματος και την ομάδα του.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 προσομοιώσεις. Οι δύο πρώτες αφορούσαν την διερεύνηση της αξιοπιστίας του προγράμματος στην υφιστάμενη κατάσταση για μια τυπική θερινή ημέρα του Ιουλίου και μια από τις θερμότερες ημέρες του Ιουλίου αντίστοιχα, ενώ η τελευταία προσομοίωση αφορούσε την διερεύνηση της επιρροής της βλάστησης στο μικροκλίμα και συγκεκριμένα στις μεταβλητές τις θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας για την θερμότερη ημέρα του Ιουλίου.

Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων έγινε με δυο τρόπους: επιτόπιες μετρήσεις και δανεισμός ορισμένων μετρήσεων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ούτως ώστε να είναι δυνατή η πραγμάτωση των προσομοιώσεων. Για την επίτευξη της διερεύνησης της αξιοπιστίας του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις στο χώρο της πλατείας Καρύλλου, με το λογισμικό ENVI-met για την 6/7/2012 (σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις επιτόπιες μετρήσεις) και 22/7/20012 (σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα στοιχεία της Ε.Μ.Υ). Αναλυτικότερα, οι 2 πρώτες προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν ακολουθώντας πιστά την σημερινή κάτοψη της πλατείας και τις μετεωρολογικές μετρήσεις ενώ η τρίτη προσομοίωση αναφέρεται σε υποθετικό σχέδιο της πλατείας, σε αυτό της πυκνής φυτοτεχνικής της κάλυψης, με σκοπό την διερεύνηση της επιρροής της βλάστησης στο δομημένο περιβάλλον.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΣΥΝΟΨΗ	7
ABSTRACT	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	11
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	13
1. Βασικές έννοιες βιοκλιματικού σχεδιασμού	17
1.1 Γενικά	17
1.2 Το μικροκλίμα	18
1.2.1 Η έννοια του μικροκλίματος.....	18
1.2.2 Στοιχεία του μικροκλίματος	19
1.2.3 Μικροκλίμα και περιβαλλοντικός σχεδιασμός.....	20
1.3 Ο ρόλος των χώρων πρασίνου στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης ..	21
1.4 Οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους αστικούς χώρους	26
1.4.1 Θερμική Νησίδα	26
1.4.2 Ήχος στους αστικούς χώρους.....	27
1.4.3 Θερμική άνεση και δείκτες.....	30
1.4.4 Άνεμος	32
1.4.5 Δείκτης ανακλαστικότητας.....	37
1.4.6 Σκίαση.....	38
1.4.7 Νερό.....	38
2. Μαθηματικό υπόβαθρο του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met	40
2.1 Το Envi-Met και η χρήση του	40
2.2 Θεωρητικά Στοιχεία	41
2.2.1 Ατμοσφαιρικό μοντέλο.....	41
2.2.1.1 Μέση ροή αέρα	41
2.2.1.2 Θερμοκρασία και υγρασία	42
2.2.1.3 Ατμοσφαιρική τύρβη.....	43
2.2.1.4 Ροές Ακτινοβολίας	45
2.2.2 Το εδαφικό μοντέλο.....	47
2.2.3 Το μοντέλο βλάστησης.....	47
2.2.3.1 Τυρβώδεις ροές θερμότητας και εξάτμισης	48
2.2.3.2 Αντίσταση στομάτων	49
2.2.3.3 Ενεργειακό ισοζύγιο στα φύλλα	49
2.2.3.4 Υδρολογικό ισοζύγιο φυτών / εδάφους.....	50
2.2.4 Επιφάνεια εδάφους και επιφάνειες κτιρίων.....	51
2.2.4.1 Ροές ακτινοβολίας	51
2.2.4.2 Τυρβώδης ροή θερμότητας και εξάτμισης.....	52

2.2.4.3	Ροή θερμότητας εδάφους και ροή θερμότητας μέσω των κτιρίων.....	53
2.2.5	Αριθμητικά στοιχεία – Μεθοδολογία	54
2.2.5.1	Τεχνικές επίλυσης	54
2.2.5.2	Υπολογιστικό πεδίο και κατασκευή καννάβου	55
3.	Παρουσίαση του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met	56
3.1	Γραφική απεικόνιση και δομή του μοντέλου ENVI-met	56
3.2	Ροή δεδομένων στο ENVI-met v3.0	60
3.2.1	Διάγραμμα Ροής προγράμματος	60
3.2.2	Κύριο Αρχείο Διαμόρφωσης (Main Configuration File .CF).....	60
3.2.3	Αρχείο Εισαγωγής Περιοχής (Area Input File .IN)	72
3.2.4	Αρχεία Βάσης Δεδομένων (Database Files).....	74
3.2.4.1	Εισαγωγή.....	74
3.2.4.2	Βάση δεδομένων εδαφών SOILS.DAT.....	75
3.2.4.3	Βάση δεδομένων προφίλ PROFILES.DAT	77
3.2.4.4	Βάση δεδομένων φυτών PLANTS.DAT	78
3.2.4.5	Βάση δεδομένων πηγών SOURCES.DAT.....	80
3.2.4.6	Πρόσθετες τοπικές βάσεις δεδομένων φυτών και πηγών	81
3.2.5	Παραγόμενα Αρχεία (Output Files).....	82
3.2.5.1	Γενικά.....	82
3.2.5.2	Κύρια Αρχεία Δεδομένων .EDI/.EDT (Main Data Files)	83
3.2.5.3	Αρχεία Υποδοχέων (Receptor Files).....	86
3.2.5.4	Αρχεία Μονοδιάστατου Μοντέλου (1D-Model Files).....	90
3.2.6	Ορισμός Ψευδωνύμων (MYALIAS.DAT).....	90
4.	Χειρισμός του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met	92
4.1	Εισαγωγή	92
4.2	Εισαγωγή δεδομένων.....	92
4.2.1	Δημιουργία του αρχείου εισαγωγής περιοχής .IN	92
4.2.2	Δημιουργία του κύριου αρχείου διαμόρφωσης .CF	102
4.3	Εκτέλεση της προσομοίωσης.....	103
4.4	Εξαγωγή αποτελεσμάτων.....	112
4.4.1	Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του LEORNADO	112
4.4.2	Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Extract	118
5.	Περιοχή-Αντικείμενο Έρευνας	119
5.1	Σύντομη ιστορική αναδρομή του Δήμου Νέας Σμύρνης.....	119
5.2	Η πλατεία Καρύλλου	122
6.	Προσομοιώσεις.....	125
6.1	Συλλογή στοιχείων	125
6.1.1	Στοιχεία αστικής μορφολογίας	125
6.1.2	Κλιματολογικά στοιχεία	129
6.1.2.1	Επιτόπιες μετρήσεις	129
6.1.2.2	Κλιματολογικά Δεδομένα από E.M.Y	132
6.2	Έναρξη Προσομοιώσεων	134
6.2.1	Κατάρτιση αρχείων εισόδου	134

6.2.1.1 Διαδικασία δημιουργίας της εικόνας-υποβάθρου	134
6.2.2 Πρώτη προσομοίωση: Έλεγχος αξιοπιστίας ENVI-met.....	136
6.2.2.1 Αρχείο εισαγωγής περιοχής .IN (Area Input File).....	136
6.2.2.2 Κύριο αρχείο διαμόρφωσης .CF (Main Configuration File)..	142
6.2.2.3 Αποτελέσματα της 1ης προσομοίωσης	143
6.2.3 Δεύτερη προσομοίωση: Έλεγχος αξιοπιστίας ENVI-met	150
6.2.3.1 Αποτελέσματα της 2ης προσομοίωσης	150
6.2.4 Τρίτη προσομοίωση: Επιρροή της βλάστησης στο μικροκλίμα.....	154
6.2.4.1 Αποτελέσματα της 3ης προσομοίωσης	155
7. Συμπεράσματα	160
7.1 Συνολικά συμπεράσματα	160
7.2 Προτάσεις.....	162
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	164
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Επιτόπιες Μετρήσεις	167
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Αποτελέσματα 2^{ης} Προσομοίωσης.....	193
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Αποτελέσματα 3^{ης} Προσομοίωσης.....	214

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Βασικές έννοιες βιοκλιματικού σχεδιασμού

1.1 Γενικά

Τη σύγχρονη εποχή, προκύπτει η ανάγκη για ένα ποιοτικότερο περιβάλλον εντός των πόλεων το οποίο θα βελτιώσει το βιοτικό επίπεδο των πολιτών. Η ανάγκη αυτή ικανοποιείται μέσα από άνετους ανοιχτούς χώρους, οι οποίοι είναι απαλλαγμένοι από τις αρνητικές συνέπειες της ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό χώρο, λειτουργικοί αλλά και καλαίσθητοι, που προάγουν τις κοινωνικές συναναστροφές και περιορίζουν την απομόνωση και τον κοινωνικό αποκλεισμό, δεδομένου ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά και η χρήση των χώρων αυτών επηρεάζονται, συνειδητά ή μη, από τις επικρατούσες σε αυτούς συνθήκες. Αυτοί οι χώροι είναι οι δρόμοι, οι πλατείες, τα πάρκα που με τη μορφή τους, τις αναλογίες τους και σε συνδυασμό με τα κτίρια που τα περιβάλλουν, συνθέτουν την εικόνα της πόλης και φυσικά όλοι έχουν δυνατότητα προσπέλασης σε αυτούς. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, που αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων, αφορά τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων με σκοπό το σχεδιασμό χώρων που να εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης. Οι διάφοροι αστικοί χώροι στους οποίους κινούνται οι άνθρωποι μπορούν μέσω κατάλληλων ενεργειών να δημιουργήσουν ένα μικροκλίμα που θα ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες. Επομένως, η δημιουργία αστικών χώρων ή η ανάπλασή τους υπό συγκεκριμένες κατευθύνσεις, όπως για παράδειγμα η φύτευση, η ύπαρξη υδάτινων στοιχείων, η δημιουργία κατάλληλων σκιάστρων ή ακόμη και τα υλικά που χρησιμοποιούνται τόσο στη διαμόρφωση των χώρων αλλά και στα γειτονικά κτίρια μέσω της ανακλαστικότητας μπορούν να προκαλέσουν ιδιαίτερες μεταβολές στο μικροκλίμα του χώρου που εξετάζεται. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία μιας καλύτερης ποιότητας ζωής σε αυτούς που χρησιμοποιούν αυτούς τους αστικούς χώρους.



Εικ.1.1 :Πλατεία Τραφάλγκαρ-η μεγαλύτερη πλατεία του Λονδίνου [Πηγή: www.nocomments.gr]

1.2 Το μικροκλίμα

1.2.1 Η έννοια του μικροκλίματος

Με τον όρο μικροκλίμα περιγράφονται τα ιδιαίτερα κλιματικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, τα οποία διαμορφώνονται σε συνάρτηση με την τοπογραφία της, την βλάστηση (είδος και κατανομή), τη δόμηση (πυκνότητα, ύψος), τις εκπομπές θερμότητας (οχήματα, κτίρια) και άλλα. Τα κλιματικά αυτά χαρακτηριστικά μπορεί να διαφέρουν από τα χαρακτηριστικά μιας γειτονικής περιοχής, η οποία παρουσιάζει διαφορετικούς παράγοντες επηρεασμού του μικροκλίματος. Αν και οι κλιματικές συνθήκες ενός τόπου προσδιορίζονται από μια σειρά φυσικών φαινομένων αλλά και παραμέτρων όπως οι παραπάνω, 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. Ο όρος “αστικό μικροκλίμα” είναι συνυφασμένος με τα παρακάτω:

- 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

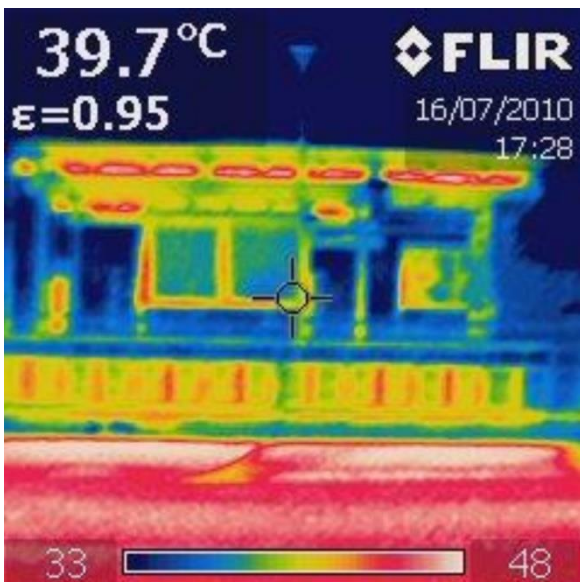
Διαφορές παρατηρούνται και ως προς την ποικιλότητα της διαθεσιμότητας του ηλιασμού σε κτίρια και ελεύθερους χώρους, αλλά και στα ποσοστά συγκέντρωσης υγρασίας, σκόνης και ρύπων σε διαφορετικές κοντινές περιοχές εντός του αστικού χώρου συνθέτοντας μια μεταβαλλόμενη και πολύπλοκη εικόνα περιβαλλοντικών συνθηκών.



Εικ.1.2 :Φωτογραφία και θερμοφωτογραφία κατά την περίοδο μιας τυπικής ημέρας, του δώματος του δημαρχείου του Chicago όπου φαίνεται η πράσινη στέγη έχει κατά 40° C χαμηλότερη θερμοκρασία από το γειτονικό συμβατικό δώμα. [Πηγή: www.anelixi.org]

1.2.2 Στοιχεία του μικροκλίματος

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν εντός του αστικού ιστού, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, διαφέρουν από τις αντίστοιχες στα όριά του και εκτός αυτού. Διαφορετικές συνθήκες, όμως, επικρατούν και εντός του ίδιου του αστικού ιστού σε διαφορετικά σημεία του τα οποία, μάλιστα, μπορεί να απέχουν μόλις μερικές δεκάδες μέτρα μεταξύ τους όπως, για παράδειγμα, μια οδός με έντονη κυκλοφορία οχημάτων και ένα διπλανό αστικό πάρκο, με το τελευταίο να αποτελεί μια οάση, ιδιαίτερα κατά τους θερμούς θερινούς μήνες, σε πόλεις με μεσογειακό κλίμα όπως η Αθήνα . Επίσης το ίδιο μπορεί να παρατηρηθεί σε δυο 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 μια περιοχή ενόχληση από έντονη ροή και στροβιλισμούς του αέρα σε κοντινή απόσταση είναι πιθανόν να βιώσουμε 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. Υπάρχει, δηλαδή, μια σημαντική απόκλιση ανάμεσα στα δεδομένα από τις μετρήσεις σε απομακρυσμένους μετεωρολογικούς σταθμούς και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στους διάφορους ανοιχτούς χώρους εντός της πόλης, ως απόρροια της ανθρώπινης δραστηριότητας, του σχεδιασμού και του τρόπου δόμησης. Η διαφοροποίηση αυτή των κλιματικών συνθηκών εντός των πόλεων αλλά και ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία τους, συνιστά την ύπαρξη ενός διαφορετικού μικροκλίματος που επικρατεί σε καθένα από αυτά. Τα κύρια στοιχεία που συνθέτουν το μικροκλίμα μιας περιοχής είναι η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών, η υγρασία και οι συνθήκες ροής του ανέμου.

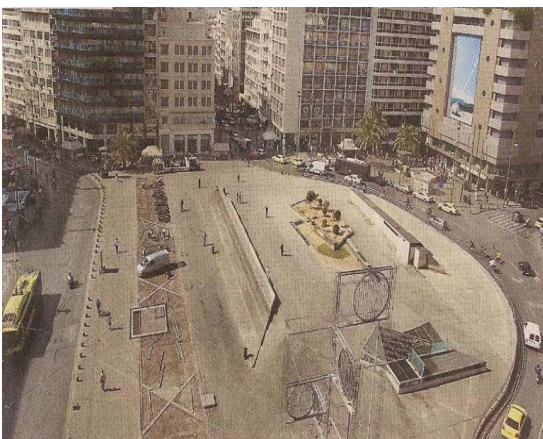


Εικ.1.3 :Διαφορά θερμοκρασίας στις επιφάνειες διαφόρων υλικών σε μια στάση του τράμ στην Αθήνα [Πηγή: Τσαγδή Αλεξάνδρα]

1.2.3 Μικροκλίμα και περιβαλλοντικός σχεδιασμός

Οι μικροκλιματικές συνθήκες γύρω από τα κτίρια, στους δρόμους και στους ελεύθερους χώρους βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με την άνεση των κατοίκων μιας αστικής περιοχής και των ατόμων που δραστηριοποιούνται σε αυτήν. Αυτές, σε μεγάλο βαθμό, μπορούν να ελεγχθούν και να τροποποιηθούν με κατάλληλο σχεδιασμό, δηλαδή η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου γύρω από τα κτίρια, στους δρόμους και στους ανοιχτούς χώρους, ο ηλιασμός των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων, η υγρασία και η συγκέντρωση σκόνης και ρύπων κοντά στο έδαφος, μπορούν να τροποποιηθούν ευνοϊκά με σωστές επιλογές κατά τον αρχικό σχεδιασμό των διάφορων αστικών χώρων ή με σωστές παρεμβάσεις σε υφιστάμενους χώρους, δηλαδή με ανασχεδιασμό και αναπλάσεις. Ο σχεδιασμός και οι παρεμβάσεις αφορούν σε μια σειρά από ζητήματα όπως:

- Η επιλογή ευνοϊκής τοποθεσίας με κατάλληλη τοπογραφική διαμόρφωση για την ανάπτυξη της περιοχής.
- Η ρύθμιση της πυκνότητας δόμησης.
- Τα κατάλληλα μεγέθη και η χωροθέτηση των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων.
- Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των οδών
- Ο σχεδιασμός και η διάρθρωση των χώρων πρασίνου

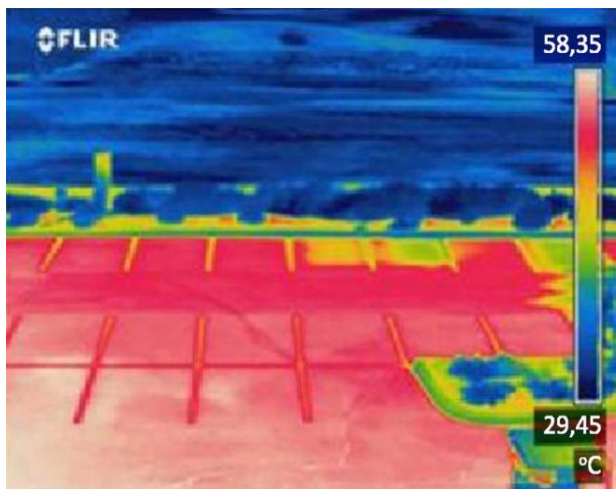


Εικ.1.4 : Διαφορετική χρήση χώρου σε διαφορετικές μικροκλιματικές συνθήκες [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Κ.Α.Π.Ε. 2004]

1.3 Ο ρόλος των χώρων πρασίνου στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης.

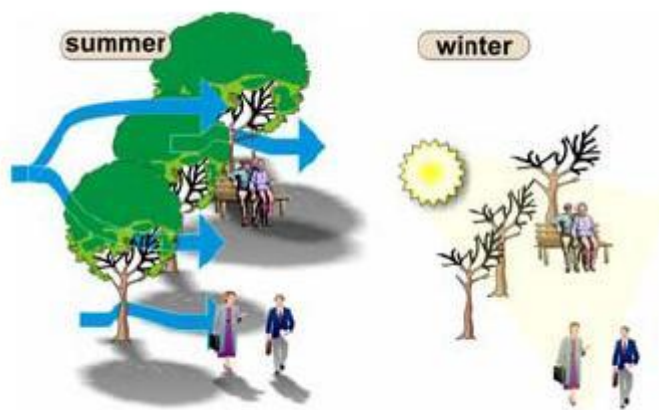
Τα στοιχεία που συνθέτουν το μικροκλίμα μιας περιοχής ή ενός υπαίθριου χώρου, το καθένα ξεχωριστά, αλλά και στο σύνολό τους, επηρεάζουν την άνεση του πολίτη. Τα στοιχεία αυτά είναι, πολλές φορές, σε άμεση συνάρτηση μεταξύ τους και ο σχεδιασμός νέων ή οι παρεμβάσεις σε υφιστάμενους χώρους επηρεάζουν, συνήθως, περισσότερα του ενός από αυτά.

Οι χώροι πρασίνου και η βλάστηση παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση του μικροκλίματος και θα πρέπει να λαμβάνονται απαραίτητως υπόψη κατά το σχεδιασμό, την επέκταση ή/και την ανάπλαση των ανοιχτών αστικών χώρων. Επίσης, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης και της αισθητικής. Όπως αναφέρθηκε, το μικροκλίμα των αστικών περιοχών και ιδιαίτερα των κεντρικών σημείων τους, διαφέρει σημαντικά από εκείνο στις παρυφές τους και έξω από αυτές. Εντός του αστικού ιστού κυριαρχούν υλικά όπως το σκυρόδεμα, η πέτρα, η ασφαλτος και το γυαλί τα οποία, ως γνωστόν, συσσωρεύουν την ηλιακή ακτινοβολία. Αντιθέτως, η βλάστηση έχει χαμηλή θερμοχωρητικότητα και θερμική αγωγιμότητα και η απουσία της μέσα στον αστικό ιστό έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση ενός διαφορετικού θερμικού ισοζυγίου από εκείνο στο ύπαιθρο και την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, ένα φαινόμενο που είναι ευρέως γνωστό με τον όρο αστική θερμική νησίδα. Η ύπαρξη χώρων πρασίνου αλλά και δέντρων και φυτών σε επιλεγμένα σημεία, όπως σε πεζοδρόμια ή σε άλλους κοινόχρηστους χώρους, περιορίζει το παραπάνω αρνητικό φαινόμενο αφού, πέραν της αντικατάστασης των παραπάνω υλικών με βλάστηση, μέσω της σκίασης που αυτή προσφέρει, μειώνεται η άμεση έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία και η συνεπαγόμενη συσσώρευση θερμότητας, όπως επίσης και η αντίστοιχη έκθεση των χρηστών.



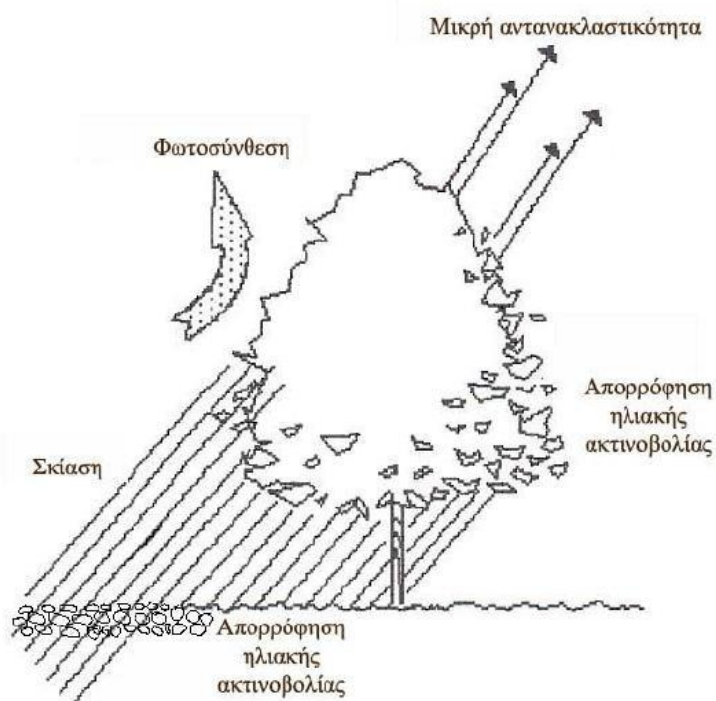
Εικ.1.5 : Φωτογραφία και θερμοφωτογραφία περιοχής με ασφαλτο και βλάστηση [Πηγή: www.anelixi.org]

Η σκίαση είναι επιθυμητή τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες, όχι όμως και κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να επιλέγεται το κατάλληλο είδος δέντρου, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες. Τα φυλλοβόλα δέντρα αποτελούν ιδανική λύση αφού επιτρέπουν τον ηλιασμό το χειμώνα, λόγω της πτώσης του φυλλώματός τους και παρέχουν σκίαση το καλοκαίρι. Ανάλογα με το είδος του φυλλώματος και την πυκνότητά του, παρέχεται και διαφορετικός βαθμός προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία. Εξίσου σημαντικές παράμετροι είναι η σωστή τοποθέτηση και ο κατάλληλος προσανατολισμός των δέντρων γύρω από τα κτίρια και τις κατοικίες ή στα πάρκα και στους κοινόχρηστους χώρους, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοσή τους, όσον αφορά τη σκίαση. Για παράδειγμα, σε μια κατοικία του βορείου ημισφαιρίου με νότιο προσανατολισμό, δηλαδή με τα ανοίγματά της προς το νότο, τα φυλλοβόλα δέντρα τοποθετούνται στο νότο.



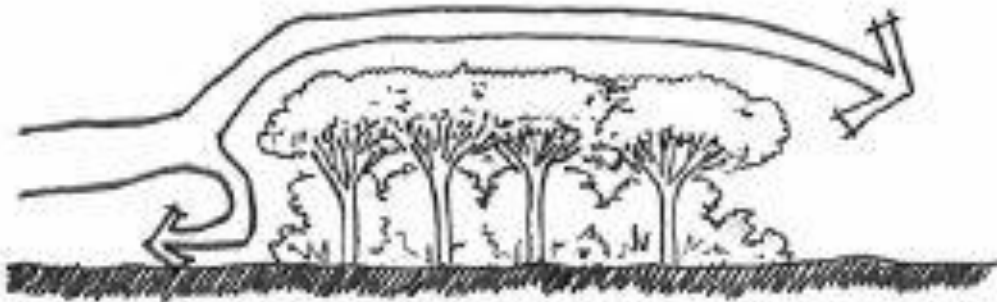
Εικ.1.6 :Τα φυλλοβόλα δέντρα επιτρέπουν τον ηλιασμό το χειμώνα και παρέχουν σκίαση το καλοκαίρι [Πηγή: www.anelixi.org]

Η φύτευση συμβάλλει στη σταθεροποίηση του μικροκλίματος, καθώς οι χώροι πρασίνου σε μια πόλη μετριάζουν τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Τις μέρες του καλοκαιριού η θερμοκρασία στους χώρους αυτούς είναι χαμηλότερη, ενώ τις νύχτες του χειμώνα υψηλότερη. Μέσω της διαδικασίας της εξατμισοδιαπνοής, η βλάστηση επιδρά ευεργετικά αφού αυξάνει τη σχετική υγρασία και, κατά συνέπεια, μειώνει τη θερμοκρασία του αέρα όταν το άμεσο περιβάλλον είναι θερμό και ξηρό, προσφέροντας ευχάριστες συνθήκες και δροσισμό, ιδιαίτερα κατά τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες. Η διαφορά θερμοκρασίας που καταγράφεται ανάμεσα στους χώρους πρασίνου και εκείνους με κτίρια μόνο οδηγεί, ιδίως όταν επικρατεί άπνοια, στη δημιουργία ρευμάτων αέρα που μπορεί να φτάσουν την ταχύτητα του 1m/s. Αυτά τα ρεύματα επιδρούν θετικά στο μικροκλίμα της πόλης, το μεν καλοκαίρι κατεβάζοντας τη θερμοκρασία και αυξάνοντας τη σχετική υγρασία, το δε χειμώνα ελαττώνοντας την ένταση του ψύχους και, σε κάποιο ποσοστό, τη σχετική υγρασία.



Εικ.1.7 : Ο ρόλος της εξατμισοδιαπνοής [Πηγή: www.anelixi.org]

Η ύπαρξη βλάστησης και χώρων πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό προστατεύει από τους δυνατούς ανέμους, μειώνοντας αισθητά την ταχύτητά τους. Ειδικότερα, για την προστασία της ζώνης των πεζών από υψηλές ταχύτητες ροής και στροβιλισμούς, η βλάστηση λειτουργεί ιδιαίτερα ικανοποιητικά ως ανεμοφράκτης. Συμπαγείς κατασκευές, όπως κτίρια και τοίχοι, προσφέρουν καλή προστασία όμως τείνουν να δημιουργούν υψηλές ταχύτητες ροής και τύρβη σε κάποια απόσταση από αυτές και για το λόγο αυτό, σε πολλές περιπτώσεις, είναι προτιμότερη η χρήση διαπερατών ανεμοφρακτών. Η βλάστηση είναι πολύ αποτελεσματική στην εμπόδιση του ανέμου καθώς τα κλαδιά και τα φυλλώματα τον επιβραδύνουν χωρίς να δημιουργούν πολλούς στροβιλισμούς. Μελέτες έδειξαν ότι ελαφρώς κλειστές σειρές φυτών δίνουν την καλύτερη και πιο ομοιογενή προστασία. Για τις περιπτώσεις κτιρίων, είναι σημαντικό η ζώνη των φυτών να παρέχει προστασία σε όλο το ύψος τους. Έτσι, μπορεί να χρειαστεί να συνδυαστούν διαφορετικά είδη βλάστησης, για παράδειγμα, δέντρα για προστασία σε ορισμένο ύψος και θάμνοι για προστασία κοντά στο έδαφος. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο περιορισμός του ανέμου και η μείωση της έντασής του μέσα στον αστικό ιστό συμβάλλουν, επιπλέον, στην ελάττωση της επαναιώρησης της σκόνης και της μεταφοράς της, γεγονός θετικό και για την άνεση αλλά και για την υγεία των πολιτών. Ακόμη, η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί έτσι, ώστε να οδηγεί τη ροή του αέρα, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο τον αερισμό της πόλης.



Εικ.1.8 : Η βλάστηση ως ανεμοφράκτης [Πηγή: www.anelixi.org]

Ο περιορισμός της μεταφοράς της ρύπανσης και το φιλτράρισμα του αέρα αποτελούν δύο, ακόμη, σημαντικά στοιχεία που αναδεικνύουν τη συμβολή των χώρων πρασίνου στη βελτίωση της αίσθησης άνεσης και, κυρίως, της υγιεινής των πολιτών μέσα στον αστικό ιστό. Η κυκλοφορία των οχημάτων, η βιομηχανία, η κεντρική θέρμανση και, γενικά, οι ανθρώπινες δραστηριότητες ρυπαίνουν και υποβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα, ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα. Μέρος του ρυπαντικού αυτού φορτίου συγκρατείται από τους χώρους πρασίνου οι οποίοι λειτουργούν ως φίλτρα. Ο καθαρισμός του αέρα είναι μηχανικός, βακτηριολογικός και χημικός. Ο μηχανικός καθαρισμός πραγματοποιείται με τη συγκράτηση της σκόνης από το φύλλωμα των δέντρων, τους θάμνους και τη χλόη στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, λόγω της μείωσης της ταχύτητας του αέρα όταν διαπερνά τα φυλλώματα, όπως και λόγω της αλλαγής της διεύθυνσής του, τα σωματίδια της σκόνης κατακρημνίζονται. Ο βακτηριολογικός καθαρισμός συντελείται μέσω της έκλυσης βακτηριοκτόνων ουσιών όπως, για παράδειγμα, το όζον (O₃) από ορισμένα είδη φυτών, καθώς και πτητικών ουσιών που καταστρέφουν κάποια είδη μικροοργανισμών και παθογόνους μύκητες. Τέλος, ο χημικός καθαρισμός του αέρα συνδέεται με τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Τα φυτά παράγουν οξυγόνο (O₂), απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και, κάποια από αυτά, μεταβολίζουν ορισμένους ρύπους της ατμόσφαιρας, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂)

Ο ιονισμός του αέρα είναι άλλη μια σημαντική διαδικασία που συντελείται στους χώρους πρασίνου. Τα φυτά είναι φορτισμένα αρνητικά, με συνέπεια να συγκρατούν τα θετικά ιόντα και να απωθούν τα αρνητικά, με τα τελευταία να ασκούν ευνοϊκή επίδραση στον οργανισμό σε αντίθεση με τα θετικά. Αναφέρεται, ακόμη, ότι το όζον και το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂), ενώσεις που παράγονται από την επίδραση των εξατμιζόμενων ρητινωδών ουσιών (τερπένια) πάνω στα σταγονίδια νερού που αιωρούνται στον αέρα, συμβάλλουν στην απορρόφηση οσμών, κυρίως από αέρια αποσύνθεσης. Επίσης, μερικά είδη φυτών επιδρούν διεγερτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ άλλα έχουν ηρεμιστική δράση. Το όζον και οι διάφορες αιθερικές ενώσεις επιδρούν ευνοϊκά στο καρδιαγγειακό και στο αναπνευστικό σύστημα και τονώνουν την κυκλοφορία, βελτιώνοντας το γενικό μεταβολισμό και την αποβολή από τον οργανισμό των διαφόρων ουσιών που προκύπτουν από τον καταβολισμό. Στα παραπάνω πρέπει να προστεθεί και η έκλυση πλήθους αρωμάτων από τα διάφορα φυτά και τα άνθη τους, γεγονός που συμβάλλει στη δημιουργία ενός ευχάριστου και αναζωογονητικού περιβάλλοντος.

Άλλη μια πολύ σημαντική παράμετρος, σχετική με τη συμβολή της βλάστησης στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στον αστικό ιστό, έχει να κάνει με την ηχορρύπανση. Έχει αποδειχθεί ότι οι ζώνες πρασίνου είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές εναντίον του αστικού θορύβου και η βλάστηση, παράλληλα με τη χρήση της για σκίαση και προστασία από τον άνεμο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως φράγμα ήχου. Επίσης, η δεντροφύτευση κατά μήκος των οδών μειώνει την ένταση του θορύβου από την κυκλοφορία κατά 20-25dB, ανάλογα με την πυκνότητα και το είδος της. Η βλάστηση στις όψεις των κτιρίων και στο έδαφος, μπορεί να αυξήσει τη διάχυση του ήχου στα όρια, μειώνοντας ακόμη περισσότερο το θόρυβο. Η αποδοτικότητά της είναι μεγαλύτερη σε αστικούς χώρους παρά σε ανοιχτό πεδίο, λόγω των πολλαπλών ανακλάσεων. Με τον ίδιο τρόπο, τα δέντρα σε αστικούς χώρους προκαλούν επιπλέον απορρόφηση και διασπορά του ήχου.

Αναφέρεται, ακόμη, ότι πέραν των άλλων λόγων, που έχουν να κάνουν με τους ρύπους και την αισθητική, η ηχορρύπανση που προκαλείται από τις παραγωγικές διαδικασίες επιβάλλει την οριοθέτηση των βιομηχανικών ζωνών με περιμετρικά διατεταγμένους χώρους πρασίνου. Παρομοίως, ανάμεσα στις μεγάλες κυκλοφοριακές αρτηρίες (αυτοκινήτων, τρένων κ.α.) και στις κατοικημένες περιοχές επιβάλλεται η παρεμβολή φυτοπετασμάτων.



Εικ.1.9 : Δεντροφύτευση κατά μήκος οδού για την μείωση θορύβου κυκλοφορίας [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

Η οπτική άνεση στους ανοιχτούς αστικούς χώρους είναι μία, ακόμη, σημαντική παράμετρος που επηρεάζει η βλάστηση. Η οπτική άνεση έχει να κάνει με το φωτεινό καθεστώς που επικρατεί σε μια περιοχή ή σε ένα χώρο, αλλά και με το θέμα της αισθητικής. Όσον αφορά την πρώτη συνιστώσα, λόγω της διάχυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από το φύλλωμα των δέντρων, έχουμε βελτίωση του φωτεινού καθεστώτος στην περιοχή. Επίσης, αποτρέπεται η αίσθηση της θάμβωσης, η οποία προκαλεί είτε οπτική όχληση είτε παρεμπόδιση της όρασης και προκύπτει όταν το οπτικό πεδίο περιλαμβάνει πολύ υψηλές τιμές φωτεινότητας ή μεγάλες αντιθέσεις φωτεινότητας. Τα παραπάνω προϋποθέτουν μελέτη ώστε ο φυσικός φωτισμός σε συνδυασμό με την κατάλληλη σκίαση να δίνουν το βέλτιστο τελικό αποτέλεσμα. Το κομμάτι της αισθητικής συνδέεται με την οπτική άνεση αφού ένας επιτυχημένος ανοιχτός χώρος, συχνά, σχετίζεται με μια θετική οπτική εμπειρία. Το πράσινο, δηλαδή τα δέντρα, οι θάμνοι, το γρασίδι και τα λουλούδια, συμβάλλει στον εξωραϊσμό των πόλεων σπάζοντας τη γεωμετρική μονοτονία των κτιρίων και των δρόμων και δίνει στους κατοίκους την αίσθηση της επαφής με τη φύση δημιουργώντας ένα ευχάριστο και άνετο περιβάλλον.

Τέλος, δύο ακόμη, σημαντικές παράμετροι που έχουν να κάνουν με τους χώρους πρασίνου των αστικών κέντρων είναι αφενός, η ενοποίηση των χώρων αυτών και αφετέρου, η σύνδεσή τους με το περιαστικό πράσινο. Η απλή παρουσία χώρων πρασίνου στην πόλη δεν είναι αρκετή. Για να είναι δυνατή η άριστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους, πρέπει να είναι χωροταξικά κατάλληλα κατανομημένοι και να συνδέονται μεταξύ τους με ζώνες πρασίνου σχηματίζοντας, έτσι, ένα εκτεταμένο δίκτυο. Για παράδειγμα, η Αθήνα σήμερα χρειάζεται τη δημιουργία μεγάλων, μεσαίων και μικρών ζωνών πρασίνου που δεν θα είναι απλώς οάσεις μέσα στο ασφυκτικό τσιμέντο, αλλά θα διαμορφώνουν ένα δίκτυο ροής του αέρα που θα δροσίζει και θα καθαρίζει. Η σύνδεση αστικού-περιαστικού πρασίνου οδηγεί στη δημιουργία ενός αναπνευστικού μηχανισμού για την πόλη και το κέντρο της αερίζεται καλύτερα, δεχόμενο περισσότερο δροσερό αέρα από την περιφέρεια. Σε μια αειφόρο πόλη, θα πρέπει να είναι δυνατή η πεζή μετάβαση από τους μεγάλους χώρους περιαστικού πρασίνου στις πρασιές και στις εσωτερικές αυλές των οικοδομικών τετραγώνων, συνδέοντας τα πάρκα με τις πλατείες, τους πεζόδρομους και τους αρχαιολογικούς χώρους. Η ενοποίηση των χώρων πρασίνου στον αστικό ιστό δεν βελτιώνει μόνο το μικροκλίμα, αλλά δημιουργεί και ένα ιδιαίτερο οικοσύστημα μέσα σε αυτόν, το οποίο μπορεί να ενωθεί με το φυσικό οικοσύστημα που υπάρχει στην ευρύτερη περιοχή του. Όσον αφορά το σχεδιασμό, οι περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις τα τελευταία τριάντα χρόνια έχουν υιοθετήσει μια οικολογική στρατηγική, σύμφωνα με την οποία ενθαρρύνεται η διείσδυση των φυσικών στοιχείων στο αστικό τοπίο, επιδιώκοντας την ενοποίηση του πρασίνου των πόλεων με το αντίστοιχο περιαστικό, αλλά και με το περιβάλλον φυσικό οικοσύστημα ως ένα οργανωμένο δίκτυο, γεγονός που εξασφαλίζει στη βιοποικιλότητα φιλόξενες συνθήκες μέσα στις πόλεις και όχι την αποκομμένη και τμηματική λειτουργία της.

Εν κατακλείδι, οι χώροι πρασίνου, για όλους τους λόγους που αναλύθηκαν σε αυτήν την ενότητα, παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στη διαμόρφωση των συνθηκών άνεσης, υγιεινής και, γενικότερα, στην αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των αστικών κέντρων. Για αυτόν το λόγο, οι ζώνες πρασίνου θα πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα, σε όλη την επιφάνεια της πόλης και να είναι οργανωμένες σε ένα ενιαίο σύστημα το οποίο θα μπορεί να επιδρά ευνοϊκά σε όλα τα σημεία της. Το εμβαδόν της επιφάνειας πρασίνου που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο αποτελεί μία πολύ σημαντική παράμετρο, άμεσα συνδεδεμένη με την άνεση και το επίπεδο διαβίωσης στα μεγάλα αστικά κέντρα και ο πίνακας που παρατίθεται είναι ενδεικτικός των μεγάλων διαφορών που υπάρχουν μεταξύ της Αθήνας και άλλων πόλεων (1994) και των προσπαθειών που θα πρέπει να καταβληθούν για τη σύγκλιση των παρακάτω αριθμών

1.4 Οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους αστικούς χώρους

Σχετικά με τον αστικό χώρο, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός πρέπει να ακολουθεί κάποιες συγκεκριμένες αρχές. Αρχικά, πρέπει να διατηρείται ο χαρακτήρας του χώρου έτσι ώστε οποιαδήποτε παρέμβαση να μην αλλοιώνει την υπάρχουσα ταυτότητα που έχει διαμορφωθεί μέσα σε αυτόν. Επίσης αυτές οφείλουν να είναι περιβαλλοντικά φιλικές προς την υπόλοιπη πόλη αλλά και να δημιουργούν νέες συνδέσεις με την γειτονιά. Ως γενικότερη αντιμετώπιση ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και όχι ως επεμβατική πολιτική πρέπει να φέρει μια ιεραρχία στους δρόμους και ένα απλό σύστημα μετακινήσεων που θα συμπεριλαμβάνει φυσικά τα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς αλλά και τα δημόσια αλλά και ένα δίκτυο για πεζούς και ποδήλατα. Επιπλέον είναι απαραίτητο να υπάρχει συνδυασμός δημόσιων και ιδιωτικών χώρων με ξεκάθαρα όρια. Οι αστικοί χώροι οφείλουν να προσελκύουν τη δημόσια ζωή μέσω της ανάπτυξης συστημάτων με μεικτή χρήση. Ένας ευανάγνωστος αστικός κάρναβος, όπου η κεντρική περιοχή θα ξεχωρίζει με τοπόσημα, θέες, προοπτικές, εστίες ενδιαφέροντος, ελεύθερους χώρους και οικοδομικά τετράγωνα, είναι βασικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ενός συνολικού επιτυχημένου σχεδιασμού. Ακόμα μέρη που θα προσφέρουν στους χρήστες τους τις συνθήκες θερμικής άνεσης ανάλογα με την εποχή και ένα κατοικήσιμο δομημένο περιβάλλον είναι απαραίτητα. Ένα επιπλέον βασικό στοιχείο είναι η ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και η ορθή διαχείριση της ενέργειας. Ο ανασχεδιασμός πολλών ελευθέρων αστικών χώρων των μεγαλουπόλεων κρίνεται απαραίτητος ιδίως στην Αθήνα δεδομένης της άναρχης δόμησης που έχει επικρατήσει και πρέπει να γίνεται με συγκεκριμένες κατευθύνσεις, όπως η διατήρηση των φυσικών πόρων, η ύπαρξη υδάτινων στοιχείων, η δημιουργία δικτύων πεζόδρομων και ο ποδηλατόδρομων, ο κατάλληλος προσανατολισμός των οδών και των προσόψεων των κτιρίων με βάση το μικροκλίμα της πόλης και η σωστή χρήση ψυχρών υλικών σε δομημένες επιφάνειες ή επικαλύψεις του εδάφους της πόλης.

1.4.1 Θερμική Νησίδα

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.

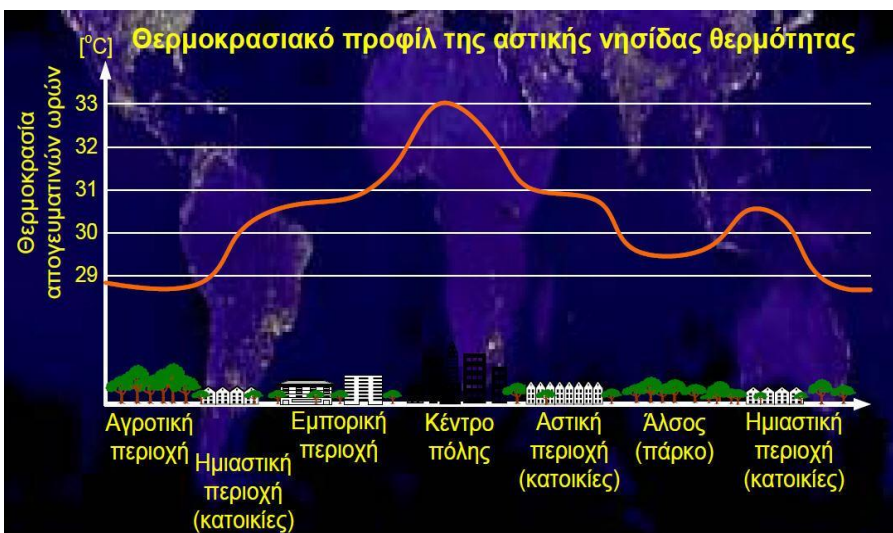
Στη διαμόρφωση της θερμικής νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα (albedo), που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα, εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης οι πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές 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 συμβάλουν 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.



Εικ.1.10: Απεικόνιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

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 συνέργεια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι πάνω στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Έτσι με την αύξηση των θερμοκρασιών την ημέρα και τη διατήρηση της τη νύχτα, η θερμική νησίδα γίνεται πρόσθετος παράγοντας επικινδυνότητας. Παράλληλα η εντατική χρήση κλιματιστικών, πέρα από τη αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, και πέρα από τη σπατάλη ενέργειας που προκαλεί, συμβάλλει και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.



Εικ.1.11: Το θερμοκρασιακό προφίλ της αστικής νησίδας [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

1.4.2 Ήχος στους αστικούς χώρους

Το ακουστικό περιβάλλον είναι μία σημαντική παράμετρος της φυσιολογικής άνεσης στους ανοιχτούς δημόσιους χώρους. Για ένα σωστό και επιτυχημένο σχεδιασμό θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όχι μόνο φυσικές, αλλά και κοινωνικές, ψυχολογικές και φυσιολογικές παράμετροι.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ήχων μέσα στον αστικό ιστό, όπως ήχοι προερχόμενοι από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ήχοι που προορίζονται για να τραβούν την προσοχή και ονομάζονται



προβάλλοντες ήχοι ή σήματα και ήχοι που ξεχωρίζουν και αναγνωρίζονται από την τοπική κοινωνία και τους επισκέπτες (και συχνά χαρακτηρίζουν το χώρο), οι οποίοι ονομάζονται ήχοι- ορόσημα. Για κάθε πηγή ήχου πρέπει να ληφθούν υπόψη η στάθμη ηχητικής πίεσης (Sound Pressure Level – SPL), το φάσμα, οι χρονικές συνθήκες, η θέση και η απόσταση της πηγής από τους χρήστες του χώρου, η κίνησή της και τα ψυχολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Η στάθμη ηχητικής πίεσης μετριέται σε dBA, ένα μετρικό σύστημα που βασίζεται στην αίσθηση των ανθρώπων σχετικά με τους ήχους. Η ακουστική επίδραση που ασκεί ο ίδιος ο ανοιχτός αστικός χώρος είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα όρια και τα στοιχεία του τοπίου μπορούν να προκαλέσουν αντήχηση, γεγονός που επηρεάζει την ακουστική άνεση. Η αντήχηση μπορεί να εκφραστεί με καμπύλες εξασθένησης ή χρόνο αντήχησης (RT). Ως χρόνος αντήχησης ορίζεται ο χρόνος που χρειάζεται ένας ήχος για να εξασθενήσει κατά 60 dB, μετά τη σιγή της πηγής. Πέραν της αντήχησης, το μοτίβο ανάκλασης και/ή ηχώγραμμα πρέπει να ελεγχθεί για τυχόν ακουστικά ελαττώματα, όπως η ηχώ και το εστιακό φαινόμενο (focus effect). Είναι επίσης χρήσιμη η γνώση του γενικού θορύβου βάθους (υποβάθρου) και των ειδικών ηχητικών πηγών γύρω από τον ανοιχτό χώρο που εξετάζεται ή σχεδιάζεται, καθώς και σε ολόκληρη την πόλη. Έχει παρατηρηθεί ότι το γύρω ακουστικό περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την υποκειμενική αξιολόγηση ενός ανοιχτού αστικού χώρου. Τα κοινωνικά χαρακτηριστικά των χρηστών επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο και θα πρέπει να συλλεχθούν οι σχετικές πληροφορίες. Αυτές περιλαμβάνουν το φύλλο, την ηλικιακή ομάδα, τον τόπο κατοικίας (π.χ. κάτοικος της περιοχής ή από άλλη πόλη), την προηγούμενη ακουστική εμπειρία, το ακουστικό περιβάλλον στο σπίτι και στο χώρο εργασίας, καθώς και το γενικό κοινωνικό και εκπαιδευτικό υπόβαθρο. Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ακουστικής άνεσης και άλλων παραμέτρων, όπως η θερμική και η οπτική άνεση, επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Εικ.1.12 :Πλαίσιο για την περιγραφή του ακουστικού τοπίου σε ανοιχτούς δημόσιους αστικούς χώρους [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

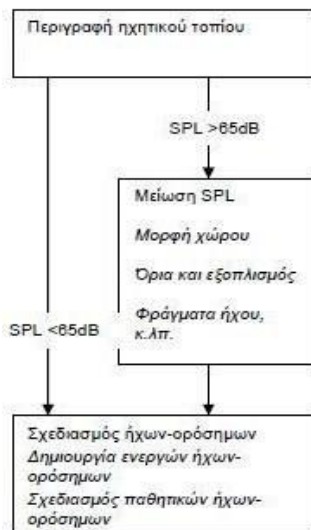
- Αντίληψη ηχητικού τοπίου

Το Leq (Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου) σε μία χρονική περίοδο έχει υιοθετηθεί ευρύτατα ως ένας δείκτης γενικής χρήσης για τον περιβαλλοντικό θόρυβο. Για ανοιχτούς αστικούς χώρους, όμως, η στάθμη ήχου στο υπόβαθρο, παραδείγματος χάριν η Leq90, δηλαδή η το 90% υπερβαίνουσα στάθμη ήχου, είναι ένας άλλος βασικός δείκτης. Ένα χαμηλό Leq90 κάνει τους ανθρώπους να αισθάνονται πιο ήσυχα, ακόμα και αν οι προβάλλοντες ήχοι φθάνουν σε αρκετά υψηλά

επίπεδα. Γενικά, η υποκειμενική αξιολόγηση της στάθμης ήχου σχετίζεται με το μέσο Leq. Η ακουστική άνεση, όμως, δεν σχετίζεται απαραίτητα με την υποκειμενική ηχητική στάθμη λόγω της φυσιολογικής προσαρμογής κατά την αντίληψη του ηχητικού τοπίου. Το περιεχόμενο ενός ήχου, εάν για παράδειγμα σημαίνει κάτι ή όχι, είναι επίσης πολύ σημαντικό κατά την αξιολόγηση της ακουστικής άνεσης.

- Σχεδιασμός ηχητικού τοπίου

Για να δημιουργηθεί ένα καλό ακουστικό περιβάλλον, συνιστάται ο έλεγχος του θορύβου βάθους (υποβάθρου) ώστε αυτός να μην υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο, συνήθως τα 65dBA. Η μείωση του θορύβου μπορεί να γίνει σε 3 σημεία: στην πηγή, στην πορεία του ήχου και στο δέκτη. Σε ένα ελεύθερο πεδίο, κάθε διπλασιασμός της απόστασης συνεπάγεται πτώση της στάθμης ηχητικής πίεσης (SPL) κατά 6 dB για μια σημειακή πηγή και 3 dB για μια γραμμική πηγή. Για τη μείωση της στάθμης ήχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ηχοφράγματα.



Εικ.1.13 : Διαδικασία σχεδιασμού του ακουστικού τοπίου [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

- Όρια χώρου και αστικός εξοπλισμός

Με την αύξηση του συντελεστή απορρόφησης των ορίων, η στάθμη ηχητικής πίεσης μειώνεται αναλογικά. Σε αστικούς χώρους με όρια διαχυτικά ανακλαστικά η αντήχηση είναι πολύ μικρότερη και η εξασθένηση του ήχου μεγαλύτερη από ότι σε αυτούς με γεωμετρικά ανακλαστικά όρια, εκτός αν ο λόγος ύψος/πλευρά είναι μεγάλος, για παράδειγμα ίσος με την μονάδα. Ακόμα και για όψεις ή έδαφος, όπου μόνο το 20%, περίπου, της ενέργειας που προσπίπτει στα όρια ανακλάται διαχυτικά, το ακουστικό πεδίο πλησιάζει αυτό που προκύπτει από καθαρά διαχυτικά ανακλαστικά όρια. Αυτό σημαίνει ότι η επίδραση της προσθήκης, ακόμα και μικρού, ποσοστού διάχυσης σε έναν αστικό χώρο όπου οι ανακλάσεις είναι, κυρίως, κατοπτρικές μπορεί να είναι πολύ αποδοτική στη μείωση του αστικού θορύβου. Όπως τα διαχυτικά όρια, έτσι και ο εξοπλισμός του δρόμου, όπως φωτιστικά, φράχτες, τοίχοι, παγκάκια, τηλεφωνικοί θάλαμοι κ.λπ. μπορεί να είναι πολύ αποδοτικός στη μείωση του θορύβου. Ο ρόλος της βλάστησης είναι σημαντικότερος και έχει αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενη ενότητα.

- Ήχοι ορόσημα

Όταν η στάθμη ηχητικής πίεσης μειωθεί, περίπου στα 65dBA, η ποιότητα του ηχητικού τοπίου

μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με την ένταξη ήχων που προτιμώνται περισσότερο και οι οποίοι μπορεί να είναι τόσο ενεργητικοί, όσο και παθητικοί ήχοι – ορόσημα. Οι ενεργητικοί ήχοι – ορόσημα σχετίζονται με ενδιαφέρουσες δραστηριότητες όπως, για παράδειγμα, η ζωντανή μουσική η οποία είναι πολύ δημοφιλής, ανεξάρτητα από το είδος της. Είναι σημαντικό να επιλέγονται συγκεκριμένες θέσεις για τέτοιες δραστηριότητες και να γίνεται μελέτη για τον ακουστικό σχεδιασμό του χώρου. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης μεγαφώνων, τόσο το είδος της μουσικής, όσο και η στάθμη του θορύβου πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά, ώστε να μην προκαλούν ενόχληση. Για τη δημιουργία παθητικών ήχων – οροσήμων μπορούν να εφαρμοστούν πολλά στοιχεία σχεδιασμού, καλύπτοντας λειτουργικές και αισθητικές ανάγκες, τα οποία θα παράγουν και ελκυστικούς ήχους. Το νερό σε μορφή σιντριβανιών, πηγών ή μικρών καταρρακτών, συχνά χρησιμοποιείται σαν στοιχείο αρχιτεκτονικής του τοπίου σε αστικούς χώρους. Οι ήχοι του νερού είναι ευχάριστοι για τους περισσότερους ανθρώπους, αλλά θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα ο ρυθμός της ροής, ο οποίος συνιστάται να μην είναι συνεχής. Η διατήρησή των ήχων στην ίδια στάθμη μπορεί να κάνει τους ανθρώπους να χάσουν το ενδιαφέρον τους και την επίδρασή τους στην ψυχολογική προσαρμογή των χρηστών του χώρου να μειώνεται με το χρόνο.

1.4.3 Θερμική άνεση και δείκτες

Ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει την κλιματική ποιότητα στον αστικό χώρο είναι η θερμική άνεση. Ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση στην οποία ο άνθρωπος αισθάνεται ικανοποίηση με το θερμικό του περιβάλλον και δεν επιθυμεί καμία αλλαγή σε αυτό. Η διερεύνηση και η κατανόηση των παραμέτρων που συνιστούν τη θερμική άνεση σε εξωτερικούς χώρους είναι μια βασική απαίτηση για τον μικροκλιματικά προσανατολισμένο σχεδιασμό αστικών περιοχών. Ο βαθμός, η ένταση καθώς και η αποδοτικότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εξαρτώνται από το επίπεδο άνεσης ή δυσφορίας που βιώνουν οι άνθρωποι όταν εκτίθενται σε συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Η θερμική άνεση καθορίζεται από την θερμοκρασία του αέρα, την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία και τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας.

- **Δείκτες θερμικής άνεσης**

Για την εκτίμηση της θερμικής άνεσης χρησιμοποιούνται δείκτες που ενσωματώνουν το σύνολο, ή μέρος, της παραπάνω πληροφορίας. Οι δείκτες αυτοί, αν και αρχικά είχαν στόχο την εκτίμηση της θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους, στη συνέχεια προσαρμόστηκαν για την εκτίμηση της θερμικής άνεσης και σε εξωτερικούς χώρους:

1. Ο δείκτης Ισχύος Αποψύξεως (Cooling Power, CP): εκφράζει το ρυθμό της απώλειας θερμότητας από την επιφάνεια του σώματος που διατηρείται στη θερμοκρασία των 36.5 οC όταν η επιφάνεια αυτή εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα και είναι ένα μέτρο της ικανότητας του αέρα να αυξάνει την απώλεια θερμότητας από ένα ανθρώπινο σώμα.
2. Ο δείκτης Αναμενόμενης Μέσης Αποδοχής (Predicted Mean Vote, PMV): είναι ένας δείκτης συσχέτισης μεταξύ της θερμικής άνεσης και του θερμικού αισθήματος. Ο δείκτης αυτός περιγράφεται με μια μαθηματική σχέση που συνδέει τα επίπεδα δραστηριότητας, ρουχισμού και περιβαλλοντικών παραμέτρων και ο προσδιορισμός του έγινε μετά από ανάλυση ενός μεγάλου αριθμού δεδομένων.
3. Ο δείκτης Φυσιολογικής Ισοδύναμης Θερμοκρασίας (Physiological Equivalent Temperature, PET): δίνει την θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου του εξωτερικού περιβάλλοντος όταν το ισοζύγιο θερμότητας είναι πανομοιότυπο με αυτό ενός εσωτερικού χώρου. Ο δείκτης αυτός

υπολογίζεται από τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, την θερμοκρασία αέρα, την ταχύτητα του ανέμου και τη σχετική υγρασία.

PMV	PET	Human Sensation	Thermal Stress Level
-3,5	4°C	very cold	extreme cold stress
-2,5	8°C	cold	strong cold stress
-1,5	13°C	cool	moderate cold stress
-0,5	18°C	slightly cool	slight cold stress
0,5	23°C	comfortable	no thermal stress
1,5	29°C	slightly warm	slight heat stress
2,5	35°C	warm	moderate heat stress
3,5	41°C	hot	strong heat stress
		very hot	extreme heat stress

Εικ.1.14: Δείκτης PMV,PET ανθρώπινη αίσθηση θερμικού περιβάλλοντος και θερμικού στρες. [Πηγή : Mayer H., and Matzarakis].

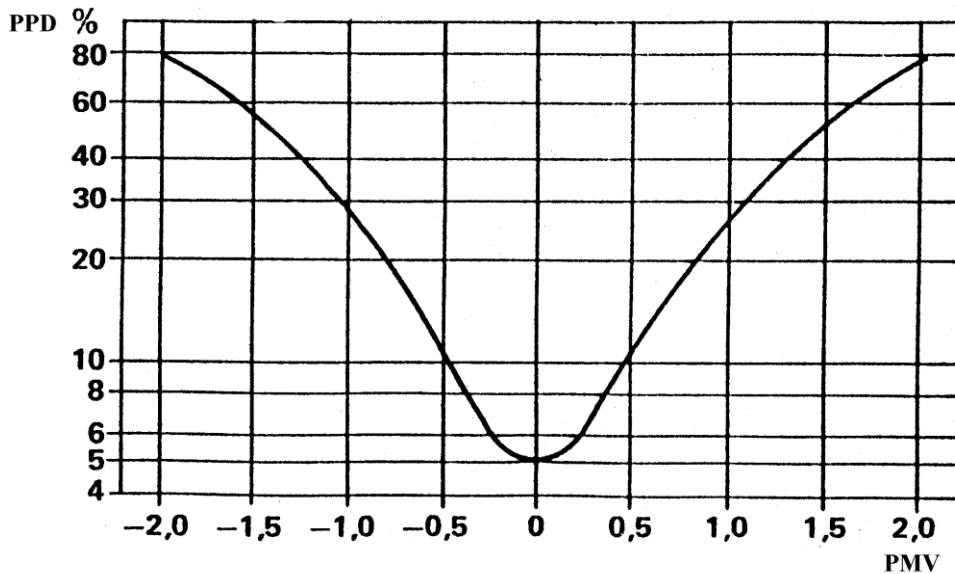
4. Ο δείκτης Κανονικής Ενεργού Θερμοκρασίας (Standard Effective Temperature, SET): συγκρίνει την φυσιολογική κατάσταση ενός ατόμου με ένα περιβάλλον αναφοράς.

SET	vote	sensation	physiology
> 37.5	> 3	very hot, great discomfort	incr.failure of evaporative regulation
37.5-34.5	+2 to +3	hot, very unacceptable	profuse sweating
34.5-30	+1 to +2	warm, uncomfortable, unacceptable	sweating
30-25.6	+0.5to+1	slightly warm, slightly unacceptable	slight sweat, vasodilation
25.6-22.2	-0.5,+0.5	comfortable, acceptable	physiological thermal neutrality
22.2-17.5	-1 to -0.5	slightly cool, slightly unacceptable	initial vasoconstriction
17.5-14.5	-2 to -1	cool, unacceptable	slow body cooling
14.5-10	-3 to -2	cold, very unacceptable	beginning of shivering

Εικ.1.15: Δείκτης SET Κλίμακα θερμικής άνεσης με βάση την ανθρώπινη αίσθηση του θερμικού περιβάλλοντος.. [Πηγή : Mayer H., and Matzarakis].

5. Ο δείκτης Προβλεπόμενου Ποσοστού Δυσαρέσκειας των Ανθρώπων (Predicted Percentage of Dissatisfied People): προκύπτει για συγκεκριμένη τιμή του PMV και εκφράζει το προβλεπόμενο ποσοστό , επί τοις εκατό των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο και δεν

αισθάνονται θερμικά άνετα , σε σχέση με το συνολικό αριθμό των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο αυτό είναι δηλαδή το ποσοστό των δυσαρεστημένων ατόμων.



Εικ.1.16 :Θεωρητικός δείκτης PPD σε σύγκριση με PMV [www.begmicroclima.it]

6. Ο δείκτης Πραγματικής Αίσθησης Θερμότητας (Actual Sensation Vote , ASV) : ορίστηκε 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 έτσι προέκυψε ο δείκτης ASV.

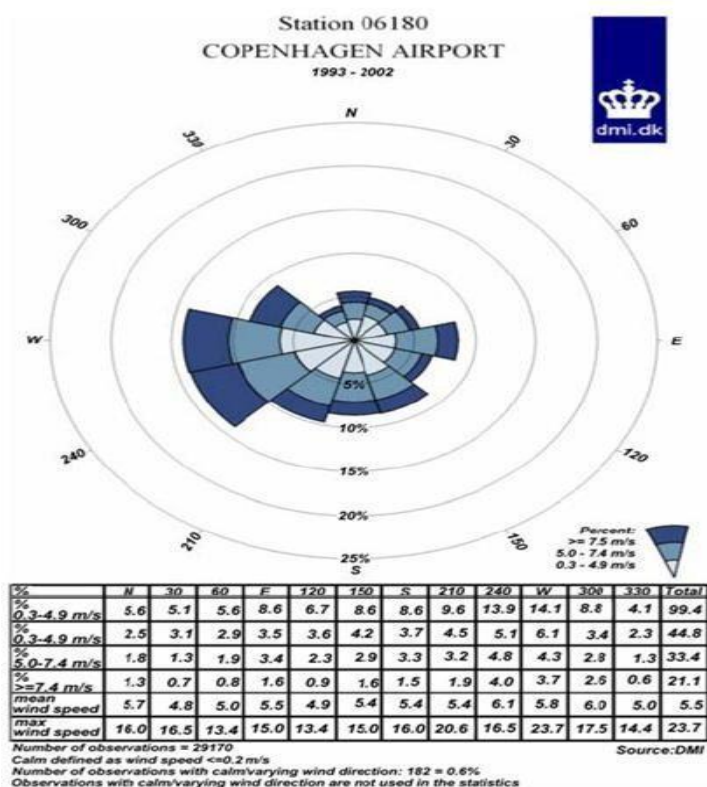
Ο δείκτης Αναμενόμενης Μέσης Αποδοχής είναι ένας καλός δείκτης για την εκτίμηση της αίσθησης θερμικής άνεσης ενός ατόμου, όμως αγνοεί συγκεκριμένες συνθήκες που μπορεί να επιφέρουν δυσφορία, όπως πολύ υψηλές θερμοκρασίες εδάφους, σημαντική ασυμμετρία στην ακτινοβολία ή μεγάλες κατακόρυφες μεταβολές της θερμοκρασίας. Ο δείκτης της Φυσιολογικής Ισοδύναμης Θερμοκρασίας ενδείκνυται για χρήση σε εξωτερικούς χώρους έναντι του δείκτη Κανονικής Ενεργού Θερμοκρασίας, αν και στηρίζεται στις ίδιες αρχές υπολογισμού. Αν και οι παραπάνω δείκτες είναι κατάλληλοι για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, ο δείκτης Ισχύος Αποψύξεως προτιμάται για την εκτίμηση της θερμικής άνεσης γιατί έχει σχεδιαστεί για εφαρμογή σε συνθήκες εξωτερικού χώρου αφού εκφράζει το ρυθμό της απώλειας θερμότητας από την επιφάνεια του σώματος που διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία όταν η επιφάνεια αυτή εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα.

1.4.4 Άνεμος

Ο αέρας αποτελεί πρωταρχικό στοιχείο ρύθμισης της θερμικής άνεσης, τόσο στον ανοικτό δημόσιο χώρο όσο και στα κτίρια. Οι δροσεροί άνεμοι αποτελούν ευνοϊκό στοιχείο, το οποίο ο αστικός σχεδιασμός πρέπει να εκμεταλλεύεται, ώστε κατά τους θερινούς μήνες να διέρχονται μέσα από χώρους στάσης και κίνησης των πεζών και να διευκολύνεται η είσοδός τους στα κτίρια γύρω από την περιοχή παρέμβασης. Αντίθετα, η προφύλαξη των δημόσιων χώρων και των κτιρίων από τους ψυχρούς ανέμους κατά τη διάρκεια του χειμώνα προσδίδει άνεση και εξασφαλίζει μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

Σε επίπεδο πόλης, μια ορισμένη στάθμη ανέμου μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιθυμητή ή ως ανεπιθύμητη, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή. Για παράδειγμα, σε ψυχρά κλίματα ο άνεμος σχεδόν πάντα θα μειώσει τις εξωτερικές συνθήκες άνεσης, ενώ το αντίθετο ισχύει για θερμά κλίματα. Σε επίπεδο όμως ενός συγκεκριμένου υπαίθριου χώρου, ο ίδιος και η χρήση για την οποία προορίζεται καθορίζουν τις επιθυμητές συνθήκες, όπως επίσης ο χρόνος παραμονής σε αυτόν και, ενδεχομένως, η εποχή κατά την οποία χρησιμοποιείται περισσότερο. Ένα πάρκο ή ένας χώρος ξεκούρασης και κοινωνικών συναναστροφών αποτελούν παραδείγματα ανοιχτών χώρων όπου οι χρήστες παραμένουν αρκετό χρονικό διάστημα θέτοντας, έτσι, μεγαλύτερες απαιτήσεις ως προς τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν και κατ' επέκταση ως προς την ένταση του ανέμου. Υπάρχουν αρκετές ακόμη παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν αξιολογούνται οι συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό αστικό χώρο. Θα πρέπει να εξετάζονται το σχήμα του χώρου και τα χαρακτηριστικά της γύρω περιοχής, να είναι γνωστό εάν αναμένονται υψηλές ταχύτητες ανέμου σε αυτήν, εάν ο χώρος είναι προστατευμένος από τον άνεμο ή βρίσκεται σε μία ανοιχτή περιοχή και εάν τα γύρω κτίρια, εφόσον υπάρχουν, μπορούν να επηρεάσουν τη ροή του.

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

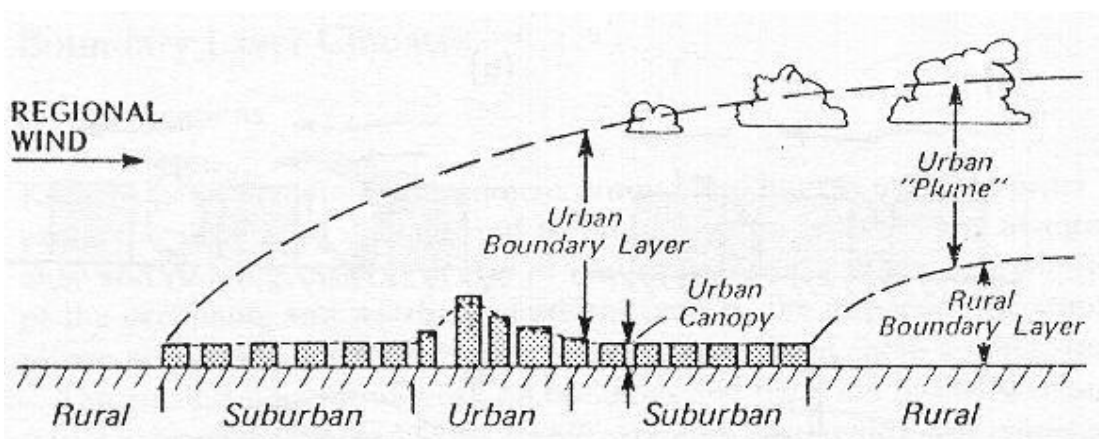


Εικ.1.17 :Ροδόγραμμα ανέμου [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

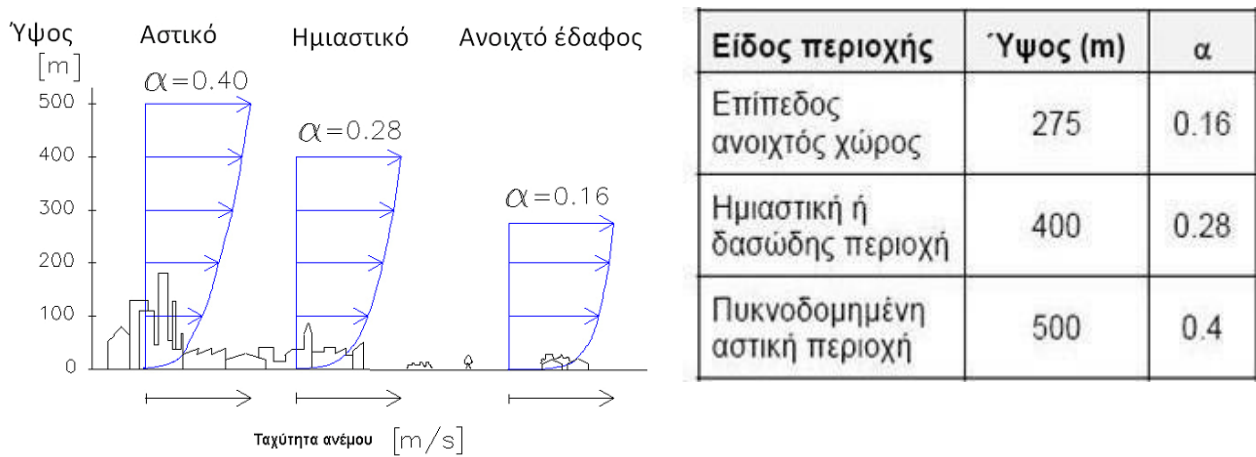
Σημειώνεται ότι η ταχύτητα του ανέμου που μετρείται σε ένα μετεωρολογικό σταθμό σε ύψος 10 μέτρων σε μία ανοιχτή επίπεδη περιοχή, είναι διαφορετική από αυτήν εντός μίας αστικής ή μίας ημιαστικής περιοχής. Η τιμή της μπορεί να αναχθεί στην αντίστοιχη εντός της αστικής περιοχής για δεδομένο ύψος H , πάνω όμως από τις οροφές των κτιρίων. Αυτό δεν μπορεί να γίνει στη ζώνη των πεζών και γενικότερα σε θέσεις όπου τοπικά εμπόδια, όπως κτίρια, κυριαρχούν στο περιβάλλον του ανέμου. Για αυτές τις περιπτώσεις απαιτούνται δοκιμές σε αεροσήραγγα ή εξελιγμένοι υπολογισμοί ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics-C.F.D.), οι οποίοι χρησιμοποιούν αριθμητικές μεθόδους. Μία εναλλακτική λύση είναι η χρήση διαγραμμάτων, όμως δεν συνίσταται η αναγωγή αποτελεσμάτων από μία γενική μελέτη ή από μία συγκεκριμένη περίπτωση σε άλλο χώρο σε συνθήκες πραγματικού σχεδιασμού διότι η ροή του ανέμου είναι εξαιρετικά πολύπλοκη και μικρές αλλαγές μπορούν να διαφοροποιήσουν δραματικά το μοτίβο του ανέμου στο χώρο.

Ένα άλλο φαινόμενο που συνδέεται άμεσα με την αστική δομή είναι αυτό της αστικής χαράδρας. Το φαινόμενο αυτό σχετίζεται με την κυκλοφορία του ανέμου και τη μεταβολή της στρωμάτωσης των θερμοκρασιών στις φυσικές χαράδρες μιας πόλης, οι οποίες σχηματίζονται από τις κατακόρυφες όψεις που περιβάλλουν ένα δρόμο (Εικ. 1.18). Η κατανομή της θερμοκρασίας σε έναν αστικό δρόμο εξαρτάται από τη θερμότητα που απορροφάται και εκπέμπεται από τις επιφάνειες του δρόμου και των κτιρίων και κατ' επέκταση από τις θερμικές ιδιότητες των υλικών (συντελεστής απορρόφησης και συντελεστής εκπομπής)

Όσον αφορά τη ροή του αέρα σε ένα δρόμο, γνωρίζουμε ότι εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δρόμου, δηλαδή το μέσο ύψος των κτιρίων, το πλάτος και το μήκος του, καθώς και από τον προσανατολισμό του. Η πυκνή δόμηση σε μεγάλες εκτάσεις μειώνει την ταχύτητα του ανέμου (Εικ. 1.19, 1.20), όπως επίσης εκτρέπει τη ροή του, με αποτελέσματα που γίνονται εμφανή με τη συγκέντρωση ρύπων για μεγάλα χρονικά διαστήματα, με εμφανείς υπερθερμάνσεις τη θερινή περίοδο στα κέντρα των πόλεων που δεν εκμεταλλεύονται την ευνοϊκή επίδραση των ανέμων, καθώς και με τη δημιουργία τοπικών ανέμων σε επίπεδο οδών με απρόβλεπτη συνήθως ένταση. Συνήθως, η διεύθυνση του ανέμου που πνέει σε μία πόλη σχηματίζει γωνία ως προς τον άξονα του δρόμου με αποτέλεσμα την ελικοειδή κίνηση κατά πλάτος και κατά μήκος του. Η αυξημένη ταχύτητα του ανέμου και το φαινόμενο του στροβιλισμού που παρατηρείται σε στενούς αστικούς δρόμους με ψηλά κτίρια, αφενός δημιουργεί δυσάρεστη αίσθηση στον πεζό, αφετέρου δεν επιτρέπει τον καλό φυσικό αερισμό των κτιρίων.



Εικ.1.19 :Αστικό Οριακό Στρώμα . Είναι ένα φαινόμενο εκτάσεως, τοπικής έως και μέσης κλίμακας, τα χαρακτηριστικά του οποίου εξαρτώνται από αυτά του αστικού ιστού [Πηγή: Αργυρίου, Α. (2006). Στοιχεία Κλιματολογίας Κτιρίων].



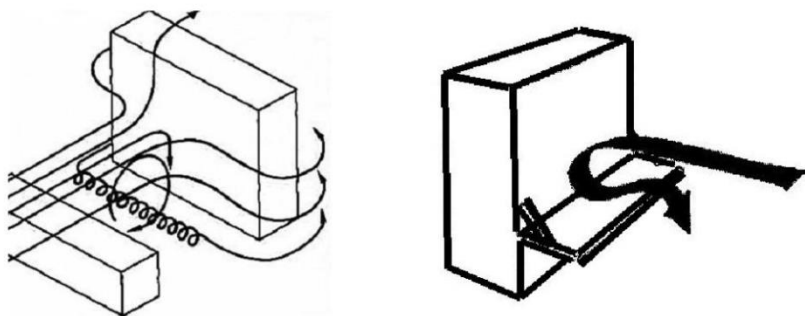
Εικ.1.20: Προφίλ ταχύτητας ανέμου για 3 διαφορετικές περιοχές. Η τραχύτητα α είναι μεγαλύτερη σε μια πυκνοδομημένη πόλη με ψηλά κτίρια [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]



Εικ.1.18 :Οι κατακόρυφες όψεις που περιβάλλουν ένα δρόμο δημιουργούν μια φυσική χαράδρα στις πόλεις [Πηγή: Προσωπικό αρχείο].

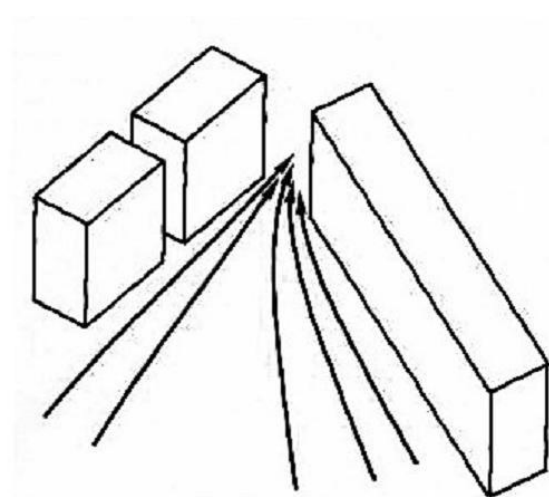
Από τα παραπάνω εύκολα συμπεραίνει κανείς ότι ο κάθε χώρος θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ειδική περίπτωση. Για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να δοθούν αναλυτικές οδηγίες για το σχεδιασμό ανοιχτών αστικών χώρων. Είναι όμως δυνατόν να δοθούν γενικές οδηγίες σχετικά με θέματα τα οποία πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής. Για παράδειγμα, πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι παρακείμενοι σε κτίρια αρκετά υψηλότερα από το μέσο ύψος της γύρω περιοχής. Τέτοια κτίρια μπορούν να προκαλέσουν δυσάρεστο και έντονο κατακόρυφο ρεύμα κατά μήκος των όψεων με φορά προς τα κάτω και να οδηγήσουν σε υψηλής ταχύτητας άνεμο γύρω από τις γωνίες του κτιρίου.

Όσο ψηλότερο το κτίριο, τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητά του. Το αποτέλεσμα είναι έντονες συνθήκες ροής γύρω από τη βάση και τις γωνίες του κτιρίου, αλλά και οριζοντίως, με κατεύθυνση από το κτίριο αντίθετα στην κύρια κατεύθυνση του ανέμου (φαινόμενο Wise). Ένα μέτρο για την αποφυγή του φαινομένου είναι η χαμηλότερη δόμηση περιμετρικά του ανοιχτού χώρου. Εάν η αντιμετώπισή του δεν είναι ικανοποιητική ή εφικτή, τότε μπορούν να προστεθούν κατασκευαστικά στοιχεία, όπως βεράντες. Τα γωνιακά φαινόμενα είναι δύσκολο να αποφευχθούν, αλλά στη ζώνη των πεζών μπορούν να μετριαστούν με τη χρήση ανεμοφρακτών.



Εικ.1.21: Βεράντα στη βάση ψηλού κτιρίου για την προστασία κατά της κατακόρυφης ροής του αέρα [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας]

Πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι σε ανοιχτή σύνδεση με μακριούς ευθύγραμμους δρόμους. Γραμμικές αστικές δομές, από κτίρια για παράδειγμα, μπορούν να δημιουργήσουν το «φαινόμενο του καναλιού» (channel effect), όπου ο άνεμος επιταχύνεται και δημιουργεί δυσάρεστες συνθήκες. Το φαινόμενο παρατηρείται σε δρόμους μακρύτερους από 100-125 μέτρα και θα είναι ακόμα εντονότερο εάν οι δρόμοι σχηματίζουν τούνελ (φαινόμενο Venturi).



Εικ.1.21: Ειδική περίπτωση του φαινομένου του καναλιού (channel effect) – Το φαινόμενο Venturi [Πηγή: Κ.Α.Π.Ε]

Περάσματα ανάμεσα ή κάτω από κτίρια που οδηγούν σε ανοιχτούς χώρους, επίσης μπορούν να δημιουργήσουν ένα είδος τούνελ όπου ο αέρας μπορεί να επιταχυνθεί σημαντικά. Το φαινόμενο αυτό εντείνεται δραματικά όταν συνδυάζεται με ψηλά κτίρια ή μακρινούς ευθύγραμμους δρόμους.

Μέτρα προστασίας μπορεί να είναι, για παράδειγμα, η αποφυγή ανοιχτής σύνδεσης μεταξύ του χώρου και του δρόμου, η δημιουργία κοντύτερων δρόμων σε νέες περιοχές, η αποφυγή κατασκευής δρόμων με τον κύριο άξονα κατά την κυρίαρχη διεύθυνση του ανέμου, η διάσπαση της γραμμικότητας του δρόμου με την επισήμανση ότι καμπύλες διατάξεις δεν συνιστώνται καθώς παρουσιάζουν χαμηλή αντίσταση στον άνεμο και τέλος, όπως έχει αναφερθεί αναλυτικά σε προηγούμενη παράγραφο, η φύτευση του δρόμου ώστε να αυξηθεί η αντίσταση στον άνεμο και να μειωθεί η ταχύτητά του. Οι διαστάσεις των ανοιχτών αστικών χώρων μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε ο αέρας να ρέει κυρίως πάνω από το χώρο και όχι μέσα σε αυτόν, δημιουργώντας δυσάρεστες συνθήκες στο επίπεδο των πεζών. Αυτό αποκαλείται φαινόμενο πλέγματος (the mesh effect). Τέλος, σημαντικές παράμετροι είναι η σχέση μεταξύ της επιφάνειας του αστικού χώρου και του ύψους των κτιρίων στα όρια (ή άλλων κατασκευών όπως ανεμοφράκτες) και η σχέση του πλάτους των ανοιγμάτων με το μήκος της περιμέτρου του χώρου

1.4.5 Δείκτης ανακλαστικότητας

Η αύξηση της ανακλαστικότητας (albedo) δομημένων και καλυμμένων με δομικά υλικά επιφανειών του αστικού χώρου μπορεί να μειώσει την απορρόφηση της εισερχόμενης ακτινοβολίας από το σύστημα επιφάνεια-τροπόσφαιρα, συνεισφέροντας στον περιορισμό των παγκόσμιων συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου. Έχει εκτιμηθεί ότι η αύξηση της ανακλαστικότητας των επιστρώσεων στις πόλεις παγκοσμίως, θα μπορούσε να επιτύχει μειώσεις του διοξειδίου του άνθρακα κατά περίπου 20 Gt. Εκτός από αυτά τα οφέλη έχει επιδειχθεί ότι οι μειωμένες επιφανειακές θερμοκρασίες αυξάνουν και τον χρόνο ζωής των υλικών, μειώνοντας και τον όγκο απορριμμάτων λόγω συντήρησης. Τέλος, ανακλαστικές επιστρώσεις σε ανοιχτούς αστικούς χώρους μπορεί να βελτιώσουν τις συνθήκες ορατότητας τη νύχτα, μειώνοντας έτσι και την κατανάλωση και το κόστος της ενέργειας για φωτισμό. Η αύξηση της ανακλαστικότητας των υλικών επίστρωσης στους αστικούς χώρους έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας επιφάνειας καθώς και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Συγκριτικές μετρήσεις της θερμικής συμπεριφοράς των ψυχρών υλικών έχουν δείξει ότι παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 12°C χαμηλότερη από τα κοινά υλικά. Τα υλικά του αστικού περιβάλλοντος, περιλαμβανομένων και των υλικών των κτιρίων, των συστημάτων σκίασης, της βλάστησης, παίζουν ένα σημαντικό ρόλο τροποποιώντας το μικροκλίμα και τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Οι επιφανειακές τους θερμοκρασίες επηρεάζουν τη θερμική ισορροπία και άνεση μέσω των ανταλλαγών ακτινοβολίας, οι οποίες είναι κυρίαρχες σε ένα περιβάλλον όχι καλά αεριζόμενο, συνθήκη η οποία είναι συχνότερη σε αστικούς χώρους.

	Ανακλαστικότητα (Albedo) 0.1 – 0.3	Ανακλαστικότητα (Albedo) 0.4 – 0.6	Ανακλαστικότητα (Albedo) 0.7 – 0.9
Επιφάνειες	Μαύρη άσφαλτος Σκούρο σκυρόδεμα Γρασιδί Σχιστόλιθος	Ανοιχτόχρωμο σκυρόδεμα Οξειδωμένος χαλκός Κόκκινος οπτόπλινθος Πέτρα	Ασβεστόλιθος Λευκό μάρμαρο Λευκό επίχρισμα

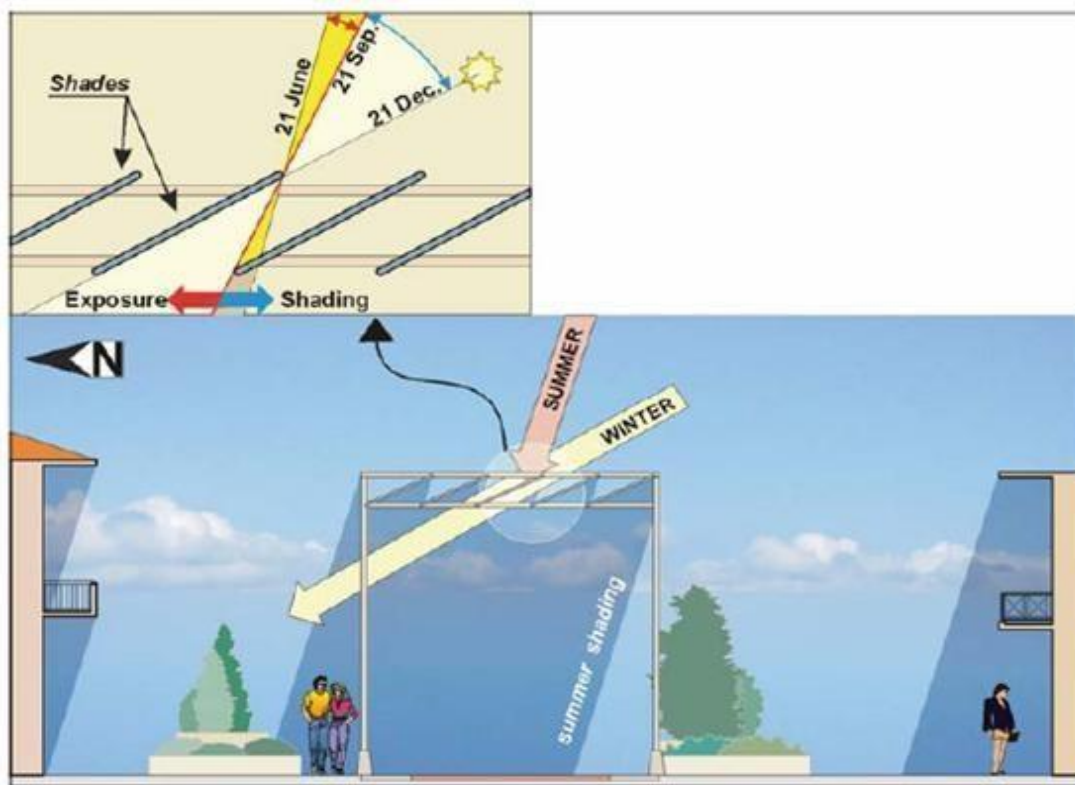
Εικ.1.22: Κατάταξη υλικών επίστρωσης επιφανειών σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την ανακλαστικότητά τους [Πηγή: Προσωπική εργασία].

1.4.6 Σκίαση

Η σκίαση αφορά στην παρεμπόδιση του άμεσου ηλιακού φωτός να προσπίπτει σε μια επιφάνεια. Στον αστικό χώρο ενδιαφέρει κυρίως η σκίαση στο επίπεδο του ανθρώπου. Η σκίαση επιτυγχάνεται με τη γεωμετρία των φυσικών και τεχνητών στοιχείων του χώρου, δηλαδή με:

- τη χρήση δέντρων
- τη χρήση συστημάτων φύτευσης πάνω από το έδαφος (π.χ. πέργκολες)
- τη γεωμετρία των στοιχείων του αστικού ιστού (γύρω κτίρια κλπ)
- αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις όπως στοές, στέγαστρα, τοιχία κλπ
- ειδικά συστήματα σκίασης συμπαγή ή περσιδωτά ή διάτρητα, σταθερά ή κινητά, τα οποία μπορεί να έχουν και άλλες χρήσεις (π.χ. φωτοβολταϊκά στέγαστρα ή στοιχεία αστικού εξοπλισμού, όπως στάσεις λεωφορείων, στεγασμένες θέσεις στάθμευσης).

Τα οφέλη της σκίασης είναι η μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας, με όλα τα συνεπαγόμενα οφέλη στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και την μείωση του ενεργειακού φορτίου των παρακείμενων κτιρίων, η σημαντική βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης ενός χώρου, με αποτέλεσμα την αύξηση της χρησιμότητάς του (π.χ. μεγαλύτερη χρήση από πεζούς και ποδηλάτες και μείωση της χρήσης αυτοκινήτων), αλλά και η βελτίωση της οπτικής άνεσης.



Εικ.1.23 : Οροφή με σκίαστρα νότιου προσανατολισμού τοποθετημένα σε κανονικές αποστάσεις, ώστε να επιτρέπουν την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα μεταξύ τους εμποδίζοντας την υπερθέρμανση. Η κλίση τους επιτρέπει τη διόδο της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα, ενώ παρέχει πλήρη σκίαση το καλοκαίρι [Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) (2004). Σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων με βιοκλιματικά κριτήρια]

1.4.7 Νερό

Το νερό αποτελεί στοιχείο το οποίο μπορεί να επηρεάσει το μικροκλίμα και να βελτιώσει τις

συνθήκες θερμικής άνεσης που επικρατούν στους υπαίθριους αστικούς χώρους κατά τις θερμές περιόδους. Το μέγεθος της επίδρασης του νερού στο μικροκλίμα καθορίζεται από την ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή καθώς και από τις διαστάσεις της υδάτινης επιφάνειας. Ο μηχανισμός μέσω του οποίου το νερό συμβάλει στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα είναι η εξάτμιση, η μετατροπή δηλαδή του υγρού σε αέριο μέσω της απαγωγής θερμότητας από τον περιβάλλοντα αέρα. Ταυτόχρονα, το νερό παρουσιάζει μικρότερη επιφανειακή θερμοκρασία από άλλα υλικά εδαφοκάλυψης, καθώς διαθέτει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και ανακλαστικότητα.

Ενδεικτικά, κάποια από τα στοιχεία νερού που μπορούν να ενταχθούν σε μια αστική επέμβαση και να συμβάλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος μιας περιοχής, είναι:

- Οριζόντιες επιφάνειες νερού-τεχνητές λίμνες
- Συντριβάνια, κατακόρυφες επιφάνειες νερού και πίδακες

Παρά τις θετικές συνέπειες των υδάτινων επιφανειών, το νερό θα πρέπει να χρησιμοποιείται με φειδώ, τόσο λόγω της μικρότερης συμβολής του στη βελτίωση του μικροκλίματος σε σχέση με τη σκίαση, το πράσινο και τα ψυχρά υλικά, όσο και λόγω της απαξίωσης που αποδεδειγμένα υφίσταται στη χώρα μας λόγω της ελλιπούς συντήρησης των σχετικών υδάτινων εγκαταστάσεων. Οι ήχοι του νερού είναι ελκυστικοί για τους περισσότερους ανθρώπους, αλλά πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα ο ρυθμός ροής του νερού. Συνιστάται να μην είναι συνεχής ο ρυθμός ροής ενός στοιχείου νερού. Η διατήρησή του στην ίδια ηχητική στάθμη μπορεί να κάνει τους ανθρώπους να χάσουν το ενδιαφέρον τους και η επίδρασή του στην ψυχολογική τους προσαρμογή, μειώνεται με το χρόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Μαθηματικό υπόβαθρο του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met

2.1 Το Envi-Met και η χρήση του

Το λογισμικό ENVI-met αποτελεί ένα περιβαλλοντικό-μετεωρολογικό πρόγραμμα το οποίο μέσω ενός τρισδιάστατου μη υδροστατικού μοντέλου προσομοιώνει, κυρίως μέσα στον αστικό ιστό, την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων δομημένων επιφανειών, της βλάστησης και του αέρα. Βασίζεται σε εξελιγμένους υπολογισμούς ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics - C.F.D.), οι οποίοι χρησιμοποιούν αριθμητικές μεθόδους και αλγόριθμους για την επίλυση προβλημάτων ροής ρευστών. Έχει σχεδιαστεί για την ανάλυση του μικροκλίματος και της ποιότητας του τοπικού αέρα. Είναι σε θέση να επιλύει σύνθετες τρισδιάστατες ροές (τυρβώδεις ροές κ.λπ.) υπολογίζοντας/παρέχοντας σύνθετες θερμοκρασιακές κατανομές, ποσοστά υγρασίας, την ακτινοβολία μικρού και μεγάλου μήκους κύματος και τις συγκεντρώσεις αερίων και μικροσωματιδίων στον αέρα σε τοπική κλίμακα.

Η λειτουργία του βασίζεται στην τρισδιάστατη απεικόνιση του εκάστοτε μελετώμενου χώρου, λαμβάνοντας υπ' όψιν ταυτόχρονα την επίδραση του χρόνου και τα μεγέθη των παραγόντων που αυτός επηρεάζει (πχ η θερμοκρασία μιας συγκεκριμένης χρονιάς, μέρας και ώρας του μελετώμενου χώρου). Ακόμη το μοντέλο βασίζεται στη φυσική και τους υδροδυναμικούς και θερμοδυναμικούς νόμους της. Έτσι αναπαράγει τις φυσικές διαδικασίες της ατμόσφαιρας που επηρεάζουν το μικροκλίμα της περιοχής.

Συνοπτικά, το μοντέλο λαμβάνει υπόψιν στους υπολογισμούς:

- Τη ροή ακτινοβολίας μικρού και μεγάλου μήκους κύματος, λαμβάνοντας υπόψη και τη σκίαση.
- Την ανάκλαση ακτινοβολίας και την ακτινοβολία από τα κτίρια και τη βλάστηση.
- Τη διαπνοή, την εξάτμιση και την αισθητή ροή θερμότητας από τη βλάστηση στον αέρα, με πλήρη προσομοίωση όλων των φυσικών παραμέτρων των φυτών όπως, για παράδειγμα, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης.
- Την επιφανειακή θερμοκρασία και αυτήν των τοίχων, για κάθε σημείο στον κάναβο και κάθε τοίχο.
- Την ανταλλαγή θερμότητας και νερού στην εδαφική μάζα.
- Βιομετεωρολογικές παραμέτρους, όπως η M.R.T. και ο δείκτης P.M.V.
- Τη διασπορά διαφόρων αερίων και σωματιδίων, καθώς και την απόθεση των τελευταίων στα φύλλα και στις επιφάνειες.

Τα κτίρια, η βλάστηση, το έδαφος/ οι επιφάνειες και οι ρυπογόνες πηγές μπορούν να τοποθετηθούν με ακρίβεια στο μοντέλο. Επίσης, εκτός από τις φυσικές αλλά και τις τεχνητές επιφάνειες, το μοντέλο μπορεί να προσομοιώσει σωστά και να αναλύσει και τις υδάτινες επιφάνειες.

2.2 Θεωρητικά Στοιχεία

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να απαριθμηθούν οι μεταβλητές που υπεισέρχονται στο πρόγραμμα και οι παράμετροι από τις οποίες αυτές επηρεάζονται καθώς και οι μαθηματικές σχέσεις και διαφορικές εξισώσεις από τις οποίες προκύπτουν. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη, να μην πραγματοποιήσει απλώς μια ανάλυση και να εξάγει συμπεράσματα, αλλά να αναπτύξει γνώσεις ώστε να προβλέψει τα αναμενόμενα αποτελέσματα και κριτική ικανότητα, ώστε να διερευνήσει αν τα τελικά αποτελέσματα ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Η ανάλυση των μαθηματικών εξισώσεων πραγματοποιήθηκε σε 4 επιμέρους μοντέλα: το ατμοσφαιρικό μοντέλο, το μοντέλο εδάφους, το μοντέλο βλάστησης και το μοντέλο επιφάνειας εδάφους και επιφάνειας κτιρίων.

2.2.1 Ατμοσφαιρικό μοντέλο

Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται οι κύριες προγνωστικές μεταβλητές που υπεισέρχονται στο ατμοσφαιρικό μοντέλο, δηλαδή η μέση ροή αέρα, η θερμοκρασία, η υγρασία και η τύρβη.

2.2.1.1 Μέση ροή αέρα

Η τρισδιάστατη τυρβώδης ροή αέρα στο πρόγραμμα δίνεται από τις μη υδροστατικές εξισώσεις ασυμπίεστης ροής Navier – Stokes (1a – 1c):

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u_i \frac{\partial u}{\partial x_i} = -\frac{\partial p}{\partial x} + K_m \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} \right) + f(v - v_g) - S_u \quad (1a)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u_i \frac{\partial v}{\partial x_i} = -\frac{\partial p}{\partial y} + K_m \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x_i^2} \right) + f(u - u_g) - S_v \quad (1b)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u_i \frac{\partial w}{\partial x_i} = -\frac{\partial p}{\partial z} + K_m \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x_i^2} \right) + g \frac{\theta(z)}{\theta_{ref}(z)} - S_w \quad (1c)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Όπου $f (=104 \text{ sec}^{-1})$ είναι η παράμετρος Coriolis και λαμβάνεται $f=104 \text{ sec}^{-1}$ με $f=2\Omega\eta\mu\phi$, όπου Ω : η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης, p είναι η πίεση λόγω υδροστατικής κατανομής και θ η δυναμική θερμοκρασία στη στάθμη z . Η θερμοκρασία αναφοράς θ_{ref} αντιπροσωπεύει τις μετεωρολογικές συνθήκες μεγαλύτερης κλίμακας και υπολογίζεται ως μία μέση θερμοκρασία σε όλα τα κελιά του καννάβου κατά τη διεύθυνση z , εξαιρουμένων αυτών που έχουν καταληφθεί από κτίρια.

Η πυκνότητα του αέρα (ρ), έχει εξαιρεθεί από τις εξισώσεις συμπιεστού των Navier-Stokes, ενώ χρησιμοποιείται η προσέγγιση Boussinesq, η οποία οδηγεί αφενός στην εισαγωγή ενός επιπλέον πηγαίου όρου στην εξίσωση w , ο οποίος περιλαμβάνει την κατακόρυφη θερμική εξαναγκασμένη κίνηση, και αφετέρου στην εξίσωση συνέχειας, η οποία πρέπει να ικανοποιείται σε κάθε χρονικό βήμα προκειμένου να διατηρείται σταθερή η μάζα στο πεδίο ροής.

Σημειώνεται ότι όλοι οι όροι στην εξίσωση μεταφοράς – διάχυσης παρουσιάζονται στην σύνοψη αποτελεσμάτων του Einstein. ($u_i = u, v, w$ και $x_i = x, y, z$ για $i=1,2,3$ για εξοικονόμηση χώρου).

Οι τοπικοί όροι S_u , S_v και S_w , περιγράφουν την απώλεια ταχύτητας ανέμου λόγω της τραχύτητας που προκαλούν τα στοιχεία φυτών. Σύμφωνα με τους Liu (1996) και Yamada (1982), το φαινόμενο αυτό μπορεί να παραμετροποιηθεί με βάση τη σχέση:

$$S_{u(i)} = \frac{\overline{\partial p'}}{\partial x_i} = c_{d,f} LAD(z) \cdot W \cdot u_i \quad (3)$$

Όπου $W = (u^2 + v^2 + w^2)^{0.5}$ είναι η κύρια ταχύτητα ανέμου στο ύψος z , $LAD(z)$ (leaf area density) είναι η πυκνότητα του φυλλώματος σε $[m^2 m^{-3}]$, ενός φυτού στο συγκεκριμένο ύψος z . Ο συντελεστής οπισθέλκουσας δύναμης (αντίστασης) στα φυτά, $c_{d,f}$ τίθεται ίσος με 0.2.

Οριακές συνθήκες

Για όλες τις επιφάνειες εδάφους χρησιμοποιείται η συνθήκη μη ολίσθησης. Η διαδικασία της εισροής, προσομοιώνεται από ένα μονοδιάστατο μοντέλο αναφοράς, ενώ για την εκροή και τα πλευρικά σύνορα, χρησιμοποιείται η συνθήκη Neumann μηδενικής κλίσης. Όσον αφορά το άνω όριο, όλες οι κατακόρυφες κινήσεις προσομοιώνονται ώστε να είναι μηδενικές. Ειδικές οριακές συνθήκες χρησιμοποιούνται για την διαταραχή πίεσης στα όρια της εκροής ούτως ώστε να διατηρείται σταθερή η μάζα.

2.2.1.2 Θερμοκρασία και υγρασία

Η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα θ και της ειδικής υγρασίας q δίνεται από την εξίσωση μεταφοράς – διάχυσης:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + u_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i} = K_h \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x_i^2} \right) + \frac{1}{c_p \rho} \frac{\partial R_{n,lw}}{\partial z} + Q_h \quad (4)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u_i \frac{\partial q}{\partial x_i} = K_q \left(\frac{\partial^2 q}{\partial x_i^2} \right) + Q_q \quad (5)$$

Παρόμοια με τις εξισώσεις στροφορμής, οι όροι Q_h και Q_q χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν την ανταλλαγή θερμότητας και υδρατμών των φυτών με το ατμοσφαιρικό μοντέλο. Η ποσότητα των Q_h και Q_q παρέχεται από το μοντέλο βλάστησης που θα περιγραφεί παρακάτω. Με τον όρο $\partial R_{n,lw} / \partial z$ αναφέρεται η κατακόρυφη απόκλιση της μακροκυματικής ακτινοβολίας, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση τόσο της ζέστης όσο και της δροσιάς της ακτινοβολούσας ροής.

Οριακές συνθήκες

Η επιφανειακή θερμοκρασία των εδαφικών επιφανειών, των στεγών και των τοίχων κτιρίων, χρησιμοποιείται σαν ένα πραγματικό φυσικό όριο για τους μαθηματικούς υπολογισμούς. Για το μοντέλο εισροής μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συνθήκες Dirichlet, Neuman ή αυτή του κυκλικού ορίου. Για την εκροή και τα πλευρικά όρια, χρησιμοποιείται η συνθήκη μηδενικής κλίσης πίεσης.

Η τιμές για το άνω όριο του τρισδιάστατου μοντέλου, προκύπτουν από το μονοδιάστατο μοντέλο οριακού στρώματος, το οποίο εκτείνεται μέχρι τα 2500 μέτρα.

2.2.1.3 Ατμοσφαιρική τύρβη

Η τύρβη προκύπτει όταν η ροή του ανέμου συναντά τοίχους κτιρίων ή στοιχεία βλάστησης. Υπό συνθήκες ανέμου, οι στροβιλισμοί είναι αρκετά ανθεκτικοί, οπότε μεταφέρονται από τη κύρια ροή του ανέμου. Ανάλογα με τη δομή της ροής, αυτό οδηγεί σε αυξημένες αναταραχές μακριά από την πηγή της τύρβης.

Οποιαδήποτε τυρβώδης ροή περιέχει μεγάλο αριθμό δινών με διαφορετικές διαστάσεις. (ως διάσταση δίνης θεωρούμε την τάξη μεγέθους του μήκους που απαιτείται για να μεταβληθεί σημαντικά η ταχύτητα). Υπάρχουν μεγάλες δίνες οι οποίες περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας της ροής και χαρακτηρίζονται από ελάχιστη απόσβεση ενέργειας, και δίνες με μικρές διαστάσεις και ταχύτητες που περιέχουν ελάχιστη ενέργεια και χαρακτηρίζονται από υψηλή απόσβεση ενέργειας. Τέλος, υπάρχει και μεγάλος αριθμός δινών με διαστάσεις ενδιάμεσες των δυο ακραίων περιπτώσεων. Οι μεγάλες δίνες δίνουν ενέργεια στις αμέσως μικρότερες τους δίνες, αυτές με τη σειρά τους δίνουν στις αμέσως μικρότερες τους και ούτω καθ' εξής μέχρι να καταλήξουν στις ελάχιστες δίνες ροής. Δημιουργείται επομένως μια ιεραρχική ροή ενέργειας από τις μέγιστες δίνες προς τις ελάχιστες δίνες της ροής, η οποία ροή συντηρεί το φαινόμενο της τύρβης.

Υπό συνθήκες δυνατών ανέμων, το μέγεθος της αναπτυσσόμενης τοπικής τύρβης υπερέρχει της απώλειας της, συνεπώς τυρβώδεις στρόβιλοι μεταφέρονται μέσω της ροής αέρα. Ανάλογα με το είδος της ροής, το γεγονός αυτό οδηγεί στην ανάπτυξη εντονότερης τύρβης σε απόσταση από την πηγή που εκπέμπει την διαταραχή.

Για να προσομοιωθεί το φαινόμενο αυτό, χρησιμοποιείται το λεγόμενο μοντέλο «κλεισίματος τύρβης» (turbulence closure model) δηλαδή εισάγουμε συντελεστή ιξώδους και οι τάσεις λόγω μοριακού ιξώδους είναι αμελητέες με διάταξη 1,5 στο ENVI-met. Βασιζόμενοι στην εργασία των Mellor και Yamada (1975) 2 επιπρόσθετες μεταβλητές πρόγνωσης προστίθενται στο μοντέλο, η τοπική τύρβη (E) και ο ρυθμός απώλειάς της (ε). Η κατανομή τους δίνεται από την παρακάτω εξίσωση :

$$\frac{\partial E}{\partial t} + u_i \frac{\partial E}{\partial x_i} = K_E \left(\frac{\partial^2 E}{\partial x_i^2} \right) + Pr - Th + Q_E - \varepsilon \quad (6)$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} = K_\varepsilon \left(\frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial x_i^2} \right) + c_1 \frac{\varepsilon}{E} Pr - c_3 \frac{\varepsilon}{E} Th - c_2 \frac{\varepsilon^2}{E} + Q_\varepsilon \quad (7)$$

Οι όροι Pr και Th περιγράφουν την παραγωγή και την απώλεια της τυρβώδους ενέργειας εξαιτίας της τμήσης της ροής του αέρα και της θερμικής στρωμάτωσης ενώ οι όροι Q_E και Q_ε είναι οι αντίστοιχοι δείκτες για παραγωγή και απώλεια τύρβης στην βλάστηση. Η μηχανική παραγωγή Pr δίνεται από την ακόλουθη σχέση, χρησιμοποιώντας τον τρισδιάστατο παραμορφωσιακό τανυστή του πεδίου ανέμου:

$$Pr = K_m \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \quad \text{with } i, j = 1, 2, 3 \quad (8)$$

Η T_h παραγωγή άνωσης δίνεται από την σχέση:

$$T_h = \frac{g}{\theta_{ref}(z)} K_h \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad (9)$$

Προκειμένου να τεθεί σε εφαρμογή η ε-εξίσωση, χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες τιμές για τις σταθερές c_1, c_2, c_3 , πιο συγκεκριμένα λαμβάνονται οι ακόλουθες τιμές $c_1=1.44$, $c_2=1.92$ και $c_3=1.44$, όπως αυτές προσδιορίστηκαν από τους Launder και Spalding το 1974. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του μοντέλου «κλεισίματος τύρβης» (turbulence closure model) στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα που προαναφέρθηκε, παρουσιάζει ορισμένες ασάφειες. Ανάλογα με την εκάστοτε κατάσταση που ερευνάται, επιλέγονται οι κατάλληλες μεταβλητές ενώ η παραγωγή τυρβώδους ροής απαιτείται να περιοριστεί στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Σύμφωνα με τους Liu et al. (1996) και Wilson (1988), δύο επιπλέον όροι προστέθηκαν στο E-ε σύστημα ούτως ώστε να συμπεριλάβουν αφενός την πρόσθετη τύρβη που δημιουργείται στην βλάστηση και αφετέρου την απώλεια τύρβης που πραγματοποιείται κατά το πέρασμα από τις ισχυρότερες δίνες - δημιουργούμενες από διάτμηση- στις ασθενέστερες:

$$Q_E = c_{d,f}LAD(z) \cdot W^3 - 4c_{d,f}LAD(z) \cdot |W| \cdot E \quad (10)$$

$$Q_\varepsilon = 1.5c_{d,f}LAD(z) \cdot W^3 - 6c_{d,f}LAD(z) \cdot |W| \cdot \varepsilon \quad (11)$$

Οι όροι που υπεισέρχονται στην εξίσωση απώλειας (11) βασίζονται στην σχέση Kolmogorov (Launder and Spalding, 1974) και θα πρέπει να προσαρμόζονται με τα δεδομένα που μετρούνται, όταν αυτά είναι διαθέσιμα (βλέπε Liu et al., 1996). Από το σύστημα εξισώσεων E-ε που προαναφέρθηκε, υπολογίζονται οι συντελεστές ανταλλαγής τύρβης κάνοντας την παραδοχή ότι εξετάζεται κατάσταση τοπικής ισότροπης τύρβης. Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

$$K_m = c_\mu \frac{E^2}{\varepsilon} \quad (12a)$$

$$K_H, K_q = 1.35 \cdot K_m \quad (12b)$$

$$K_E = \frac{K_m}{\sigma_E} \quad (12c)$$

$$K_\varepsilon = \frac{K_m}{\sigma_\varepsilon} \quad (12d)$$

Όπου λαμβάνονται $c_\mu=0.09$, $\sigma_E=1$, $\sigma_\varepsilon=1.3$

Οριακές Συνθήκες

Σε όλες τις στερεές επιφάνειες τα E, ε υπολογίζονται συναρτήσει της εφαπτομενικής ταχύτητας τριβής u^* και υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη εκείνες τις συνιστώσες ροής οι οποίες είναι παράλληλες στην επιφάνεια που εξετάζεται:

$$E(z=0), E_w = \frac{(u_*^2)^{\tan}}{\sqrt{c_\mu}} \quad \varepsilon(z=0), \varepsilon_w = \frac{(u_*^3)^{\tan}}{k \cdot z_0}$$

όπου k: η σταθερά von-Kármán, λαμβάνεται ίση με 0.4 και z_0 : μήκος τραχύτητας της επιφάνειας.

2.2.1.4 Ροές Ακτινοβολίας

Η εισερχόμενη μικρού και μεγάλου κύματος ροή ακτινοβολίας είναι απαραίτητη στην αρχή του μοντέλου και τίθεται ως οριακή συνθήκη. Αυτό επιτυγχάνεται υιοθετώντας καταρχήν μια προσέγγιση που υπολογίζει δύο ρεύματα ροής για την ροή μεγάλου μήκους κύματος και στη συνέχεια ένα σύστημα εμπειρικών σχέσεων για το φάσμα μικρού μήκους κύματος (Taesler and Anderson 1984, Gross 1991). Στο τρισδιάστατο μοντέλο η ακτινοβολούσα ροή τροποποιείται από την παρουσία των κτιρίων και των φυτών και προκειμένου να εκτιμηθεί σωστά η επίδρασή τους στις συνθήκες ροής, λαμβάνονται συντελεστές μείωσης ροής, (σ) οι τιμές αυτών κυμαίνονται από 1 για συνεχή ροή μέχρι 0, για ολοκληρωτική απορρόφηση (Bruse 1995). Συνολικά, ορίζονται πέντε διαφορετικοί μειωτικοί συντελεστές και είναι οι ακόλουθοι:

$$(I) \sigma_{sw,dir}(z) = \exp(-F \cdot LAI^*(z)) \quad (13a)$$

$$(II) \sigma_{sw,dif}(z) = \exp(-F \cdot LAI(z, z_p)) \quad (13b)$$

$$(III) \sigma_{lw}^\downarrow(z) = \exp(-F \cdot LAI(z, z_p)) \quad (13c)$$

$$(IV) \sigma_{lw}^\uparrow(z) = \exp(-F \cdot LAI(0, z)) \quad (13d)$$

$$(V) \sigma_{svf}(z) = 1/360 \sum_{\pi=0}^{360} \cos\lambda(\pi) \quad (13e)$$

Οι συντελεστές αυτοί περιγράφουν ουσιαστικά την επιρροή της βλάστησης στην απευθείας διάχυση ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος (I και II) καθώς και στην ανάντη και κατάντη ροή μεγάλου κύματος ακτινοβολίας (III και IV). Ο συντελεστής (V) αντιπροσωπεύει την τοπική απόκρυψη θέασης του ουρανού από τα κτίρια (Sky View Factor) και η τιμή αυτού κυμαίνεται από 1, που αναφέρεται σε απόλυτα ελεύθερη θέαση, μέχρι 0, τιμή που αντιστοιχεί σε μηδενική ορατότητα ουρανού, όπου λ είναι η μέγιστη γωνία στην κατεύθυνση π ανάκλασης. Ο όρος LAI συμβολίζει την κατακόρυφη διάσταση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών στο επίπεδο z , στο έδαφος μετράται $z=0$ ενώ ως z_p μετράται το ύψος έως την κορυφή του φυτού. Ορίζεται ως δείκτης έκτασης φύλλου (leaf area index) και ουσιαστικά παρουσιάζει την πυκνότητα της βλάστησης, δηλαδή αν παραδείγματος χάριν μία επιφάνεια καλύπτεται από δύο φύλλα τότε η τιμή για τον δείκτη LAI είναι ίση με 2. Για τον προσδιορισμό του αρκεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εξίσωση:

$$LAI(z, z + \Delta z) = \int_z^{z+\Delta z} LAD(z') dz'$$

Για να υπολογιστεί η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας, χρησιμοποιείται ο τρισδιάστατος πλέον όρος LAI*, ο οποίος αντικαθιστά τον μονοδιάστατο δείκτη LAI που προαναφέρθηκε, και υπολογίζεται συναρτήσει της γωνίας πρόσπτωσης της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Εάν στην προσομοίωση κάποιο κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στο σημείο που εξετάζεται και στον ήλιο (επισκιασμένο), τότε απευθείας τίθεται ο όρος $\sigma_{sw,dir}$ ίσος με το μηδέν, ενώ εάν υπάρχει βλάστηση, τότε η ένταση προκύπτει από την σχέση (13a). Η άμεση διαχυτική ροή ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος μπορεί να υπολογιστεί σε οποιοδήποτε σημείο από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$R_{sw,dir}(z) = \sigma_{sw,dir}(z)R_{sw,dir}^0 \quad (14a)$$

$$R_{sw,dif}(z) = \sigma_{sw,dif}(z)\sigma_{svf}(z)R_{sw,dif}^0 + (1 - \sigma_{svf}(z))R_{sw,dir}^0 \cdot \bar{a} \quad (14b)$$

όπου οι όροι $R_{sw,dir}^0$ και $R_{sw,dif}^0$ αντιπροσωπεύουν την άμεση (direct) και την διαχυτική (diffuse) ακτινοβολούσα ροή αντίστοιχα στο υπολογιστικό μοντέλο. Ο πρόσθετος τελευταίος όρος για την συνιστώσα της διάχυσης συμπεριλαμβάνει την αντανάκλαση της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας στο περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψη το μέσο όρο του αστικού albedo (\bar{a}). Σε περίπτωση μακροκυματικής ακτινοβολίας (σχέσεις 14 c-e), γίνεται η παραδοχή ότι τα στρώματα βλάστησης θα απορροφήσουν κάποιο μέρος της ροής και θα το αντικαταστήσουν στη συνέχεια με την δική τους μακροκυματική ακτινοβολία. Η οριζόντια μακροκυματική ακτινοβολούσα ροή από τους τοίχους των κτιρίων υπολογίζεται από την σχέση (14 e), η οποία ουσιαστικά σταθμίζει την εκπέμπουσα ακτινοβολία των τοίχων με τον συντελεστή θέασης του ουρανού (SVF). Χρησιμοποιώντας τους μειωτικούς συντελεστές, οι συνιστώσες της ροής μεγάλου μήκους κύματος στο επίπεδο z δίνεται από την σχέση:

$$R_{lw}^{\downarrow}(z) = \sigma_{lw}^{\downarrow}(z)R_{lw}^{\downarrow,0} + (1 - \sigma_{lw}^{\downarrow,0}(z))\varepsilon_f\sigma_B\bar{T}_{f+}^4 \quad (14c)$$

$$R_{lw}^{\uparrow}(z) = \sigma_{lw}^{\uparrow}(z)\varepsilon_s\sigma_B T_0^4 + (1 - \sigma_{lw}^{\uparrow}(z))\varepsilon_f\sigma_B\bar{T}_{f-}^4 \quad (14d)$$

$$R_{lw}^{\leftrightarrow}(z) = (1 - \sigma_{svf}(z))\varepsilon_w\sigma_B\bar{T}_w^4 \quad (14e)$$

Όπου:

$\bar{T}_{f+}^4, \bar{T}_{f-}^4$: Είναι ο μέσος όρος της θερμοκρασίας των φύλλων του υπερκείμενου (+) και του υποκείμενου (-) στρώματος βλάστησης

T_0 : είναι η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους

\bar{T}_w : είναι ο μέσος όρος της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των τοίχων των κτιρίων

$\varepsilon_f, \varepsilon_s, \varepsilon_w$: είναι η εκπομπή των φύλλων, της επιφάνειας του εδάφους και των τοίχων

σ_B : είναι η σταθερά Stefan-Boltzman

2.2.2 Το εδαφικό μοντέλο

Το αστικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται ανομοιόμορφο ως προς το γεγονός ότι συναντώνται σε αυτό μία πληθώρα διαφορετικών τύπων εδάφους και επιφανειών, που άλλοτε αποτελούνται αποκλειστικά από φυσικά εδάφη και άλλοτε από τεχνητά υλικά. Για να προσομοιωθεί ακριβώς αυτή η ετερογενής κατάσταση, ορισμένα μεμονωμένα εδαφικά χαρακτηριστικά όπως παραδείγματος χάριν η θερμοδυναμική και υδραυλική αγωγιμότητα (η υδροπερατότητα) ή το albedo, μπορούν να καταχωρηθούν σε κάθε κελί του καννάβου του εδαφικού μοντέλου. Η διάταξη του εδαφικού μοντέλου συνίσταται από 14 στρώματα ανάμεσα στην επιφάνεια και το κατώτατο όριο της σε βάθος 2m. Η επίλυση κατά τον κατακόρυφο άξονα κυμαίνεται ανάμεσα στα 0.01m κοντά στην επιφάνεια και στα 0.5m στο κατώτερο στρώμα. Οι υπολογισμοί στο λογισμικό εστιάζουν στην μεταφορά θερμότητας και νερού που πραγματοποιείται ανάμεσα στα στρώματα, εφόσον αυτά επικοινωνούν. Εξαιρουμένου του υψηλότερου εδαφικού στρώματος, στο οποίο η μεταφορά θερμότητας μελετάται σε τρεις διαστάσεις, το υπόλοιπο έδαφος μελετάται σαν μία μονοδιάστατη κατακόρυφη στήλη. Η κατανομή της θερμότητας T και της εδαφικής περιεκτικότητας κατά όγκο σε υγρασία η δίνεται από τις μονοδιάστατες εξισώσεις που ακολουθούν:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K_s \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (15)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = D_\eta \frac{\partial^2 \eta}{\partial z^2} + \frac{\partial K_\eta}{\partial z} - S_\eta(z) \quad (16)$$

Όσον αφορά τα φυσικά εδάφη, η θερμική διαχυτότητα K_s (δείκτης διάχυσης της θερμότητας) εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα διαχέεται με αγωγή σε ένα υλικό και είναι συνάρτηση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας η και υπολογίζεται σύμφωνα με τις σχέσεις Tjernström (1989). Οι υδραυλικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται στην σχέση (16) είναι: η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό η , ο βαθμός κορεσμού του η_s , η υδραυλική αγωγιμότητα K_η και η υδραυλική διαχυτικότητα D_η , ενώ όλοι οι συντελεστές προκύπτουν από τις εξισώσεις των Clapp και Hornberger (1978). Ένας πρόσθετος παράγοντας, ο οποίος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ως μια επιπλέον πηγή περιεκτικότητας εδαφικής υγρασίας, είναι η πρόσληψη νερού που πραγματοποιείται από τις ρίζες των φυτών (S_η). Επιπλέον, η εξάτμιση που πραγματοποιείται από την επιφάνεια του εδάφους όπως δίνεται στην σχέση (26c) θα πρέπει να συμπεριληφθεί και αυτή ως εξωτερικός παράγοντας για το υψηλότερο στρώμα του εδαφικού μοντέλου.

2.2.3 Το μοντέλο βλάστησης

Ο παράγοντας βλάστηση εξετάζεται σαν μια μονοδιάστατη στήλη ύψους z_p , στην οποία το προφίλ της πυκνότητας της «φυλλικής επιφάνειας» (LAD) χρησιμοποιείται ούτως ώστε να περιγραφθεί η αναλογία και η κατανομή των φυλλωμάτων. Πάνω στο ίδιο σκεπτικό, εξετάζεται το εσωτερικό του εδαφικού συστήματος: η κατανομή των βολβών των φυτών αντιπροσωπεύεται από το προφίλ της πυκνότητας της επιφάνειας των βολβών (RAD-root area density) το οποίο εκτείνεται από την επιφάνεια και κάτω έως το βάθος των βολβών $-z_r$. Ο σχηματισμός αυτός είναι καθολικός και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για μικρά φυτά όπως το γρασίδι όσο και για μεγαλύτερα δέντρα, με την προϋπόθεση ότι τα αντίστοιχα υψόμετρα z_p και $-z_r$ προσαρμόζονται αρμονικά στο μοντέλο.

Η κίνηση του νερού στο φυτό είναι συνεχής αλλά όχι ομοιόμορφη. Το νερό κινείται ως υγρό μέσα στο έδαφος, απορροφάται από τη ρίζα, μεταφέρεται στα φύλλα μέσω των αγγείων του ξύλου, τροφοδοτεί τα κύτταρα του φύλλου και απελευθερώνεται ως αέριο προς την ατμόσφαιρα μέσω των στοματίων (Hopkins 1995, Zeiger 1998). Η κίνηση αυτή εξαρτάται από τις διαφορές πίεσης, κατά συνέπεια πραγματοποιείται κυρίως μέσω της μαζικής ροής. Εξαιρέση αποτελούν τα αλατούχα εδάφη, στα οποία η διάχυση αποτελεί σημαντικό παράγοντα μετακίνησης λόγω της αυξημένης οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος. Η απορρόφηση του νερού από τη ρίζα είναι δυνατή, εφόσον το δυναμικό νερού των ριζών είναι χαμηλότερο από το δυναμικό νερού του εδαφικού διαλύματος. Οι μηχανισμοί με τους οποίους απορροφά η ρίζα το νερό δεν είναι πλήρως γνωστοί.

2.2.3.1 Τυρβώδεις ροές θερμότητας και εξάτμισης

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών και του περιβάλλοντα αέρα μπορεί να εκφραστεί με όρους αισθητής ροής θερμότητας ($J_{f,h}$: flux heat), εξάτμισης του υγρού νερού φύλλα ($J_{f, \text{evap}}$: flux evaporation) και διαπνοής ($J_{f, \text{trans}}$: flux transpiration), ενέργειες που πραγματοποιούνται από τα στομάτια (ή στόματα) των φύλλων ($J_{f, \text{trans}}$):

$$J_{f,h} = 1.1r_a^{-1}(T_f - T_a) \quad (17a)$$

$$J_{f, \text{evap}} = r_a^{-1}\Delta q\delta_c f_w + r_a^{-1}(1 - \delta_c)\Delta q \quad (17b)$$

$$J_{f, \text{trans}} = \delta_c(r_a + r_s)^{-1}(1 - f_w)\Delta q \quad (17c)$$

Οι όροι T_a και q_a αναφέρονται στην θερμοκρασία και στην σχετική υγρασία του χώρου κοντά στα φύλλα των φυτών, Δq είναι το έλλειμμα υγρασίας μεταξύ φύλλων και αέρα με το Δq να ορίζεται ως $\Delta q = q^*(T_f) - q_a$. Ο όρος T_f είναι η θερμοκρασία των φύλλων και το q^* υποδεικνύει τον κορεσμό του q στην επιφάνεια των φύλλων. Ως έλλειμμα υγρασίας ορίζεται η διαφορά μεταξύ της πίεσης ατμών κορεσμού και της πραγματικής πίεσης ατμών κάτω από δεδομένη θερμοκρασία. Σύμφωνα με την θεωρία του Following Barden (1982), η αεροδυναμική αντίσταση r_a είναι συνάρτηση της γεωμετρίας των φύλλων και της ταχύτητας του ανέμου:

$$r_a = A \sqrt{\frac{D}{\max(W, 0.05)}} \quad (18)$$

όπου το W είναι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια των φύλλων. Η παράμετρος A λαμβάνεται $87 \text{ sec}^{0.5} \text{ m}^{-1}$ για τα κωνοφόρα δέντρα και το χορτάρι ενώ για τα φυλλοβόλα δέντρα λαμβάνεται ίση με $200 \text{ sec}^{0.5} \text{ m}^{-1}$. Με τον όρο D συμβολίζεται η διάμετρος των φύλλων, η τιμή της οποίας κυμαίνεται από 0.02m για τα κωνοφόρα δέντρα μέχρι και 0.5m ή περισσότερο για τα τροπικά δέντρα σύμφωνα με τον Schilling, 1990. Ο παράγοντας δ_c τίθεται ίσος με 1 όταν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η εξάτμιση και η διαπνοή ($\Delta q \geq 0$), αλλιώς ο παράγοντας δ_c λαμβάνεται ίσος με 0 και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί παρά μόνο συμπύκνωση υδρατμών. Κάνοντας την παραδοχή ότι μόνο τα υγρά τμήματα των φυτών μπορούν να εξατμιστούν (17b) και αντίστοιχα ότι μόνο από τα στεγνά τμήματα πραγματοποιείται διαπνοή (17c), απαιτείται διαχωρισμός των υγρών τμημάτων των φύλλων σε κάθε κελί του καννάβου. Σύμφωνα με τον Deardorff (1978) ο διαχωρισμός αυτός των

υγρών f_W (wet fraction) υπολογίζεται ως:

$$f_W = \left(\frac{W_{dew}}{W_{dew,max}} \right)^{2/3} \quad (19)$$

όπου W_{dew} είναι το πραγματικό ποσοστό δροσιάς πάνω στις επιφάνειες των φύλλων και $W_{dew,max}$ το μέγιστο δυνατό.

2.2.3.2 Αντίσταση στομάτων

Η αντίσταση στομάτων r_s είναι μια βιοφυσική παράμετρος των φύλλων και αντιπροσωπεύει το ποσοστό υγρασίας που αποβάλλεται από τους πόρους του φύλλου μέσω της διαπνοής για συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Καλούμενη και ως ‘εσωτερική αντίσταση’ του φυλλώματος στη μετάδοση λανθάνουσας θερμότητας, η αντίσταση r_s επηρεάζεται από μια σειρά φυτολογικών και περιβαλλοντολογικών παραμέτρων και παίρνει διάφορες τιμές κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Η αντίσταση στομάτων r_s ενός φυτού, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική και τη μέγιστη μικροκυματική ακτινοβολία που εισάγεται (R_{sw} και $R_{sw,max}$) και τη διαθέσιμη περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους, στη ζώνη των ριζών (η), όπως περιγράφεται από τον Deardorff (1978):

$$r_s = r_{s,min} \left[\frac{R_{sw,max}}{0.03R_{sw,max} + R_{sw}} + \left(\frac{\eta_{wilt}}{\eta} \right)^2 \right] \quad (20)$$

Η μικρότερη τιμή που μπορεί να λάβει η αντίσταση στομάτων $r_{s,min}$ εξαρτάται από το είδος του φυτού και κυμαίνεται από $200s^{0.5} m^{-1}$ για το γρασίδι και φτάνει έως την τιμή $400s^{0.5} m^{-1}$ για τα φύλλα των φυλλοβόλων δέντρων. Εναλλακτικά της ανωτέρω εξίσωσης της προσέγγισης Deardorff, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντίσταση των στομάτων ένα φωτοσυνθετικό μοντέλο, το οποίο επιτρέπει μια πιο δυναμική αναπαράσταση της βλάστησης (Jacobs 1994).

2.2.3.3 Ενεργειακό ισοζύγιο στα φύλλα

Εάν η αποθήκευση εσωτερικής ενέργειας στα φύλλα αμελείται, τότε η θερμοκρασία σε αυτά T_f μπορεί να προκύψει από την σχέση:

$$0 = R_{sw,net}(z) + R_{lw,net}(z) - c_p \rho J_{f,h} - \rho L (J_{f,evap} + J_{f,tran}) \quad (21)$$

όπου c_p είναι η σχετική θερμότητα του αέρα, η οποία ορίζεται ως προς το ποσό θερμότητας που απαιτείται για τη μεταβολή κατά μία θερμοκρασιακή μονάδα, μιας μονάδας μάζας του αντικειμένου χωρίς αλλαγή φάσης. Επιπλέον, ρ είναι η πυκνότητα του αέρα, L είναι η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμιση και $R_{sw,net}$ είναι η καθαρή προσπίπτουσα ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος που απορροφάται από την επιφάνεια των φύλλων και υπολογίζεται ως:

$$R_{sw,net}(z) = \left(F \cdot R_{sw,dir}(z) + R_{sw,dif}(z) \right) (1 - a_f - tr_f)$$

Εδώ, το F είναι μια αδιάστατη παράμετρος που περιγράφει τον προσανατολισμό των φύλλων ως προς τον ήλιο και τίθεται ίσος με 0.5 σε περίπτωση τυχαίου προσανατολισμού των φύλλων, αφ είναι το albedo των φύλλων και τέλος ο T_f (transmission factor) τίθεται ίσος με 0.3.

Ο όρος $R_{lw,net}$ της σχέσης (21) είναι συνάρτηση των z , T_f και υπολογίζεται από:

$$R_{lw,net}(z, T_f) = \varepsilon_f R_{lw}^\downarrow(z) + R_{lw}^\leftrightarrow(z) + \varepsilon_f R_{lw}^\uparrow(z) - 2\varepsilon_f \sigma_B T_f^4 - (1 - \sigma_{svf}(z)) \sigma_B T_f^4$$

Οι όροι που παρουσιάστηκαν στις σχέσεις (17 a-c) του ατμοσφαιρικού μοντέλου, μπορούν τώρα να υπολογιστούν από μία νέα σχέση, δεδομένου ότι έχει προηγηθεί η επίλυση της (21):

$$Q_h(z) = LAD(z) J_{f,h} \quad (22)$$

$$Q_q(z) = LAD(z) (J_{f,evap} + J_{f,trans}) \quad (23)$$

όπου LAD (leaf area density) είναι η πυκνότητα της φυλλικής επιφάνειας σε ύψος z . Στις εξισώσεις έχει γίνει η παραδοχή ότι μόνο η μία πλευρά των φύλλων συμμετέχει στην τυρβώδη διαδικασία ανταλλαγής θερμότητας και εξάτμισης (the luv side) και απορροφά μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία, ενώ στην περίπτωση μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας συμμετέχουν και οι δύο πλευρές των φύλλων στην ανταλλαγή που προαναφέρθηκε.

2.2.3.4 Υδρολογικό ισοζύγιο φυτών / εδάφους

Προκειμένου να ανταποκρίνεται πλήρως στην πραγματικότητα η προσομοίωση του μηχανισμού διαπνοής νερού των φυτών – παροχής νερού στο έδαφος, το νερό που διαπνέεται από τα φυτά πρέπει να αναλαμβάνεται απευθείας από το έδαφος διαμέσου των ριζών, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται απώλεια της περιεκτικότητας του εδάφους σε υγρασία. Στην περίπτωση που το έδαφος αποτυγχάνει να λάβει επαρκή ποσότητα νερού, τότε η αντίσταση των στομάτων θα αυξηθεί με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού διαπνοής. Η συνολική μάζα νερού που διαπνέεται από τα φυτά προσδιορίζεται για τα διάφορα στρώματα των φυτών από την σχέση:

$$m_{trans} = \rho \int_0^{z_p} LAD(z) J_{f,trans}(z) dz \quad (24)$$

Σύμφωνα με την θεωρία του Pielkes (1984), το νερό προσλαμβάνεται από διαφορετικά κάθε φορά εδαφικά στρώματα της περιοχής των ριζών και αυτό εξαρτάται από το πλήθος των βολβών σε κάθε στρώμα (RAD(z) value) καθώς και από την υδραυλική διάχυση του εδαφικού στρώματος $D_\eta(z)$:

$$S_n(-z) = \frac{m_{trans}}{\rho_w} \left(RAD(-z) D_\eta(-z) \right) \left(\int_{-z_r}^0 RAD(-z) D_\eta(-z) dz \right)^{-1} \quad (25)$$

2.2.4 Επιφάνεια εδάφους και επιφάνειες κτιρίων

Η θερμοκρασία T_0 της επιφάνειας του εδάφους σε ισορροπία μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση του ενεργειακού ισοζυγίου:

$$0 = R_{sw,net} + R_{lw,net} - c_p \rho J_h^0 - \rho L \cdot J_v^0 - G \quad (26)$$

στην οποία οι όροι $R_{sw,net}$ και $R_{lw,net}$ αντιπροσωπεύουν την καθαρή ενέργεια ακτινοβολούσας ροής, οι J_h και J_v αντιπροσωπεύουν την τυρβώδη ροή της θερμότητας και της εξάτμισης και το G αντιπροσωπεύει την ροή θερμότητας στο έδαφος. Στην περίπτωση επιφανειών κτιρίων (όπως τοίχους, στέγες) η εδαφική ροή θερμότητας αντικαθίσταται από την μετάδοση της θερμότητας διαμέσου των τοίχων ή των στεγών (Q_w).

2.2.4.1 Ροές ακτινοβολίας

Οι όροι $R_{sw,net}$ και $R_{lw,net}$ υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την θερμοκρασία των επιφανειών των κτιρίων. Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις που αναπτύχθηκαν στην ενότητα 2.4, μπορεί να γραφτεί για την μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία $R_{sw,net}$:

$$R_{sw,net} = \left(R_{sw,dir}(z=0) \cos\beta + R_{sw,dif}(z=0) \right) (1 - a_s)$$

όπου β είναι η γωνία πρόσπτωσης της εισερχόμενης ακτινοβολίας σε σχέση με την επιφάνεια και a_s είναι το albedo της επιφάνειας.

Στους υπολογισμούς για την μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, πρέπει να ληφθεί υπόψη η επιρροή του δυναμικού βλάστησης των στρωμάτων πάνω από την επιφάνεια, η ακτινοβολούσα ροή από τα κτίρια και η αντανάκλαση της ακτινοβολίας ανάμεσα στην επιφάνεια και τα κτίρια. Επομένως, προκειμένου να απλοποιηθούν οι υπολογισμοί, η ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες και εξετάζονται αυτές. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στον χώρο εκείνο που δεν καλύπτεται από κτίρια ($R_{lw,net}^{us}$) και η δεύτερη στον χώρο εκείνο που περιτριγυρίζεται από κτίρια ($R_{lw,net}^s$):

$$R_{lw,net}(T_0) = \sigma_{svf} R_{lw,net}^{us}(T_0) + (1 - \sigma_{svf}) R_{lw,net}^s$$

όπου ο συντελεστής θέασης του ουρανού σ_{svf} χρησιμοποιείται ούτως ώστε να σταθμίζει την ενέργεια για τον καλυμμένο και τον ακάλυπτο χώρο ανάλογα με την περίπτωση που εξετάζεται.

Σύμφωνα με την θεωρία που ανέπτυξε ο Deardorff (1978), η ανταλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος ανάμεσα στο έδαφος και την βλάστηση (δηλαδή για την περίπτωση της πρώτης κατηγορίας του ακάλυπτου χώρου) και ανάμεσα στο έδαφος και τα κτίρια (δηλαδή για την δεύτερη κατηγορία του καλυμμένου χώρου) μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$R_{lw,net}^{us} = \sigma_{lw}^{\downarrow}(0)(R_{lw}^{\downarrow,0} - \varepsilon_s \sigma_B T_0^4) + \left(1 - \sigma_{lw}^{\downarrow}(0)\right) \frac{\varepsilon_f \varepsilon_s}{\varepsilon_f + \varepsilon_s - \varepsilon_f \varepsilon_s} (\sigma_B \bar{T}_f^4 - \sigma_B T_0^4) \quad (27a)$$

$$R_{lw,net}^s = \frac{\varepsilon_w \varepsilon_s}{\varepsilon_w + \varepsilon_s - \varepsilon_w \varepsilon_s} \left\{ \max \left(\sigma_B \bar{T}_w^4, \sigma_B T_0^4 \right) - \sigma_B T_0^4 \right\} \quad (27b)$$

Όπου \bar{T}_w^4 είναι η μέση θερμοκρασία των τοίχων των κτιρίων και ε_w είναι η εκπομπή από τους τοίχους. Για τον καλυμμένο χώρο, γίνεται η παραδοχή ότι η ροή ενέργειας από τους τοίχους είναι σημαντική και πρέπει να ληφθεί υπόψη μόνο στην περίπτωση που οι τοίχοι είναι ζεστότεροι από την επιφάνεια του εδάφους. Εάν η επιφάνεια του εδάφους είναι ζεστότερη, το κυρίαρχο φαινόμενο που έχει σημασία είναι η ανάκλαση της ακτινοβολίας από την επιφάνεια των τοίχων.

Στην περίπτωση των τοίχων των κτιρίων, το μοντέλο για την ακτινοβολία δεν είναι τόσο πολύπλοκο. Η επιρροή της βλάστησης τώρα αμελείται διότι κατά την οριζόντια διεύθυνση της ροής από τα στρώματα βλάστησης, οι πληροφορίες που υπάρχουν διαθέσιμες είναι λιγοστές. Για τους κατακόρυφους τοίχους, γίνεται η παραδοχή ότι ο ακάλυπτος χώρος θα λαμβάνει το 50% της ακτινοβολίας από τον ουρανό και το 50% της ακτινοβολίας από το έδαφος. Όσον αφορά τον καλυμμένο χώρο, τα 2/3 της μακροκυματικής ακτινοβολίας αναμένεται να προέρχονται από τις εκπομπές των άλλων τοίχων και το 1/3 που υπολείπεται, γίνεται η παραδοχή ότι είναι ακτινοβολία από το έδαφος ανακλώμενη στους τοίχους. Τέλος, για τις στέγες, οι συνιστώσες της ακτινοβολίας παρουσιάζονται όμοια με αυτές της επιφάνειας του εδάφους, με την μόνη διαφορά ότι εδώ πλέον ισχύει ότι $z \neq 0$ και ότι πρόσθετα στρώματα βλάστησης πάνω από την οροφή δεν λαμβάνονται υπόψη.

2.2.4.2 Τυρβώδης ροή θερμότητας και εξάτμιση

Η τυρβώδης ροή της θερμότητας J_h^0 και της εξάτμισης J_v^0 στην επιφάνεια του εδάφους και στον τοίχο/οροφή ενός κτιρίου υπολογίζεται ως:

$$J_h^0 = -K_h^0 \left. \frac{\partial T}{\partial z} \right|_{z=0} = -K_h^0 \left. \frac{\theta(k=1) - T_0}{0.5 \Delta z(k=1)} \right| \quad (28a)$$

$$J_v^0 = -K_v^0 \left. \frac{\partial q}{\partial z} \right|_{z=0} = -K_v^0 \left. \frac{q(k=1) - q_0}{0.5 \Delta z(k=1)} \right| \quad (28b)$$

όπου $k=1$, υποδεικνύει το πρώτο υπολογισθέν στρώμα πάνω από την επιφάνεια ή παρακείμενα αυτής και τα K_h^0 , K_v^0 είναι οι συντελεστές ανταλλαγής θερμότητας και εξάτμισης. Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι και οι δύο παράγοντες υπολογίζονται συμπεριλαμβάνοντας την θερμική διαβάθμιση που υπάρχει μεταξύ της επιφάνειας και του υπερκείμενου στρώματος αέρα (Asaeda et al. 1993).

Στην περίπτωση των τοίχων, οι μαθηματικές παραστάσεις στις σχέσεις (28 a,b) πρέπει να προσαρμοστούν σύμφωνα με τον προσανατολισμό των τοίχων. Στην περίπτωση τώρα μικρών τιμών ταχύτητας ανέμου, προκύπτουν συνθήκες ελεύθερης μεταφοράς θερμότητας και χρησιμοποιείται το λεγόμενο $z^{-1/3}$ μοντέλο, ούτως ώστε να περιγραφεί η κατακόρυφη αυτή μεταφορά (Panahans και Schrodin 1980). Η υγρασία της επιφάνειας q_0 μπορεί να προσδιοριστεί μέσω της περιεκτικότητας εδαφικής υγρασίας στο επίπεδο $z=-1$ χρησιμοποιώντας την β - προσέγγιση του Deardorff (1978):

$$q_0 = \beta q * (T_0) + (1 - \beta)q(z = 1) \quad (29)$$

$$\beta = \min(1, \eta(z = -1)/\eta_{fc})$$

όπου η είναι η περιεκτικότητα εδαφικής υγρασίας κατά όγκο στο πρώτο εδαφικό στρώμα και η_{fc} είναι η τιμή της «υδατοϊκανότητας» εδάφους (field capacity), δηλαδή η περιεκτικότητα σε νερό, που παραμένει για αρκετές ημέρες μετά τη στράγγιση ενός κορεσμένου εδάφους. Συνδέεται στενά με τη φυσικοχημική κατάσταση του εδάφους και πρακτικά ταυτίζεται με την ισοδύναμη υγρασία. Η τιμή της ποικίλλει από 7% για τα αμμώδη εδάφη έως 40% στα αργιλώδη. Η ροή του νερού συνδέεται με το εδαφικό υδραυλικό μοντέλο μέσω του πρόσθετου όρου $S_{\eta,0}$. Ο όρος αυτός σχετίζεται με την εξάτμιση στην επιφάνεια μέσω της σχέσης:

$$S_{\eta,0}(k = -1) = -\frac{\rho}{\rho_w} J_v^0 \frac{1}{\Delta z(k=-1)} \quad (30)$$

στην οποία το $k=-1$ αντιστοιχεί στο πρώτο στρώμα του εδαφικού μοντέλου με πάχος Δz και πυκνότητα νερού ρ_w . Στην πράξη, η εφαρμογή των σχέσεων έδειξε ότι είναι πιο ρεαλιστικό να μοιράζεται η απώλεια νερού στα δύο πρώτα στρώματα του εδάφους και επίσης ότι είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται τα δύο αυτά στρώματα ώστε να εκτιμάται η παράμετρος β στην σχέση (29), από το να χρησιμοποιείται μόνο το πάνω στρώμα. Σε αντίθετη περίπτωση, το έδαφος θα στεγνώσει πολύ γρήγορα, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα στρώματα είναι πολύ λεπτά.

2.2.4.3 Ροή θερμότητας εδάφους και ροή θερμότητας μέσω των κτιρίων

Η ροή θερμότητας στο έδαφος υπολογίζεται συναρτήσει της θερμοκρασίας στην επιφάνεια και της θερμοκρασίας στο πρώτο στρώμα του εδαφικού μοντέλου κάτω από την επιφάνεια:

$$G = \lambda_s(k = -1) \frac{T_0 - T(k=-1)}{0.5\Delta z(k=-1)} \quad (31)$$

όπου λ_s είναι η θερμική αγωγιμότητα του πρώτου στρώματος του εδάφους, μέγεθος που εξαρτάται από το τύπο εδάφους και την περιεκτικότητα σε νερό. Όσον αφορά τα κτίρια, ο όρος G αντικαθίσταται από τον όρο Q_w :

$$Q_w = k(T_w - T_{a,i}) \quad (32)$$

στην οποία k είναι ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας του υλικού του τοίχου και $T_{a,i}$ είναι η θερμοκρασία του αέρα μέσα στο κτίριο. Η προσέγγιση αυτή είναι αρκετά απλοϊκή και δεν λαμβάνει υπόψη το απόθεμα θερμότητας που υπάρχει στο κτίριο.

2.2.5 Αριθμητικά στοιχεία – Μεθοδολογία

2.2.5.1 Τεχνικές επίλυσης

Οι διαφορικές εξισώσεις που υπεισέρχονται στο μοντέλο επιλύονται κλιμακωτά στο σύστημα του καννάβου χρησιμοποιώντας διαφορικά πεπερασμένα στοιχεία. Οι τρισδιάστατες εξισώσεις μεταφοράς – διάχυσης επιλύονται με τη χρήση της έμμεσης μεθόδου εναλλασσόμενων διευθύνσεων (ADI-alternating directions implicit) σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα οριζόντιας μεταφοράς. Η ADI είναι μια πεπερασμένη διαφορική μέθοδος για την επίλυση παραβολικών και ελλειπτικών μερικών διαφορικών εξισώσεων σε δύο ή περισσότερες διαστάσεις και το πλεονέκτημα αυτής είναι ότι οι εξισώσεις που πρέπει να επιλυθούν σε κάθε επανάληψη έχουν απλούστερη μορφή επομένως μπορούν εύκολα να επιλυθούν. Ακόμα, το πρόγραμμα που προαναφέρθηκε προϋποθέτει μια σχετικά μεγάλη αριθμητική διάχυση αλλά επιτρέπει γρήγορη επίλυση των εξισώσεων, για αυτό και επιλέχθηκε στο υπολογιστικό μοντέλο ENVI-met. Όσον αφορά την επίλυση των εξισώσεων Navier- Stokes χρησιμοποιείται η μέθοδος διαιρετών των Patrinos και Kistler (1977).

Συνεπώς, οι προγνωστικές εξισώσεις για τη διατήρηση της μάζας στο πεδίο ανέμου $u_i^{t+\Delta t}$ διαιρείται σε ένα βοηθητικό πεδίο ροής u_i^{aux} (auxiliary) και σε ένα πεδίο πίεσης p :

$$\frac{\partial u_i^{t+\Delta t}}{\partial t} = \frac{\partial u_i^{aux}}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \nabla p \quad (33)$$

Η μεταβλητή της πίεσης μετακινείται επομένως από τις τρεις προγνωστικές εξισώσεις (1a-c) και οδηγεί σε ένα νέο σύστημα τριών εξισώσεων για το βοηθητικό πεδίο ροής:

$$\frac{\partial u_i^{aux}}{\partial t} + u_i \frac{\partial u_i^{aux}}{\partial x_i} = K_m \left(\frac{\partial^2 u_i^{aux}}{\partial x_i^2} \right) + f(v - v_g) - S_u \quad (34a)$$

$$\frac{\partial v_i^{aux}}{\partial t} + u_i \frac{\partial v_i^{aux}}{\partial x_i} = K_m \left(\frac{\partial^2 v_i^{aux}}{\partial x_i^2} \right) - f(u - u_g) - S_v \quad (34b)$$

$$\frac{\partial w_i^{aux}}{\partial t} + u_i \frac{\partial w_i^{aux}}{\partial x_i} = K_m \left(\frac{\partial^2 w_i^{aux}}{\partial x_i^2} \right) + g \frac{\theta(z)}{\theta_{ref}(z)} - S_w \quad (34c)$$

Αυτό το πεδίο ροής περιέχει την σωστή στροβιλότητα αλλά δεν ισχύει η διατήρηση της μάζας σε αυτό, πράγμα που σημαίνει ότι δεν ικανοποιεί την συνθήκη (2). Το συνδυασμένο πεδίο πίεσης μπορεί να προσδιοριστεί από την επίλυση της εξίσωσης Poisson:

$$\nabla^2 p = \frac{\rho}{\Delta t} \nabla u_i^{aux} \quad (35)$$

Χρησιμοποιώντας την μη γραμμική επαναληπτική μέθοδο Simultaneous Over-Relaxation (SOR). Τέλος, το πραγματικό πεδίο ροής για διατήρηση μάζας μπορεί να υπολογιστεί από:

$$u_i^{t+\Delta t} = u_{aux}^i - \frac{\Delta t}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} \quad (36)$$

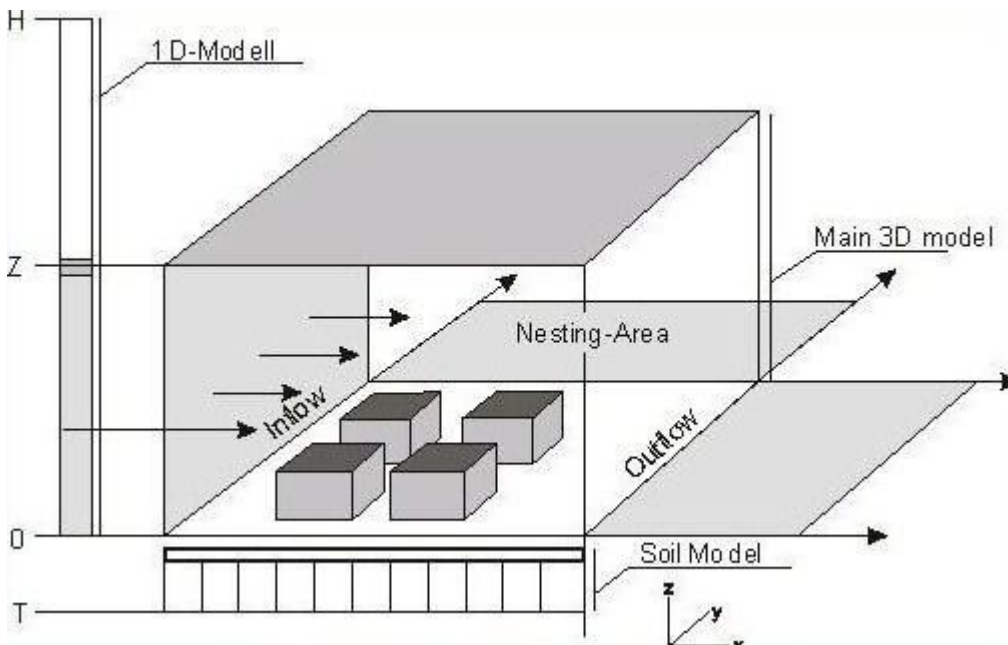
Η απότομη κλίση πίεσης που μπορεί να προκύψει στις προσομοιώσεις μικρής κλίμακας απαιτεί μικρό χρονικό βήμα για την επίλυση των εξισώσεων του πεδίου ανέμου. Συνεπώς, το πεδίο ανέμου δεν αντιμετωπίζεται σαν μια ‘κανονική’ προγνωστική μεταβλητή στο ENVI-met, αλλά ενημερώνεται μετά από δεδομένο χρονικό διάστημα ούτως ώστε να λάβει υπόψη ενδεχόμενες αλλαγές στην τύρβη και στην θερμική διαβάθμιση. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να θεωρηθεί το πεδίο ανέμου ως κανονική μεταβλητή, πρακτικά όμως απαιτείται να δαπανηθεί πολύς χρόνος ώστε να προκύψει αποτέλεσμα δεδομένων των σύγχρονων ηλεκτρονικών υπολογιστών.

2.2.5.2 Υπολογιστικό πεδίο και κατασκευή καννάβου

Ανάλογα με το πρόβλημα που εξετάζεται κάθε φορά, το συνολικό μέγεθος του τρισδιάστατου μοντέλου X,Y και Z που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του καννάβου ποικίλλει και μπορεί να επιλεγεί από ένα μεγάλο εύρος. Από παράλειψη τα διαστήματα των Δx, Δy και Δz είναι ισαπέχοντα σε κάθε διεύθυνση (μόνο το χαμηλότερο κελί του καννάβου πάνω από το έδαφος διαιρείται σε 5 υπο-κελιά με μέγεθος Δz_g=0.2Δz ούτως ώστε να αυξηθεί η ορθότητα των υπολογισμών στην επιφάνεια). Το τρισδιάστατο μοντέλο μετατρέπεται σε ένα μονοδιάστατο μοντέλο το οποίο εκτείνεται σε ύψος 2500m. Οι τιμές του μονοδιάστατου μοντέλου χρησιμοποιούνται ως αναφορά τόσο για την εισροή όσο και για τις οριακές συνθήκες (top) για το τρισδιάστατο μοντέλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Παρουσίαση του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met

3.1 Γραφική απεικόνιση και δομή του μοντέλου ENVI-met



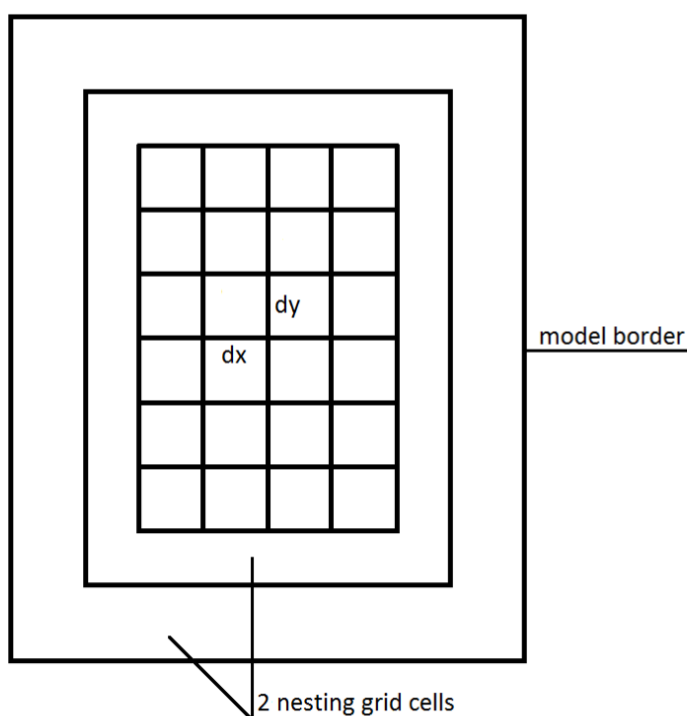
Εικ 3.1: Το μοντέλο ENVI-met [Πηγή: ENVI-met].

Main 3D model: Η δομή αυτή δεν αφορά μόνο στο εν λόγω μοντέλο αλλά χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλα τα τρισδιάστατα αριθμητικά μοντέλα. Είναι σχεδιασμένο στις 3 διαστάσεις του χώρου με τις δύο οριζόντιες (x και y) και τη μία κατακόρυφη (z). Στο εσωτερικό του μπορούν να τοποθετηθούν τα τυπικά στοιχεία που αντιπροσωπεύουν την περιοχή ενδιαφέροντος όπως κτίρια, βλάστηση και διάφορα είδη επιφανειών χρησιμοποιώντας το **αρχείο εισαγωγής περιοχής (Area Input File .IN)**. Για να γίνει χρήση ενός αριθμητικού μοντέλου, η περιοχή ενδιαφέροντος θα πρέπει να αναχθεί σε μια **εσχάρα κελιών (grid cells)**. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των κελιών, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Απ' την άλλη, κάνοντας τα κελιά μικρά, συνεπάγεται ότι απαιτούνται περισσότερα από αυτά για να καλύψουν την εκάστοτε περιοχή.

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

1D Model: Για να επιτευχθεί μια ακριβής προσομοίωση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στο οριακό στρώμα (είναι το κατώτερο στρώμα της τροπόσφαιρας το οποίο επηρεάζεται ευθέως από την παρουσία του εδάφους μέσω της τυρβώδους ροής της θερμότητας), είναι απαραίτητο να επεκτείνουμε το μοντέλο σε ένα ύψος το λιγότερο 2500m . Παρόλο που δεν είναι δυνατό (αλλά ούτε απαραίτητο) να επεκτείνουμε ολόκληρο το τρισδιάστατο μοντέλο στο ύψος αυτό, ένα μονοδιάστατο μοντέλο αναλαμβάνει τους υπολογισμούς από την κορυφή του τρισδιάστατου έως την κορυφή ολόκληρου του μοντέλου στα 2500m . Επιπλέον, παρέχει το κατακόρυφο προφίλ όλων των μεταβλητών για το **όριο εισροής (Inflow Boundary)** του τρισδιάστατου μοντέλου.

Nesting Area: Μια άλλη μέθοδος για την κάλυψη μεγαλύτερων εκτάσεων στο οριζόντιο επίπεδο, χωρίς ο αριθμός των κελιών της εσχάρας να αυξάνεται υπερβολικά, είναι η χρήση μιας δευτερεύουσας περιοχής (Nesting Area). Η δευτερεύουσα περιοχή είναι μια ζώνη κελιών που περιβάλλει τον πυρήνα του τρισδιάστατου μοντέλου. Όσο τα κελιά απομακρύνονται από τον πυρήνα του μοντέλου, τόσο αυξάνεται το μέγεθός τους. Το γεγονός αυτό επιτρέπει να απομακρυνθούν τα όρια του μοντέλου από τον πυρήνα χωρίς να σπαταληθούν πολλά υπολογιστικά κελιά. Η δευτερεύουσα αυτή περιοχή δημιουργείται αυτόματα από το πρόγραμμα ώστε να επιτευχθεί η εν λόγω απομάκρυνση των ορίων. Ο λόγος για τον οποίο επιβάλλεται να χρησιμοποιήσουμε την Nesting Area είναι ότι το μοντέλο δεν μπορεί να υπολογίσει πραγματικές τιμές στα κελιά των ορίων.



Εικ 3.2 Σχηματική απεικόνιση της περιοχής ένθεσης

Στην εικόνα 3.3 βλέπουμε ένα παράδειγμα για το πεδίο ροής γύρω από δύο κτίρια. Η ροή εισέρχεται στο μοντέλο από τη δεξιά πλευρά. Στο σχήμα A με 3 ζώνες στην περιοχή ένθεσης όπως μπορείτε να δείτε, η επιρροή των δύο κτιρίων επί του πεδίου ροής, ιδίως στα υπήνεμα (αριστερά) εκτείνεται μέχρι τα όρια του μοντέλου (κίτρινο χρώμα), ενώ στο σχήμα B με 5 ζώνες στην περιοχή ένθεσης 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.

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.

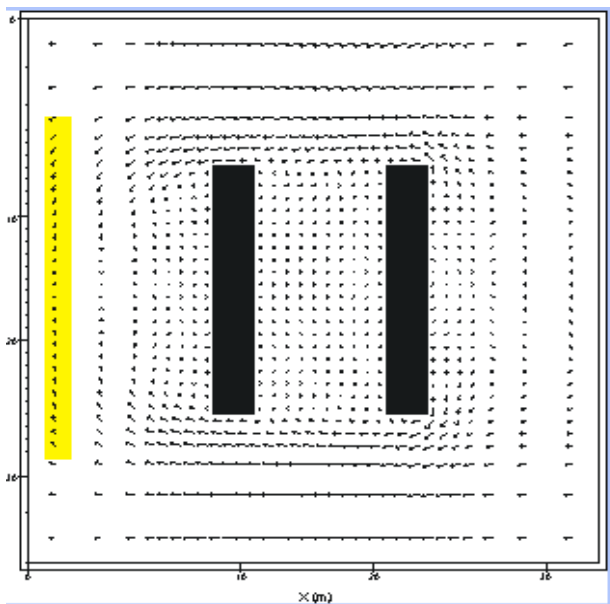


Figure A: Flow around two buildings with 3 nesting grids

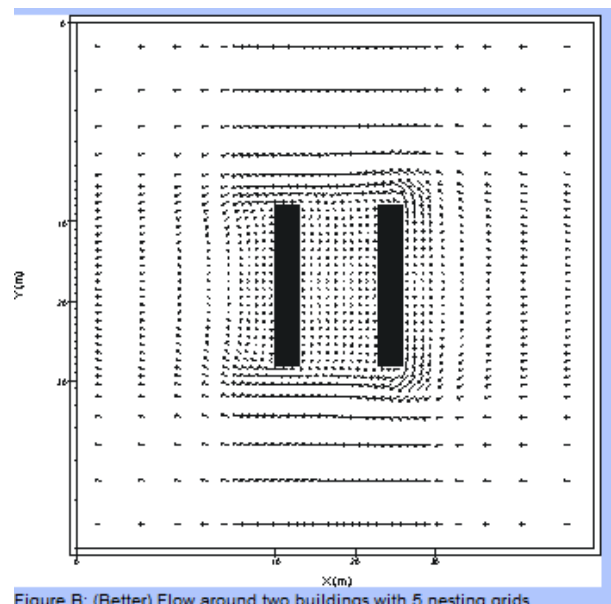


Figure B: (Better) Flow around two buildings with 5 nesting grids

Εικ.3.3 Σχήμα A: Ροή γύρω από δύο κτίρια με 3 ζώνες στην περιοχή ένθεσης. Σχήμα B: (βελτίωση) Ροή γύρω από 2 κτίρια με 5 ζώνες στη περιοχή ένθεσης. [Πηγή: ENVI-met].

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=2.00m), 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=2.00m) 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:

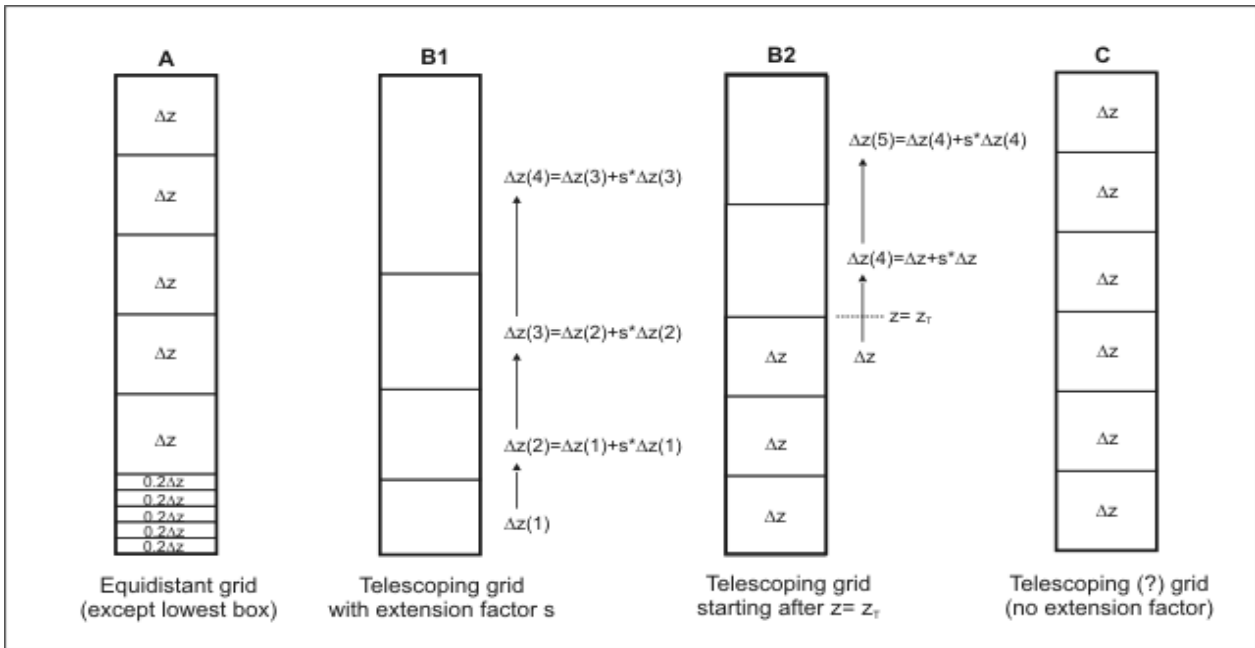
A. Equidistant: όλα τα στρώματα έχουν το ίδιο ύψος. Μόνο το χαμηλότερο στρώμα χωρίζεται σε 5 υπόστρώματα με $dzs = 0.2 \times dz$. Στο Area Input File, εισάγουμε το dz. Αυτό το δίκτυο το χρησιμοποιούμε εάν το μοντέλο έχει περιορισμένο ύψος και οι διαδικασίες σε όλα τα ύψη έχουν σχεδόν το ίδιο ενδιαφέρον.

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 (dzstart) και το ποσοστό της αύξησης του ύψους του επόμενου στρώματος (s), το ύψος των επόμενων στρωμάτων υπολογίζεται με τον τύπο:

$$\Delta z(k) = \left[1 + \left(\frac{s}{100} \right) \right]^{k-1} * \Delta z_{start} \quad \text{maxs} = 20\%$$

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

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



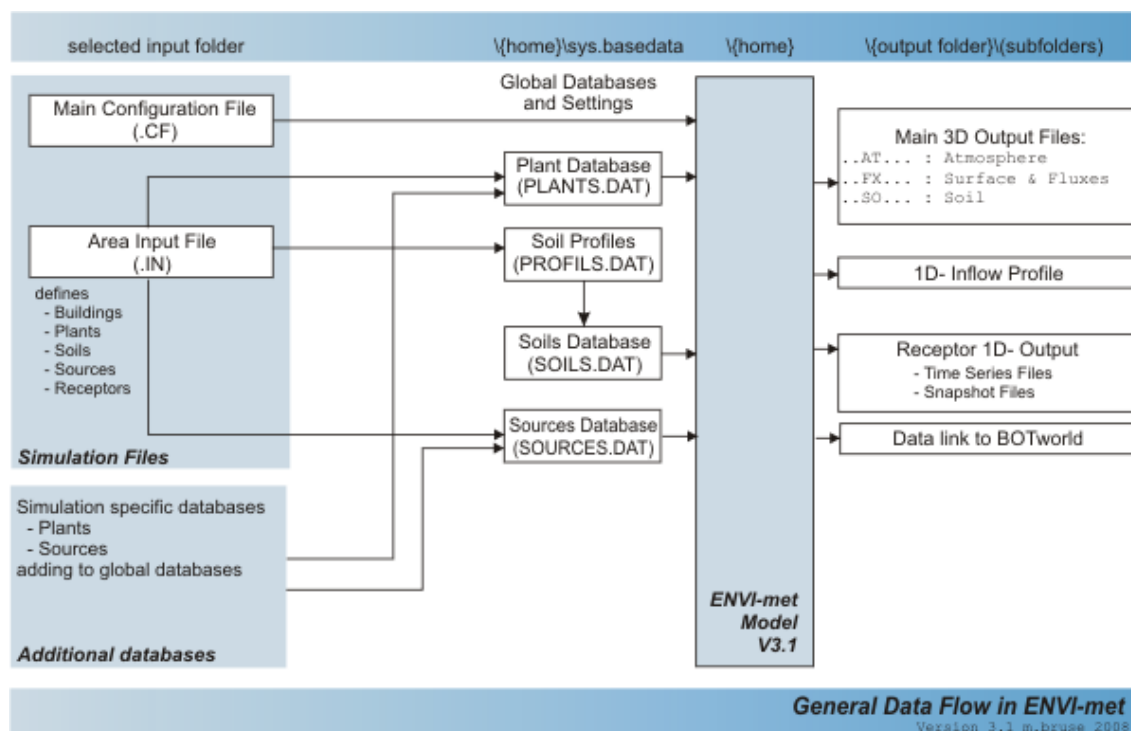
Εικ.3.4 Μορφές κατακόρυφου δικτύου [Πηγή: ENVI-met].

Soil model: Τέλος, το εδαφικό μοντέλο (Soil Model) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μεταφοράς θερμότητας από τις επιφάνειες στην εδαφική μάζα και αντιστρόφως. Επίσης, το υδρολογικό κομμάτι του εδαφικού μοντέλου παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το διαθέσιμο νερό στο έδαφος. Οι πληροφορίες αυτές απαιτούνται για την εκτίμηση της μέγιστης διαπνοής από τη βλάστηση και του διαθέσιμου νερού στην επιφάνεια του εδάφους. Το εδαφικό μοντέλο φτάνει σε βάθος 2 m, όπου οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας θεωρούνται σταθερές κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Οι μεταβλητές που υπολογίζονται είναι η θερμοκρασία του εδάφους και η περιεκτικότητά του σε νερό. Το εδαφικό μοντέλο είναι μονοδιάστατο εκτός από τη θέση (πρώτο κελί) ακριβώς κάτω από την εδαφική επιφάνεια, όπου η θερμοκρασία υπολογίζεται στις 3 διαστάσεις ώστε να αποφευχθούν μη ρεαλιστικές, με απότομη κλίση κατανομές της θερμοκρασίας στην επιφάνεια.

3.2 Ροή δεδομένων στο ENVI-met v3.0

3.2.1 Διάγραμμα Ροής προγράμματος:

Στην εικόνα 3.5 φαίνεται η ροή των δεδομένων κατά τη λειτουργία του μοντέλου ENVI-met.



Εικ.3.5: Ροή δεδομένων [Πηγή: ENVI-met].

3.2.2 Κύριο Αρχείο Διαμόρφωσης (Main Configuration File .CF)

Στο **.CF (Configuration File)** ορίζονται οι ρυθμίσεις για την εκάστοτε προσομοίωση όπως, για παράδειγμα, το όνομα του **.IN (Area Input File)**, το όνομα των παραγόμενων αρχείων (**Output Files**) ή οι μετεωρολογικές ρυθμίσεις. Κάθε προσομοίωση καθορίζεται από το δικό της **.CF**. Είναι δυνατή η χρήση του ίδιου **.IN** για δύο διαφορετικές αναλύσεις όμως κάθε μια χρειάζεται το δικό της **.CF**.

Κάθε **.CF** περιέχει μια ομάδα βασικών πληροφοριών οι οποίες είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του μοντέλου. Ένα παράδειγμα φαίνεται στην εικόμα 3.6.

```

00:~-----ENVI-met Configuration File V3.1
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): =23.16.1998
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
15:Database Plants                       =Plants.dat
  
```

Εικ.3.6: Βασικά δεδομένα του **.CF (Configuration File)** [Πηγή: ENVI-met].

Στο σημείο αυτό, πρέπει να τονιστούν κάποιες σημαντικές λεπτομέρειες σχετικά με τη διαμόρφωση του .CF:

- Η σειρά εισαγωγής των δεδομένων θα πρέπει να παραμένει ως έχει στο παραπάνω σχήμα. Το ENVI-met δεν ελέγχει τι βρίσκεται μπροστά από την κάθε γραμμή. Χρειάζεται πάντα, για παράδειγμα, το Output Directory να βρίσκεται στη γραμμή 04.
- Είναι δυνατή η τοποθέτηση γραμμών με σχόλια-παρατηρήσεις οπουδήποτε αυτό είναι επιθυμητό. Γραμμές οι οποίες αρχίζουν με το σύμβολο % αγνοούνται και το πρόγραμμα συνεχίζει διαβάζοντας την επόμενη. Έτσι, όταν αναφερόμαστε στη γραμμή 04, δε μετράμε τις πρόσθετες επεξηγηματικές γραμμές.
- Οι πληροφορίες-τιμές σε κάθε γραμμή ξεκινούν με το σύμβολο “=”. Είναι σημαντικό να μη χρησιμοποιείται το σύμβολο “=” στις επεξηγηματικές γραμμές.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε κάθε γραμμή του παραπάνω σχήματος.

00: Remark Lines

Είναι γραμμές για επεξηγήσεις και προσθήκη σχολίων. Μπορούν να διαγραφούν.

01: Name of Simulation

Εδώ καταχωρείται το όνομα της εκάστοτε προσομοίωσης. Το όνομα αποθηκεύεται στα **αρχεία δεδομένων (data files)** και φαίνεται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

02: Input File Model Area

Εδώ επιλέγεται το όνομα και ορίζεται η **περιοχή εισαγωγής (Input Area)**. Πρέπει να δίνονται τα πλήρη ονόματα. Για την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους χρήστες ή για τη διατήρηση ενός ευέλικτου directory, προτείνεται η χρήση ψευδωνύμων (alias) αντί των κανονικών ονομάτων των αρχείων. Το ENVI-met διαθέτει τα ακόλουθα ψευδώνυμα συστήματος:

“[HOME]” :Ο φάκελος όπου είναι εγκατεστημένο το πρόγραμμα.

“[INPUT]” = [HOME] \ INPUT

“[OUTPUT]” = [HOME] \ OUTPUT

Όλα τα υπόλοιπα ψευδώνυμα θα πρέπει να οριστούν στο **MYALIAS.DAT**. Για παράδειγμα, εάν το ENVI-met είναι εγκατεστημένο στη θέση “C:\envimet”, το αρχείο με το όνομα “[INPUT] \ myfiles \ test.in” θα βρίσκεται στη θέση: “C: \ envimet \ input \ myfiles \ test.in”. Η έκδοση 3.0 του ENVI-met υποστηρίζει μεγάλα ονόματα αρχείων και κενά στα ονόματα.

03: Filebase Name for Output

Το όνομα αυτό θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του ονόματος των παραγόμενων αρχείων (Output Files). Υπάρχει ο περιορισμός ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται έγκυρα ονόματα για το εκάστοτε λειτουργικό σύστημα. Στα WINDOWS, για παράδειγμα, το όνομα “Trees+Houses” δεν είναι έγκυρο. Το ENVI-met θα προσπαθεί να δημιουργήσει Output αρχεία που θα περιέχουν τον όρο “Trees+Houses” αλλά το λειτουργικό σύστημα δε θα τα δέχεται εξαιτίας του “+”. Επίσης δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται οτιδήποτε το οποίο μπορεί να εκληφθεί ως πληροφορία για το directory .

04 Output Directory

Είναι η θέση όπου το ENVI-met γράφει/τοποθετεί τα παραγόμενα δεδομένα (Output Data). Επίσης, παράγεται μια σειρά από υποφακέλους ώστε τα δεδομένα να αποκτήσουν καλύτερη δομή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν κανονικά ονόματα αρχείων καθώς και ψευδώνυμα αρχείων (alias).

05,06: Start Simulation at Date/Time

Εδώ επιλέγεται ο χρόνος (χρόνος μοντέλου) έναρξης των υπολογισμών. Πρέπει να δίνεται υπό τη μορφή DD.MM.YYYY, HH:MM:SS (π.χ. 03.05.2010, 06:00:00) διότι σε ένα αριθμητικό μοντέλο είναι απαραίτητος ο χρόνος έναρξης. Αυτός δε θα πρέπει να τοποθετείται αργά το απόγευμα διότι το μοντέλο δε θα μπορεί να «μαντέψει» τις σωστές αρχικές συνθήκες. Ο καλύτερος χρόνος έναρξης είναι τη νύχτα ή το ξημέρωμα, ώστε οι υπολογισμοί να μπορούν να παρακολουθούν τις ατμοσφαιρικές διεργασίες.

07: Total Simulation Time in Hours

Είναι ο χρόνος για τους υπολογισμούς. Θα πρέπει να είναι, το λιγότερο, 6 ώρες, ανάλογα με το πρόβλημα, ενδεχομένως μεγαλύτερος. Εάν χρησιμοποιηθεί μικρότερος χρόνος, τα τελικά αποτελέσματα θα είναι επηρεασμένα από τις αρχικές συνθήκες.

08: Save model state each ? min

Στη θέση αυτή καθορίζεται το χρονικό διάστημα, μετά την πάροδο του οποίου και κάθε φορά, καταγράφεται η κατάσταση του μοντέλου στο δίσκο. Επιπρόσθετα, μια τελική ομάδα δεδομένων καταγράφεται με την ολοκλήρωση της προσομοίωσης. Τα παραπάνω αναφέρονται στα **κύρια αρχεία προσομοίωσης (Main Simulation Files)**. Για τους **υποδοχείς (Receptors)** μπορεί να επιλεγεί διαφορετικό χρονικό διάστημα εξαγωγής δεδομένων.

09: Wind Speed in 10 m above ground

Αυτό είναι το πρώτο από μία σειρά μετεωρολογικών δεδομένων που εισάγονται (**Input Data**) για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης. Καθορίζει την ταχύτητα του ανέμου στα 10 μέτρα πάνω από το έδαφος και δε χρησιμοποιείται περεταίρω μετά την έναρξη της.

10: Roughness Length z0 at Reference Point

Είναι δεδομένο συμπληρωματικό της ταχύτητας του ανέμου. Αντιπροσωπεύει την τραχύτητα της επιφάνειας στην περιοχή όπου μετράται η ταχύτητα του ανέμου στα 10 μέτρα πάνω από το έδαφος. Τα δύο αυτά δεδομένα χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του γεωστροφικού ανέμου. Δε χρησιμοποιείται περεταίρω μετά την έναρξη της προσομοίωσης.

11: Wind Direction

Είναι η διεύθυνση του ανέμου σε μοίρες, όπου το 0 αντιστοιχεί στο Βορά (ή στην πάνω πλευρά της κάτοψης της εξεταζόμενης περιοχής), το 90 στην Ανατολή (ή στα αριστερά) και ούτω καθ' εξής. Αν η κάτοψη της υπό ανάλυση περιοχής έχει περιστραφεί, η διεύθυνση εισροής του ανέμου θα αλλάξει αφού οι μοίρες αναφέρονται στο γήινο σύστημα συντεταγμένων.

12: Initial Temperature Atmosphere

Στη θέση αυτή καθορίζονται οι αρχικές θερμοκρασιακές τιμές για όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας και μια σταθερή θερμοκρασία αναφοράς σε ύψος 2500 m. Η θερμοκρασία δίνεται πάντα ως λανθάνουσα. Το ENVI-met αρχίζει με μηδενική κλίση (κατακόρυφη κατανομή) και αφήνει τη θερμική στρωματοποίηση να αναπτυχθεί κατά την έναρξη με βάση την αρχική επιφανειακή θερμοκρασία.

13: Specific Humidity in 2500 m

Τιμή της ειδικής υγρασίας στην κορυφή του μοντέλου. Καθορίζεται, κατά βάση, από τις μετατοπισμένες, μέσης κλίμακας αέριες μάζες και όπως στις περιπτώσεις της θερμοκρασίας και του γεωστροφικού ανέμου, παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

14: Relative Humidity in 2 m

Σχετική υγρασία σε ύψος 2 m. Δίνεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%). Χρησιμοποιείται μαζί με την ειδική υγρασία στα 2500 m για τον υπολογισμό της κατακόρυφης κατανομής της υγρασίας. Δεν χρησιμοποιείται περαιτέρω μετά την έναρξη της προσομοίωσης.

Με τις παραπάνω πληροφορίες το μοντέλο ENVI-met είναι σε θέση να πραγματοποιήσει μια προσομοίωση. Πέραν των προηγούμενων, υπάρχουν πολλές ακόμη επιλογές που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί και μπορούν να προστεθούν στο .CF σαν διαφορετικοί τομείς (sections). Κάθε section αρχίζει με μια λέξη «κλειδί» (π.χ. “[SOIL]” για τα εδάφη) και στη συνέχεια ακολουθούν οι ρυθμίσεις.

Παρακάτω δίνεται μια λίστα με όλα τα sections του ENVI-met:

➤ [POSITION]

Καθορίζει τη θέση του μοντέλου στη γη, για την οποία γίνεται η προσομοίωση (Εικ.3.7). Είναι σημαντικό για τον υπολογισμό της θέσης του ήλιου και την ένταση της ακτινοβολίας του.

```
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
```

Εικ.3.7: Section [POSITION] [Πηγή: ENVI-met].

-01 Γεωγραφικό μήκος.

-02 Γεωγραφικό πλάτος.

-03 Γεωγραφικό μήκος όπου βρίσκεται η τοπική ώρα ζώνης

➤ [SOILDATA]

Καθορίζονται η αρχική θερμοκρασία και υγρασία στο έδαφος και στις επιφάνειες του μοντέλου (Εικ.3.8). Οι ρυθμίσεις για τη θερμοκρασία και την υγρασία αφορούν σε 3 στρώσεις στρώματα (επιφανειακό, μεσαίο, βαθύ).

```

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

```

Εικ.3.8: Section [SOILDATA] [Πηγή: ENVI-met].

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

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

➤ [LOCALDB]

Πέραν της καθολικής βάσης δεδομένων που είναι διαθέσιμη για όλες τις προσομοιώσεις (PLANTS.DAT, SOURCES.DAT), μπορούν να οριστούν τοπικές βάσεις δεδομένων οι οποίες θα ανήκουν σε μία, συγκεκριμένη προσομοίωση ή σε μια σειρά από αυτές (Εικ.3.9).

```

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

```

Εικ. 3.9: Section [LOCALDB] [Πηγή: ENVI-met].

-01 η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων φυτών.

-02 η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων πηγών.

➤ [TIMING]

Το μοντέλο δίνει τη δυνατότητα για αλλαγές διαφόρων χρονικών ρυθμίσεων που αφορούν σε διεργασίες οι οποίες δεν υπολογίζονται σε κάθε χρονικό βήμα (Εικ.3.10). Δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα από τα προκαθορισμένα (default). Το ENVI-met θα ελέγχει τα χρονικά βήματα και θα δίνει μηνύματα λάθους εάν υπάρχει πρόβλημα. Τα τελευταία θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη.

```

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

```

Εικ. 3.10: Section [TIMING] [Πηγή: ENVI-met].

-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

➤ [TURBULENCE]

Το section αυτό αλληλεπιδρά με το εσωτερικό μοντέλο στροβιλισμού (τύρβης). Το ENVI-met δίνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στο προγνωστικό, 1.5^{ης} τάξης, E- Epsilon μοντέλο περάτωσης (default) και στο διαγνωστικό, 1ης τάξης, μιγνυόμενου μήκους μοντέλο (Εικ.3.11).

```
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
```

Εικ.3.11: Section [TURBULENCE] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [BUILDING]

Τα κτίρια είναι ενεργά στοιχεία της περιοχής του μοντέλου και γι' αυτό είναι απαραίτητο ένα σύνολο δεδομένων για να προσομοιωθούν σωστά (Εικ.3.12). Στην έκδοση 3.1, οι ρυθμίσεις-ιδιότητες εφαρμόζονται ίδιες σε όλα τα κτίρια. Για παράδειγμα, δεν μπορούν να οριστούν διαφορετικές θερμικές ιδιότητες ή χρώματα σε μια μεμονωμένη κατασκευή (θα είναι δυνατό σε μελλοντικές εκδόσεις). Ο θερμικός ρόλος ενός συγκροτήματος κτιρίων καθορίζεται από την εσωτερική θερμοκρασία (η οποία διατηρείται σταθερή κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης) και τη θερμική ακτινοβολία διαμέσου των τοίχων και της οροφής. Επιπλέον, χρειάζεται ο δείκτης ανακλαστικότητας (albedo) των τοίχων και το οροφών. Σημειώνεται, ακόμη, ότι οι οροφές είναι πάντα επίπεδες (στην παρούσα έκδοση δεν είναι δυνατή η προσομοίωση οροφών με κλίση) και ότι είναι αδύνατη η προσομοίωση της αποθήκευσης θερμότητας στους τοίχους.

```
00:[BUILDING] _____ Building properties
01:Inside Temperature [K] 293
02:Heat Transmission Walls [W/m²K] 1.94
03:Heat Transmission Roofs [W/m²K] 6
04:Albedo Walls 0.2
05:Albedo Roofs 0.3
```

Εικ.3.12: Section [BUILDING] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [NESTINGAREA]

Πέραν της «κύριας» περιοχής του μοντέλου, η οποία ορίζεται στο **.IN**, το ENVI-met δημιουργεί μια ζώνη δευτερευόντων κελιών γύρω από την πρώτη, ώστε να απομακρύνει τα όρια μακριά από την περιοχή ενδιαφέροντος και να ελαχιστοποιήσει την επιρροή τους στα αποτελέσματα της ανάλυσης. Κάθε αριθμητικό μοντέλο και ειδικά τρισδιάστατα μοντέλα όπως το ENVI-met, δε δουλεύουν αξιόπιστα στα όριά τους και στα κελιά κοντά σ' αυτά. Έτσι, η καλύτερη λύση στο πρόβλημα αυτό είναι να απομακρυνθούν τα όρια όσο το δυνατόν περισσότερο από την περιοχή ενδιαφέροντος («πυρήνα» του μοντέλου).

Το μοντέλο επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας μέσος όρος της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους, μέσα στην nesting area, αντί για την πραγματική τιμή της. Με την δυνατότητα αυτή, η ηλιακή εισροή στο έδαφος είναι ο μέσος όρος για όλα τα ελεύθερα κελιά μέσα στον πυρήνα του μοντέλου και χρησιμοποιείται ως ηλιακή εισροή για τα κελιά της nesting area. Παραδείγματος χάριν, εάν το 50% του εδάφους στο κυρίως μοντέλο επισκιάζεται από κτίρια ή δέντρα, η ηλιακή ακτινοβολία των εμφωλευμένων κελιών θα είναι και αυτή μόνο το 50% της πραγματικής πιθανής ηλιακής εισροής. Αυτή η διαδικασία επιβεβαιώνει ότι, ο μέσος όρος της ακτινοβολίας που βρίσκεται στο πυρήνα της περιοχής, είναι επίσης χρησιμοποιούμενη στην εμφωλευμένη περιοχή. Χωρίς αυτήν την τροποποίηση, το μοντέλο συμπεριφέρεται σαν να περιβάλλεται ο πυρήνας της περιοχής από μια επίπεδη επιφάνεια χωρίς καμία σκίαση (το οποίο μπορεί να είναι πραγματικότητα σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις).

```
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
```

Εικ.3.13: Section [Nesting Area] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [PMV]

Εκτός από τον υπολογισμό καθαρά μετεωρολογικών δεδομένων, το ENVI-met περιλαμβάνει και ένα απλό βιομετεωρολογικό μοντέλο για την πρόβλεψη της θερμικής άνεσης μέσα στην εξεταζόμενη περιοχή. Το P.M.V. (Predicted Mean Vote) είναι, πιθανώς, το καλύτερο γνωστό μοντέλο τέτοιου είδους. Βασιζόμενο στο μοντέλο του Fanger (1972), συσχετίζει την ενεργειακή ισορροπία του ανθρώπινου σώματος με την προσωπική αίσθηση θερμικής άνεσης ενός ατόμου που εκτίθεται στις εξεταζόμενες συνθήκες. Επιπλέον, το ENVI-met υπολογίζει το δείκτη P.P.D. (Predicted Percentage of Dissatisfied), ο οποίος σχετίζεται άμεσα με τον P.M.V. και εκφράζει το ποσοστό των δυσαρεστημένων με τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες ατόμων. Για τον υπολογισμό των δεικτών αυτών θα πρέπει να δημιουργηθεί Section [PMV] στο **.CF** (Εικ.3.14).

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

Εικ.3.14: Section [PMV] [Πηγή: ENVI-met].

- 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 (3.15)).
- 04 αντίσταση των ενδυμάτων στη μεταφορά θερμότητας.

Activity	Energy Exchg. (W/m ²)	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

Εικ.3.15 Τιμές ανταλλαγής ενεργείας και κατανομής εργασίας [Πηγή: ENVI-met].

Αντίστοιχα, η ισορροπία της θερμότητας στο ανθρώπινο σώμα εξαρτάται πολύ από τον τρόπο που είναι ντυμένος. Η θερμική αίσθηση των ρούχων μετράται σε clo, όπου ισχύει 1 clo = 0.155 KW²/W και στον παρακάτω πίνακα 3.16 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για τα συνήθη ρούχα.

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

Εικ.3.16 Τιμές αντίστασης των ενδυμάτων [Πηγή: ENVI-met].

➤ [PLANTMODEL]

Για να υπολογιστεί η διαπνοή των φυτών, είναι απαραίτητη η γνώση της αντίστασης των πόρων τους. Οι πόροι είναι ενεργά μέρη του συστήματος της βλάστησης και αντιδρούν σε περιβαλλοντικές επιδράσεις όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα και το διαθέσιμο νερό στο έδαφος. Το ENVI-met διαθέτει δύο μεθόδους υπολογισμού της αντίστασης των πόρων (Εικ.3.17). Μια απλή, βασισμένη στην εργασία του Deardorff (1978) και μια ιδιαίτερα πολύπλοκη η οποία ονομάζεται μοντέλο A-gs και ακολουθεί την εργασία του Jacobs (1994). Το μοντέλο του Deardorff υπολογίζει την εν λόγω αντίσταση συναρτήσει της διαθεσιμότητας του νερού και της ηλιακής εισροής ενώ το μοντέλο του Jacobs υπολογίζει τον ρυθμό φωτοσύνθεσης και από αυτό καταλήγει στην ζήτηση CO₂ και τελικά στην κατάσταση των πόρων. Προτείνεται η χρήση του μοντέλου A-gs καθώς αυτό εισχωρεί βαθύτερα στην ψυχολογία των φυτών.

```
00:[PLANTMODEL] _____ Settings for plant model
01:Stomata res. approach (1=Deardorff, 2=A-gs) =2
02:Background CO2 concentration [ppm] =350
```

Εικ.3.17: Section [PLANTMODEL] [Πηγή: ENVI-met].

-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 CO₂, χρειάζεται για το A-gs μοντέλο.

➤ [RECEPTORS]

Οι receptors (υποδοχείς) είναι επιλεγμένα σημεία στην περιοχή του μοντέλου, στα οποία οι διαδικασίες στην ατμόσφαιρα και στο έδαφος παρακολουθούνται λεπτομερώς. Υπάρχουν δύο τρόποι να οριστούν. Ο πρώτος είναι μέσω του .IN και ο δεύτερος μέσω του .CF. Παρόλο που ο κάθε τρόπος έχει τα πλεονεκτήματά του, συνήθως όλοι οι receptors αποθηκεύονται στο .IN ενώ το **section [RECEPTORS]** χρησιμοποιείται μόνο για να καθορίζονται τα χρονικά διαστήματα εξαγωγής και αποθήκευσης των αποτελεσμάτων στους αντίστοιχους φακέλους. Σημειώνεται, ακόμη, ότι ο ορισμός receptors στο .CF διατηρείται, κυρίως για λόγους συμβατότητας ανάμεσα στις εκδόσεις του προγράμματος (Εικ.3.18).

```
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
```

Εικ.3.18: Section [RECEPTORS] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [TIMESTEPS]

Στις προηγούμενες εκδόσεις, το **χρονικό βήμα (time step)** ήταν σταθερό με τιμή 10 sec. Αποδείχθηκε, όμως, ότι μπορεί να είναι πολύ μεγάλο για ορισμένες περιπτώσεις με συνέπεια να προκύπτουν προβλήματα αριθμητικής αστάθειας. Στην έκδοση 3.1 μπορεί να επιλεγεί διαφορετικό βήμα. Κριτήριο επιλογής αποτελεί το ύψος του ήλιου. Μικρότερα χρονικά βήματα απαιτούνται, συνήθως, όταν η ηλιοφάνεια και, κατά συνέπεια, η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη ενώ μεγαλύτερα μπορούν να χρησιμοποιούνται τις πρωινές και τις βραδινές ώρες. Το ύψος του ήλιου χωρίζεται σε 3 διαστήματα, τα οποία ορίζονται από 2 οριακές τιμές A και B (height A και height B). Τα διαστήματα αυτά είναι:

Διάστημα 1: Ύψος ήλιου < Ύψος A

Διάστημα 2: Ύψος A ≤ Ύψος ήλιου < Ύψος B

Διάστημα 3: Ύψος B ≤ Ύψος ήλιου

Μπορούν να οριστούν διαφορετικά χρονικά βήματα σε κάθε διάστημα. Κανονικά, το βήμα στο διάστημα 3 θα πρέπει να είναι το μικρότερο καθώς το διάστημα αυτό είναι ενεργό όταν το ύψος του ήλιου βρίσκεται στο μέγιστο. Ακόμη, είναι δυνατό να αλλαχθούν οι οριακές τιμές A και B που ορίζουν τα διαστήματα. Οι παραπάνω ρυθμίσεις πραγματοποιούνται στο **Section [TIMESTEPS]** (Εκ.3.19).

```
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
```

Εκ.3.19: Section [TIMESTEPS] [Πηγή: ENVI-met].

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

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

➤ [LBC-TYPES]

Κάθε αριθμητικό μοντέλο και ειδικά τρισδιάστατα μοντέλα όπως το ENVI-met, δε δουλεύουν αξιόπιστα στα όριά τους και στα κελιά κοντά σ' αυτά. Έτσι, η καλύτερη λύση στο πρόβλημα αυτό είναι να απομακρυνθούν τα όρια όσο το δυνατόν περισσότερο από την περιοχή ενδιαφέροντος («πυρήνα» του μοντέλου). Το πρόβλημα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι το μοντέλο δε μπορεί να υπολογίσει πραγματικές τιμές για κελιά κατά μήκος των ορίων (και ειδικά για κελιά που αποτελούν τα ίδια τα όρια). Στα σημεία αυτά λείπει τουλάχιστον ένα γειτονικό κελί και μόνο απλουστευτικές υποθέσεις μπορούν να γίνουν, ώστε να ληφθούν τιμές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο.

Το ENVI-met υποστηρίζει τρία διαφορετικά είδη LBC:

- **ανοιχτά LBC** στα οποία η τιμή του επόμενου σημείου του καννάβου κοντά στο όριο αντιγράφεται και στο όριο σε κάθε χρονικό βήμα.
- **κλειστά LBC** στα οποία οι τιμές του μονοδιάστατου μοντέλου αντιγράφονται στο όριο και

- ο **κυκλικά LBC** στα οποία οι τιμές του ανάντη ορίου αντιγράφονται στο κατάντη όριο.

Επιλογή των LBC μπορεί να γίνει για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της τύρβης. Για το πεδίο ροής θα χρησιμοποιούνται open LBC σε κάθε περίπτωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι καμία επιλογή LBC δεν υπερτερεί γενικά έναντι των άλλων δύο και θα πρέπει, ανάλογα με την εξεταζόμενη κάθε φορά περίπτωση, να γίνεται αυτή που περιγράφει πιστότερα τις πραγματικές συνθήκες.

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

Εικ.3.20: Section [LBC-TYPES] [Πηγή: ENVI-met].

-01 τύπος LBC για τη θερμοκρασία και την υγρασία.

-02 τύπος LBC για τις αναταράξεις της κινητικής ενέργειας.

Ανάμεσα στα τρία προαναφερθέντα είδη, δεν υπάρχει ξεκάθαρη απάντηση για το ποιο είναι το καλύτερο και συνίσταται να χρησιμοποιείται. Το καθένα αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη κατάσταση στο μοντέλο και ο χρήστης θα πρέπει να ελέγχει ποιο είναι κάθε φορά το κατάλληλο για την περίπτωση του. Όσον αφορά τα ανοιχτά LBC, είναι η περίπτωση με την μικρότερη επίδραση του περιγράμματος του μοντέλου στα εσωτερικά τμήματα του μοντέλου. Για τις περισσότερες περιπτώσεις, προτείνεται η χρησιμοποίησή του, ωστόσο λόγω του ότι αντιγράφει την τιμή του εσωτερικού στο όριο, υπάρχει κίνδυνος για αριθμητικές αβεβαιότητες. Τα κλειστά LBC αποτελούν την πιο σταθερή λύση λόγω του ότι το ανεξάρτητο μονοδιάστατο μοντέλο χρησιμοποιείται ώστε να ληφθούν οι τιμές των ορίων που θα σταθεροποιήσουν το τρισδιάστατο μοντέλο. Από την άλλη πλευρά, το μονοδιάστατο μοντέλο έχει μια σημαντική επίδραση στα δεδομένα του κυρίως μοντέλου. Εάν το μονοδιάστατο προφίλ δεν είναι αντιπροσωπευτικό για τις μέσες συνθήκες του χρήστη, αυτό θα οδηγήσει σε βέβαιο.

➤ [SOURCES]

Οι πηγές (sources) αποτελούν τις πιο πολύπλοκες εισαγόμενες πληροφορίες (input data) διότι πρέπει να περιέχουν:

- Την τοποθεσία των sources
- Το ρυθμό εκπομπής
- Τον τύπο του εκπεμπόμενου στοιχείου

Η τοποθεσία των sources ορίζεται στο .IN και οι ρυθμοί εκπομπής και τα ύψη στη βάση δεδομένων SOURCES.DAT, σε μια τοπική βάση δεδομένων (local database). Τέλος, ο τύπος της πηγής (αέριο, στοιχείο) ορίζεται στο .CF. Προς το παρόν, μπορεί να οριστεί μόνο ένα εκπεμπόμενο στοιχείο στο μοντέλο (αλλά μπορούν να οριστούν διαφορετικές πηγές σε διαφορετικά σημεία). Έτσι, οι ρυθμίσεις στο .CF εφαρμόζονται σε όλες τις πηγές του μοντέλου.

Μια ειδική περίπτωση είναι αυτή των πηγών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Καθώς το ENVI-met θα πρέπει να υπολογίσει τη συγκέντρωση CO₂ στον αέρα, όταν χρησιμοποιείται το μοντέλο A-gs οι πηγές CO₂ θα προστίθενται στο εσωτερικό μοντέλο CO₂ και όχι στο μοντέλο αερίων/στοιχείων. Τέλος, το ENVI-met μπορεί να χειριστεί sources μικροσωματιδιακής ύλης (Particulate Matter~P.M.) στον ίδιο βαθμό με τα αέρια. Για τα τελευταία, το μοντέλο δεν υπολογίζει χημικές διεργασίες. Η προσομοίωση της διασποράς των σωματιδίων περιλαμβάνει την καθίζηση και την εναπόθεση σε επιφάνειες και σε φύλλα φυτών, ανάλογα με το μέγεθος και την πυκνότητα των σωματιδίων.

00: [SOURCES]	Type of emitted gas/particle
01: Name of component	=PM10
02: Type of component	=PM
03: Particle Diameter in [µm] (0 for gas)	=10
04: Particle Density [g/cm ³]	=1
05: Update interval for emission rate [s]	=600

Εικ.3.21: Section [SOURCES] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [CLOUDS]

Οι αναλύσεις με το μοντέλο ENVI-met πραγματοποιούνται, συνήθως, σε συνθήκες απουσίας σύννεφων διότι οι χωρικές και οι χρονικές διαφοροποιήσεις μπορούν να παρατηρηθούν καλύτερα. Πάντως, σε περίπτωση που απαιτηθεί η προσομοίωση να περιλαμβάνει κάλυψη από σύννεφα, αυτά μπορούν να ληφθούν υπόψη μέσω του section [CLOUDS] (Εικ.3.22).

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

Εικ.3.22: Section [CLOUDS] [Πηγή: ENVI-met].

-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.

➤ [SOLARADJUST]

Το section αυτό επιτρέπει τη ρύθμιση της μικρού μήκους κύματος ηλιακής ακτινοβολίας που υπολογίζει το ENVI-met (Εικ.3.23). Σε κάποιες περιοχές, οι ροές ηλιακής ενέργειας που υπολογίζονται από τις εσωτερικές μεθόδους του μοντέλου, μπορεί να είναι συστηματικά πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές. Στις περιπτώσεις αυτές είναι δυνατή η ρύθμιση των τιμών των ροών στο 50% έως

150% των αρχικών που υπολογίζει το ENVI-met. Σημειώνεται ότι στην παρούσα έκδοση μπορεί να ρυθμιστεί ο πλήρης ημερήσιος κύκλος και όχι κάποιες ώρες μεμονωμένα

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

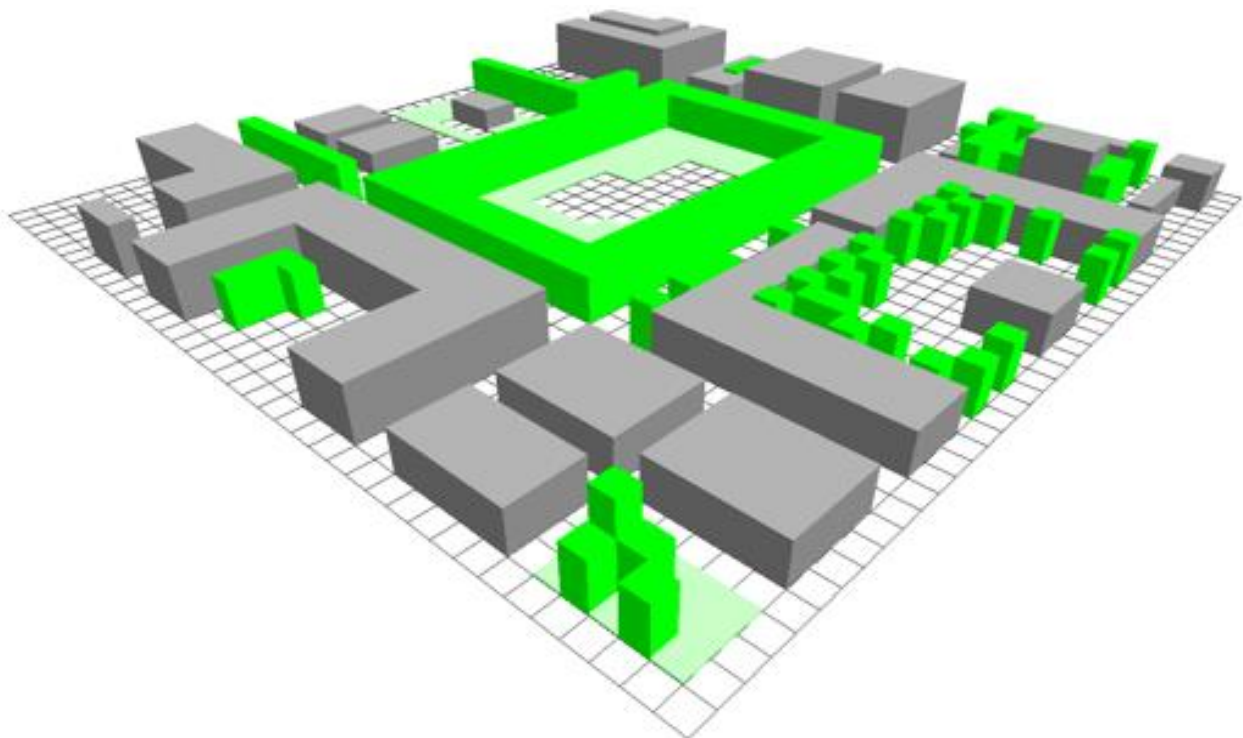
Εικ.3.23: Section [SOLARADJUST] [Πηγή: ENVI-met].

-01 συντελεστής προσαρμογής βραχέων κυμάτων.

3.2.3 Αρχείο Εισαγωγής Περιοχής (Area Input File .IN)

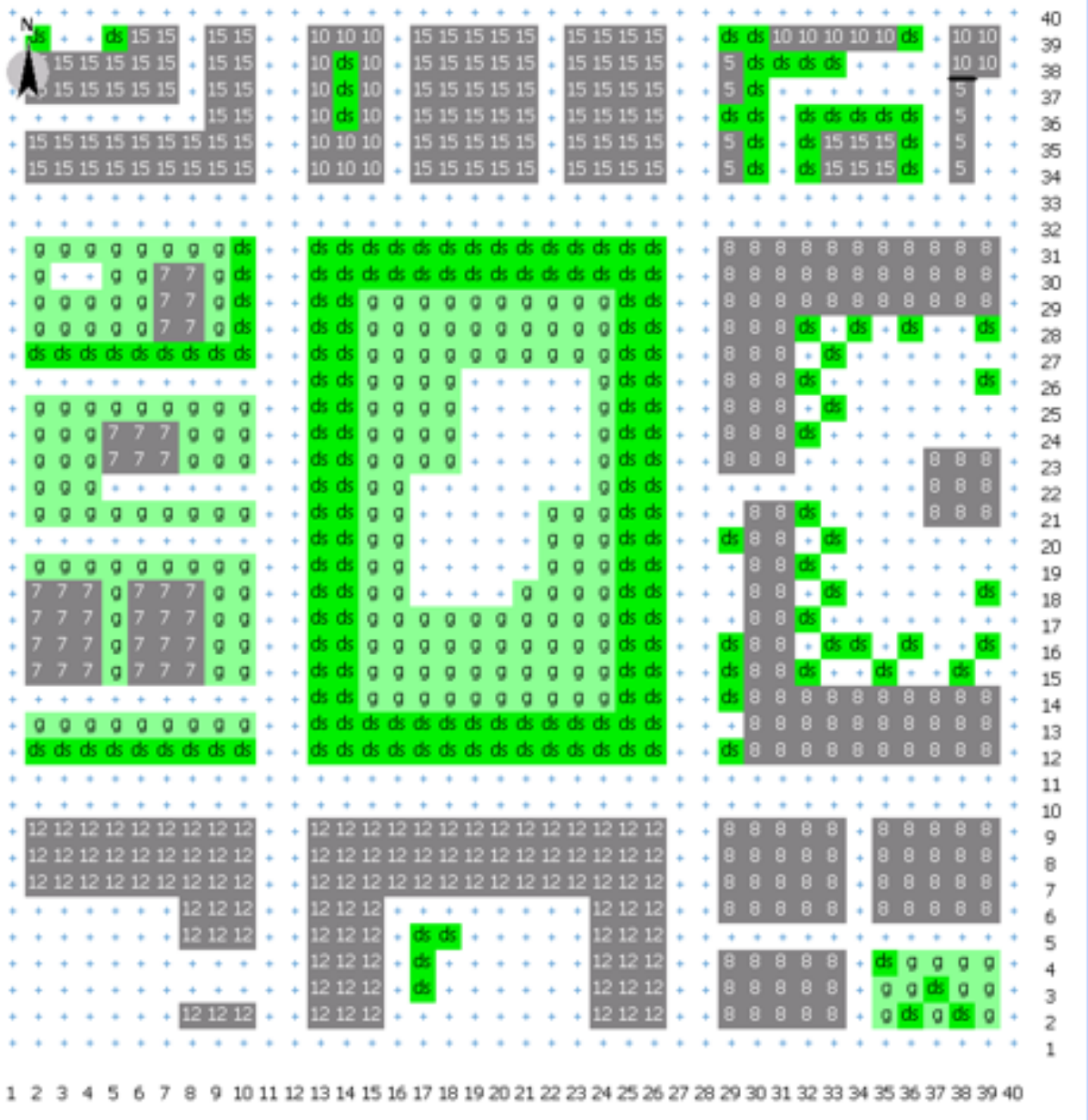
Τα αρχεία **.IN** είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την εργασία με το πρόγραμμα ENVI-met. Σε καθένα από αυτά (κάθε προσομοίωση απαιτεί το δικό της ξεχωριστό **.IN**) καθορίζεται με λεπτομέρεια η γεωμετρία του περιβάλλοντος του μοντέλου, δηλαδή του χώρου/περιοχής που προσομοιώνεται. Πιο συγκεκριμένα, καθορίζονται:

- Η θέση και το ύψος των κτιρίων
- Η θέση των φυτών
- Η κατανομή των υλικών των επιφανειών και οι τύποι εδάφους
- Η θέση των sources (πηγές) (εκπομπής σωματιδίων, άνθρακα κ.α.).
- Η θέση των receptors (υποδοχείς) με την βοήθεια των οποίων θα παίρνουμε μετρήσεις (θερμοκρασίας κ.α.) ανά κάποιο χρονικό διάστημα που θα ορίσουμε
- Συνδέσεις με βάσεις δεδομένων δηλαδή από ποιες βάσεις δεδομένων θα παίρνουν τα χαρακτηριστικά τους οι πηγές και τα φυτά που έχουμε ορίσει στη περιοχή μας
- Η γεωγραφική θέση και ο προσανατολισμός του μοντέλου



Εικ.3.24: Τρισδιάστατη άποψη της περιοχής προσομοίωσης του μοντέλου [Πηγή: ENVI-met].

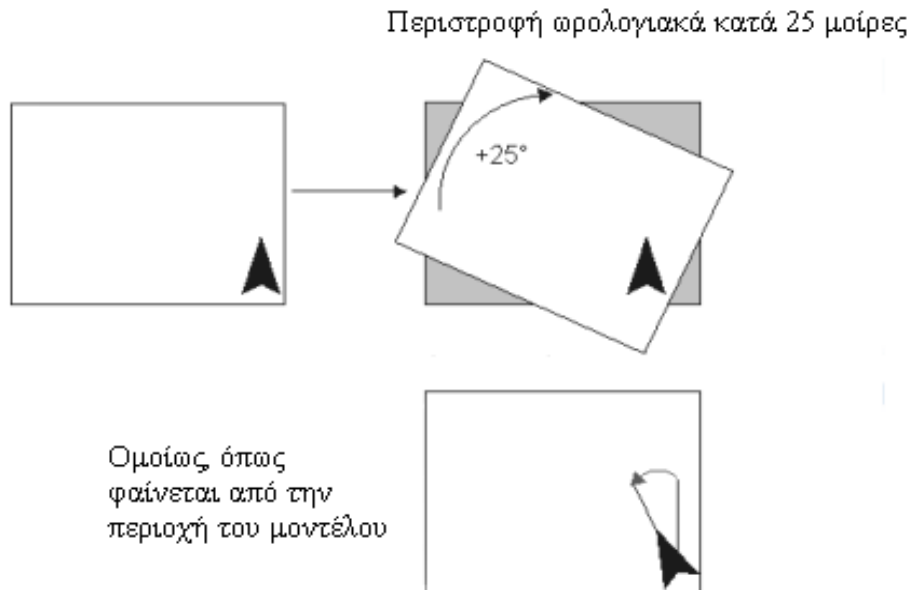
Την περιοχή του μοντέλου αποτελεί ένα ορθογώνιο (παραλληλεπίπεδο) το οποίο εκτείνεται κατά x, y και z. Στο **.IN** δε φαίνεται η διάσταση z, όμως αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι του μοντέλου. Στο σχήμα που ακολουθεί (Εικ.3.25) φαίνεται το ίδιο παράδειγμα, που παραπάνω παρουσιάστηκε σε τρισδιάστατη μορφή, όπως αυτό εμφανίζεται στο **ENVI-met Editor**.



Εικ.3.25: Περιοχή του μοντέλου όπως αυτή εμφανίζεται στο ENVI-met Editor [Πηγή: ENVI-met].

Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να διευκολύνει ένας διαφορετικός προσανατολισμός του μοντέλου από τον προκαθορισμένο (ο Y άξονας να δείχνει προς το Βορά). Για παράδειγμα, αν μελετάται μια αστική «χαράδρα» (την οποία δημιουργεί ένας δρόμος μέσα στον ιστό της πόλης) με διαφορετικό προσανατολισμό, είναι ασύμφορο να «στρίψουμε σε βήματα» τα κτίρια που βρίσκονται κατά μήκος της. Αντ' αυτού, θα στραφεί ολόκληρη η περιοχή του μοντέλου, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.26. Η θετική φορά περιστροφής του μοντέλου είναι η ωρολογιακή. Η περιοχή του μοντέλου στο παράδειγμα του σχήματος (λευκό ορθογώνιο) έχει περιστραφεί ωρολογιακά κατά 25° σε σχέση με

την αρχική θέση (γκρι ορθογώνιο). Η διεύθυνση σχετίζεται πάντα με την περιοχή του μοντέλου και όχι με το γενικότερο χάρτη, οπότε στην περίπτωση που θελήσει κανείς να τοποθετήσει τον τελευταίο στο μοντέλο, θα πρέπει να τον τρέψει ακριβώς αντίθετα, εν προκειμένω κατά 25° αντιωρολογιακά. Επίσης, αν σχεδιάσουμε στην περιοχή του μοντέλου ένα βέλος που δείχνει στο Βορά μια στροφή ωρολογιακής φοράς θα έχει ως αποτέλεσμα μια αντιωρολογιακής φοράς στροφή για το εν λόγω βέλος (Εικ.3.26).



Εικ.3.26: Περιστροφή του μοντέλου [Πηγή: ENVI-met].

Για τη ρύθμιση του προσανατολισμού του μοντέλου χρησιμοποιείται ο ENVI-met Editor. Σημειώνεται, τέλος, ότι όλα τα εισαγόμενα και όλα τα εξαγόμενα δεδομένα αναφέρονται στο κανονικό σύστημα συντεταγμένων. Για παράδειγμα, μια διεύθυνση ανέμου 90° σημαίνει ότι ο άνεμος έρχεται από τα ανατολικά. Εάν το μοντέλο έχει περιστραφεί, αυτό δεν σημαίνει αυτόματα ότι ο εν λόγω άνεμος έρχεται από τη δεξιά πλευρά του μοντέλου.

3.2.4 Αρχεία Βάσης Δεδομένων (Database Files)

3.2.4.1 Εισαγωγή

Πέραν των δύο βασικών αρχείων που είναι απαραίτητα για κάθε προσομοίωση (το **Αρχείο Εισαγωγής Περιοχής .IN** και το **Κύριο Αρχείο Διαμόρφωσης .CF**), το πρόγραμμα ENVI-met χρειάζεται πολλές επιπλέον πληροφορίες σχετικές με τις επιφάνειες, τη βλάστηση και τις πηγές εκπομπής αερίων/μικροσωματιδίων στην περιοχή του μοντέλου. Για όλα αυτά τα δεδομένα η φιλοσοφία του προγράμματος είναι η ίδια, δηλαδή κάθε εισαγωγή δεδομένου καθορίζεται από 2 αλφαριθμητικά σύμβολα, για παράδειγμα, «a0» που αποτελούν την ταυτότητα/τον κωδικό του δεδομένου. Έτσι, εάν ένα φυτό έχει ορισθεί ως «a0» στη βάση δεδομένων των φυτών (**Plant Database-PLANTS.DAT**) μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στο .IN βάζοντας τον κωδικό «a0» στην επιθυμητή θέση στον κানাβο.

Γενικά, τα αρχεία βάσης δεδομένων προορίζονται να λειτουργούν ως καθολικά αρχεία (**global files**) τα οποία αποθηκεύονται στη θέση **/input system directory** του ENVI-met και χρησιμοποιούνται σε κάθε προσομοίωση. Επομένως το φυτό «a0» θα είναι το ίδιο σε δύο διαφορετικές προσομοιώσεις εκτός αν γίνει αλλαγή στη βάση δεδομένων μεταξύ των δύο αυτών προσομοιώσεων. Αυτό, επίσης, σημαίνει πως εάν χρειαστεί να γίνει κάποια προσομοίωση με διαφορετικά φυτά (ή πηγές, εδάφη, προφίλ), θα πρέπει να εμπλουτιστεί αυτή η καθολική βάση δεδομένων. Αντ' αυτού, είναι προτιμότερο να ορισθούν τοπικές βάσεις δεδομένων (**local databases**). Αυτές μπορούν να αποθηκευθούν οπουδήποτε και, σε περίπτωση που αυτό είναι επιθυμητό, μπορούν να προστεθούν στα καθολικά αρχεία. Τέλος, σημειώνεται ότι όλες οι βάσεις δεδομένων αποτελούνται από **αρχεία τύπου ASCII**, όπως άλλωστε και τα αρχεία **.IN** και **.CF**, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται κάποιο ειδικό σύστημα για την επεξεργασία και τη χρήση των αρχείων αυτών. Συνέπεια αυτού είναι το γεγονός ότι ο χρήστης πρέπει να ακολουθεί προσεκτικά τους κανόνες μορφοποίησης για τα παραπάνω αρχεία.

3.2.4.2 Βάση δεδομένων εδαφών SOILS.DAT

Σε αυτό το αρχείο βρίσκονται όλες οι πληροφορίες που αφορούν στα διάφορα φυσικά εδάφη και υλικά επίστρωσης επιφανειών. Κάθε υλικό έχει το δικό του κωδικό, αποτελούμενο από δύο γράμματα της αλφαβήτου, ο οποίος στη συνέχεια χρησιμοποιείται στο **PROFILES.DAT** (βάση δεδομένων προφίλ) για να οριστούν διαφορετικά κατακόρυφα εδαφικά προφίλ. Η συνήθης μορφή του παραπάνω αρχείου φαίνεται στην εικόνα 3.27 .

ID	V	ns	nfc	nwilt	matpot	hydr	CP	b	Hcn	Name..... (40z)....	
00:	ss	b	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	x [10-6]	[10+6]	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
01:	00	0	0.451	0.240	0.155	-0.478	7.0	1.212	5.39	0.00	Default Soil (Loam)
02:	sd	0	0.395	0.135	0.0068	-0.121	176.0	1.463	4.05	0.00	Sand
03:	ls	0	0.410	0.150	0.075	-0.090	156.3	1.404	4.38	0.00	Loamy Sand
04:	s1	0	0.435	0.195	0.114	-0.218	34.1	1.320	4.90	0.00	Sandy Loam
05:	s1	0	0.485	0.255	0.179	-0.786	7.2	1.271	5.30	0.00	Silt Loam
06:	le	0	0.451	0.240	0.155	-0.478	7.0	1.212	5.39	0.00	Loam
07:	ts	0	0.420	0.255	0.175	-0.299	6.3	1.175	7.12	0.00	Sandy Clay Loam
08:	tl	0	0.477	0.322	0.218	-0.356	1.7	1.317	7.75	0.00	Silty Clay Loam
09:	lt	0	0.476	0.325	0.250	-0.630	2.5	1.225	8.52	0.00	Clay Loam
10:	st	0	0.426	0.310	0.219	-0.153	2.2	1.175	10.40	0.00	Sandy Clay
11:	ts	0	0.492	0.370	0.283	-0.490	1.0	1.150	10.40	0.00	Silty Clay
12:	to	0	0.482	0.367	0.286	-0.405	1.3	1.089	11.40	0.00	Clay
13:	tf	0	0.863	0.500	0.395	-0.356	8.0	0.836	7.75	0.00	Peat
14:	zb	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	2.083	0.00	1.63	Cement Concrete
15:	mb	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	1.750	0.00	2.33	Mineral Concrete
16:	ak	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	2.214	0.00	1.16	Asphalt (with Gravel)
17:	ab	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	2.251	0.00	0.90	Asphalt (with Basalt)
18:	gr	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	2.345	0.00	4.61	Granite
19:	ba	1	0.00	0.000	0.000	0.00	0.0	2.386	0.00	1.73	Basalt
20:	wv	2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.00	Water

Εικ.3.27: Αρχείο SOILS.DAT [Πηγή: ENVI-met].

Οι δύο πρώτες γραμμές δεν λαμβάνονται υπόψη από το πρόγραμμα αλλά πρέπει να παραμείνουν ως έχουν διότι αποτελούν οδηγό για τη διαμόρφωση του αρχείου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ρόλος της κάθε στήλης.

ID: Είναι ο κωδικός που συνδέει τα εδάφη με τα δεδομένα των προφίλ στο **PROFILES.DAT**.

V: Είδος εδάφους. Το ψηφίο «0» είναι για τα συνήθη εδάφη, το «1» για τα υλικά επίστρωσης (δεν υπάρχει ανταλλαγή νερού) και το «2» για το νερό με σημαντικό βάθος.

ns: Ογκομετρικό περιεχόμενο νερού σε κορεσμό (m^3 νερού/ m^3 εδάφους).

nfc: Ογκομετρικό περιεχόμενο νερού, που προκύπτει μετά από μια έντονη βροχόπτωση και αφού φύγει το επιπλέον νερό που δεν απορροφάται. Αυτό, συνήθως, χρειάζεται χρόνο δύο-τριών ημερών ώστε να συμβεί σε διαπερατά εδάφη με ομοιόμορφη δομή και σύσταση (m^3 νερού/ m^3 εδάφους).

nwilt: Ογκομετρικό περιεχόμενο νερού στο σημείο μαρασμού (wilting point~WP). Ως τέτοιο ορίζεται το ελάχιστο ποσοστό εδαφικής υγρασίας που απαιτείται από κάποιο φυτό ώστε να μην μαραθεί. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται στο μοντέλο της βλάστησης (m^3 νερού/ m^3 εδάφους).

matpot: Συντελεστής σχετικός με το δυναμικό του νερού (matric potential) εξαιτίας της προσκόλλησης μορίων του σε μη διαλυμένες δομές του συστήματος, όπως μεμβράνες πλάσματος ή κόκκοι εδάφους. Έχει πάντα αρνητικό πρόσημο και είναι σημαντικός μόνο έξω από ζωντανά κύτταρα σε σχετικά ξηρά συστήματα όπως, για παράδειγμα, σε εδάφη όπου σημαντική ποσότητα νερού είναι στενά συνδεδεμένη με κόκκους εδάφους (m).

hydr: Υδραυλική αγωγιμότητα σε συνθήκες κορεσμού [(m/sec) 10^{-6}].

CP: Ογκομετρική θερμοχωρητικότητα [(J·m⁻³·K⁻¹)· 10^6].

b: Σταθερά των Clapp & Hornberger.

HCN: Θερμική αγωγιμότητα του υλικού (W·m⁻¹·K⁻¹).

Name: Ονομασία του εδαφικού υλικού.

Η λίστα του παραπάνω σχήματος από 01 έως το 13 αναφέρεται σε πραγματικά εδάφη και οι διάφορες παράμετροι έχουν ληφθεί από το διάγραμμα των Clapp & Hornberger (1978). Για τα πραγματικά εδάφη δε διατίθεται τιμή για τη θερμική αγωγιμότητα, καθώς αυτή υπολογίζεται σε σχέση με την πραγματική περιεκτικότητα σε νερό. Η παραπάνω λίστα, γενικώς, είναι πλήρης και επαρκής καθώς καλύπτει όλες τις κατηγορίες εδάφους, όπως αυτές ορίστηκαν από τους Clapp & Hornberger. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν εργασίες για ιδιαίτερα εδάφη και ο χρήστης μπορεί να εμπλουτίσει τη λίστα. Σημειώνεται ότι αυτά τα δεδομένα δε δίνουν πληροφόρηση σχετικά με το πόσο υγρό είναι το έδαφος, αλλά περιέχουν πληροφορίες για τη σύσταση και τις ιδιότητές του. Στις θέσεις 14 έως 19 υπάρχουν πληροφορίες για διάφορα υλικά επίστρωσης. Οι μηδενικές τιμές προέκυψαν καθώς τα υλικά αυτά δεν επιτρέπουν τη μεταφορά νερού και για αυτό δεν έχουν βαθμονομηθεί στο διάγραμμα των Clapp & Hornberger. Σε αντίθεση όμως με τα πραγματικά εδάφη, για τα υλικά επίστρωσης είναι απαραίτητη η γνώση της θερμικής αγωγιμότητας. Τέλος, στη γραμμή 20 ορίζεται το νερό, σαν να ήταν κάποιο είδος εδαφικού υλικού. Αυτό χρειάζεται να γίνει διότι οι ρουτίνες εισαγωγής δεδομένων δεν διακρίνουν το νερό από τα εδάφη όταν προετοιμάζουν το κάναβο του μοντέλου. Οι μοναδικές πληροφορίες που χρειάζονται είναι ο κωδικός (ID) και ο αριθμός «2» για υδάτινο σώμα.

Σημειώνεται, τέλος, ότι είναι απαραίτητο να ακολουθηθεί πιστά ο προκαθορισμένος τρόπος συμπλήρωσης των στηλών στο αρχείο αυτό. Η πρώτη γραμμή δείχνει που ακριβώς αρχίζουν και που τελειώνουν τα προς συμπλήρωση πεδία. Σε περίπτωση που αυτό δε γίνει, το ENVI-met δε θα είναι σε θέση να αναλύσει τα εισαγόμενα δεδομένα, αφού δεν ελέγχει τον τρόπο εισαγωγής τους θεωρώντας ότι το αρχείο αυτό τροποποιείται μόνο από προχωρημένους χρήστες.

3.2.4.3 Βάση δεδομένων προφίλ PROFILES.DAT

Το αρχείο αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με το **SOILS.DAT** που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Χρησιμοποιώντας το **PROFILES.DAT**, ορίζονται οι διαφορετικές, κατακόρυφες στήλες εδαφικού υλικού που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο. Πρέπει να οριστεί κάποιο εδαφικό υλικό για κάθε κελί του εδαφικού μοντέλου, συμπεριλαμβανομένου και του ακραίου άνω κελιού που αποτελεί την επιφάνεια του συγκεκριμένου προφίλ. Όπως αναφέρθηκε, τα δύο αρχεία **SOILS.DAT** και **PROFILES.DAT** δημιουργούν μια αλληλένδετη βάση δεδομένων. Στο πρώτο καθορίζονται τα διαθέσιμα εδαφικά υλικά και στο δεύτερο τα κατακόρυφα «σάντουιτς» που αποτελούνται από τα υλικά αυτά. Συνδέονται μέσω των κωδικών (ID) που δίνονται στο **SOILS.DAT**. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα παράδειγμα αρχείου **PROFILES.DAT** (Εικ.3.28).

This is an example for a PROFILES . DAT file :

```
00: ID -.015 .025 .035 .045 .055 0.07 0.09 0.15 0.25 0.35 0.45 0.75 1.25 1.75 _z0 _a _em_Name
01: 0 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 0.015 0.00 0.98 Unsealed
02: s ab ab ab ab ab ab ab ab ab 1e 1e 1e 1e 1e 0.010 0.20 0.90 Asphalt
03: p zb zb zb zb sd 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 0.010 0.40 0.90 Pavement
04: l 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 0.015 0.00 0.98 Loamy Soil
05: sd sd sd sd sd sd 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 1e 0.050 0.30 0.90 Sandy Soil
06: w ww ww ww ww ww ww ww ww ww ww ww ww ww ww 0.010 0.00 0.96 Deep Water
```

Εικ.3.28: Αρχείο PROFILES.DAT [Πηγή: ENVI-met].

Η πρώτη γραμμή δε λαμβάνεται υπόψη από το πρόγραμμα, όμως δείχνει τη θέση από όπου πρέπει να ξεκινούν οι στήλες, σύμφωνα με την προκαθορισμένη διάταξή τους. Οι στήλες «-0,015» έως «-1,75» είναι οι κατακόρυφες στήλες του εδαφικού μοντέλου (στον τρισδιάστατο κάναβο). Η κατακόρυφη διάσταση των «κουτιών» που σχηματίζονται αυξάνεται καθώς απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια του εδάφους σε βαθύτερες στρώσεις. Είναι προκαθορισμένη και δε γίνεται να αλλάξει από το χρήστη. Οι παραπάνω τιμές (κατά τον άξονα z) αναφέρονται στο κέντρο κάθε κύβου. Σε κάθε σχηματιζόμενο «κουτί» καταχωρείται ένα **ID**, το οποίο έχει οριστεί στη βάση δεδομένων **SOILS.DAT**. Αν εισαχθεί ένα **ID** το οποίο δεν υπάρχει, τότε το πρόγραμμα θα βγάλει ένα μήνυμα λάθους και, αυτόματα, θα χρησιμοποιήσει το πρώτο εδαφικό υλικό που έχει οριστεί στην παραπάνω βάση δεδομένων.

Υπάρχουν τρεις, πρόσθετες στήλες οι οποίες αναφέρονται στα επάνω «κουτιά», δηλαδή στην επιφάνεια του εδαφικού μοντέλου, και αφορούν στα παρακάτω:

z0: Τραχύτητα της επιφάνειας (m)

a: **Ανακλαστικότητα** (albedo) της επιφάνειας απέναντι στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (Η ανακλαστικότητα προς τη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία, για φυσικά εδάφη και υδάτινες επιφάνειες, υπολογίζεται εσωτερικά του ENVI-met χρησιμοποιώντας την υγρασία του εδάφους και τη θέση του ήλιου, δηλαδή τη γωνία υπό την οποία η επιφάνεια δέχεται την ακτινοβολία του και μπορεί να οριστεί η τιμή «0,00» στη βάση δεδομένων. Για εδαφικά προφίλ, όμως, τα οποία στην ανώτατη στρώση τους έχουν κάποιο υλικό επίστρωσης επιφανειών, θα πρέπει να τίθεται μια έγκυρη τιμή της ανακλαστικότητας).

em: **Ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος** της επιφάνειας

Τέλος, στην πρώτη στήλη υπάρχει και πάλι, ένας κωδικός (**ID**) ο οποίος συνδέει τα προφίλ που έχουν οριστεί στη βάση δεδομένων **PROFILES.DAT** με το αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN**.

Όσον αφορά τα **υδάτινα σώματα**, αποτελούν ειδική περίπτωση με διαφορετικές επικρατούσες συνθήκες. Παρ' όλο που είναι τεχνικά δυνατό να δημιουργηθεί μια ρηχή λίμνη, θέτοντας «νερό» στην ανώτατη (επιφανειακή) στρώση του εδαφικού μοντέλου, το νερό πρέπει να χρησιμοποιείται μονάχα ως πλήρης στήλη. Το ENVI- met δεν είναι σε θέση να προσομοιώσει το ενεργειακό ισοζύγιο και τη θερμοκρασία στον πυθμένα της λίμνης αλλά, μονάχα, υπολογίζει τη θέρμανση του νερού εξαιτίας της απορρόφησης της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας. Έτσι, όταν θέλουμε να προσομοιώσουμε ρηγά νερά, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι τη μεγαλύτερη επίδραση στη θέρμανση του νερού, κατά τη διάρκεια της ημέρας, την ασκούν τα τμήματα του εδάφους που είναι εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία και ζεσταίνουν το νερό μέσω της επαφής τους με αυτό. Σε περίπτωση που δε ληφθεί υπόψη αυτή η πρόσθετη πηγή ενέργειας, η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία στο νερό θα υποτιμηθεί. Επίσης, ο χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει ότι, στην παρούσα έκδοση, η επίδραση του υδάτινου σώματος στην υγρασία του εδάφους δε λαμβάνεται υπόψη. Ακόμη, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, όπως και στο **SOILS.DAT** έτσι και στο **PROFILES.DAT**, είναι απαραίτητο να τηρηθεί πιστά ο προκαθορισμένος τρόπος συμπλήρωσης του αρχείου διότι το ENVI-met δε μπορεί να διαβάσει ένα, για παράδειγμα, διαφορετικό πλήθος κενών ή παρόμοιες αλλαγές στο αρχείο.

Σημειώνεται, τέλος, ότι κατά την έναρξη του editor (συντάκτης) **ENVI-met Eddi** για την επεξεργασία **αρχείων εισαγωγής περιοχής .IN**, «αναζητείται» το αρχείο **PROFILES.DAT** στη θέση **/input directory**. Εάν το αρχείο βρεθεί, όλοι οι κωδικοί (**ID**) που περιέχονται σ' αυτό «φορτώνονται» στον editor. Αυτό διευκολύνει την επεξεργασία διότι ο χρήστης είναι σε θέση να γνωρίζει ότι κάθε **ID** (που αντιστοιχεί σε ένα προφίλ) που χρησιμοποιήθηκε στο αρχείο **.IN** υπάρχει και στο αρχείο **PROFILES.DAT**. Επιπρόσθετα, ο editor εμφανίζει το δοσμένο όνομα του εκάστοτε προφίλ, ακριβώς κάτω από τον κέρσορα του ποντικιού. Όπως και να έχει, ο χρήστης μπορεί ακόμη να εισάγει ένα δικό του **ID** στον editor, ακόμα και αν δεν είναι διαθέσιμο ένα αντίστοιχο προφίλ στη βάση δεδομένων **PROFILES.DAT** ή έχει σκοπό να το προσθέσει αργότερα.

3.2.4.4 Βάση δεδομένων φυτών **PLANTS.DAT**

Το πρόγραμμα ENVI-met δεν αντιμετωπίζει τη βλάστηση απλά, ως μια πορώδη ασπίδα για τον άνεμο. Το μοντέλο επιτρέπει στο χρήστη να ορίσει κάθε είδους φυτό, από κοντό χορτάρι έως πανύψηλα δέντρα, χρησιμοποιώντας το ίδιο σύστημα καταγραφής στη βάση δεδομένων. Είναι προγραμματισμένο οι πληροφορίες για τα φυτά να αποθηκεύονται στο αρχείο **PLANTS.DAT**. Παρ' όλα αυτά, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει ένα διαφορετικό όνομα αρχείου ή μια άλλη θέση για τη βάση δεδομένων των φυτών όπως, για παράδειγμα, στην περίπτωση που θα θέλει να δημιουργήσει δύο ξεχωριστά αρχεία για τη χειμερινή και τη θερινή βλάστηση.

Η έκδοση 3.1 επιτρέπει τη χρήση τοπικών βάσεων δεδομένων, οι οποίες μπορούν να περιέχουν περισσότερους ορισμούς φυτών. Η χρήση των τελευταίων ενδείκνυται για τον ορισμό φυτών, τα οποία απευθύνονται μόνο σε μία, συγκεκριμένη προσομοίωση και δε θα πρέπει να αποθηκεύονται στην καθολική βάση δεδομένων. Αν σε μια προσομοίωση χρειάζονται κάποια επιπλέον είδη βλάστησης, αυτά θα πρέπει να μπου σε μια τοπική βάση δεδομένων. Σε περίπτωση που ο φάκελος της προσομοίωσης αυτής μεταφερθεί σε διαφορετικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, θα πρέπει να μεταφερθεί μαζί με αυτόν και η τοπική του βάση δεδομένων. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα παράδειγμα αρχείου **PLANTS.DAT** (Εικ.3.29).

```

V3-----ENVI-met Vegetation Database V3 -----
ID_C? TY rs_min a_f HH.HH TT.TT LAD1 ...LAD10 RAD1 ... RAD0 NAME
MO C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.040 0.000 0.100 0.100 Tree 20m aver. dense., no distinct crownlayer
DO C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.110 0.000 0.100 0.100 Tree 20 m dense., no distinct crown layer
DM C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.075 0.000 0.100 0.100 Tree 20 m dense., distinct crown layer
dm C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.075 0.000 0.100 0.100 Tree 20 m dense., distinct crown layer
ds C3 01 400 0.20 10.00 02.00 0.075 0.000 0.100 0.100 Tree 10 m dense.,distinct crown layer
sm C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.150 0.000 0.100 0.100 Tree 20 m very dense, distinct crown layer
H2 C3 01 400 0.20 02.00 01.00 2.000 2.000 0.100 0.100 Hedge dense, 2m
T1 C3 01 400 0.20 10.00 02.00 0.000 0.000 0.100 0.100 Tree 10 m very dense, leafless base
g C3 03 200 0.20 00.50 00.50 0.300 0.300 0.100 0.100 Grass 50 cm aver. dense
bs C3 01 400 0.20 20.00 02.00 0.000 0.000 0.100 0.100 Tree 20 m dense.,distinct crown layer
m C4 03 200 0.20 01.50 00.50 0.300 0.300 0.100 0.100 Maize, 1.5 m

```

Εικ.3.29: Αρχείο PLANTS.DAT [Πηγή: ENVI-met].

Στο αρχείο αυτό γίνεται διαχωρισμός μεταξύ φυτών τύπου C3, στον οποίο ανήκει η πλειοψηφία αυτών και C4 όπως, για παράδειγμα, ο αραβόσιτος. Οι δύο αυτές κατηγορίες διαφέρουν στον τρόπο δέσμευσης του CO₂. Οι περισσότερες στήλες περιέχουν πληροφορίες σχετικά με την **πυκνότητα περιοχής φυλλώματος LAD (Leaf Area Density)** και την **πυκνότητα περιοχής ριζών RAD (Root Area Density)**. Και οι δύο δίνονται σε m² επιφάνειας φυλλώματος (ή ριζών) ανά m³ όγκου αέρα. Στο αρχείο που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα έχει καταχωρηθεί μια σειρά από δέντρα (όλα τους φυλλοβόλα) χάριν παραδείγματος. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν περισσότερα διαθέσιμα προφίλ. Αυτά κανονικοποιούνται, με τιμές για το λόγο z/H από 0.1 (αντιστοιχία με τα LAD1 και RAD1) έως 1 (αντιστοιχία με τα LAD10 και RAD10), όπου z είναι η τιμή της LAD ή της RAD και H το συνολικό ύψος του φυτού ή το βάθος της ριζική ζώνης αντίστοιχα. Χρειάζονται πάντα δέκα καταχωρήσεις, χωρίς να υπάρχει διαφορά είτε πρόκειται για χορτάρι ύψους 50cm είτε για τροπικά δέντρα ύψους 100m. Στη συνέχεια, το εκάστοτε προφίλ θα μεγεθυνθεί ή θα συμπιεστεί στο μέγεθος των κελιών του μοντέλου. Παρακάτω παρουσιάζεται ο ρόλος της κάθε στήλης.

ID: Όπως και σε κάθε άλλο φάκελο, έτσι και εδώ χρησιμοποιείται ένας διψήφιος αλφαριθμητικός κωδικός, μέσω του οποίου καθορίζεται το είδος της βλάστησης. Το **ID** επιλέγεται στο αρχείο εισαγωγής δεδομένων, ώστε να καθοριστούν οι θέσεις της βλάστησης. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά αλφαριθμητικοί κωδικοί, ειδάλλως το ENVI-met θα θεωρήσει ότι πρόκειται για κτίρια.

C?: Διάκριση των φυτών σε αυτά τύπου C3 και αυτά τύπου C4, βάσει του τρόπου δέσμευσης του CO₂. Σε περίπτωση ελλιπών ή λανθασμένων στοιχείων, ένα φυτό θα κατηγοριοποιείται ως C3.

TY: Διαχωρισμός της βλάστησης σε φυλλοβόλα δέντρα (01), σε κωνοφόρα δέντρα (02) και σε χορτάρι (03). Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της διαμέτρου των φύλλων και αεροδυναμικών ιδιοτήτων.

rs_min: Είναι η ελάχιστη αντίσταση των πόρων των φύλλων του φυτού. Πρέπει να τίθεται τιμή ίση με 400 για δέντρα και 200 για χορτάρι, εκτός αν ο χρήστης έχει εξειδικευμένες γνώσεις πάνω σε κάποιο είδος βλάστησης. (Το rs_min χρησιμοποιείται μόνο στην παλαιότερη προσέγγιση Deardorff. Όταν γίνεται χρήση του μοντέλου A-gs, που προτείνεται, το rs_min δεν επηρεάζει τον υπολογισμό της αντίστασης των πόρων.)

a_f: Ανακλαστικότητα (albedo) των φύλλων του φυτού απέναντι στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία. Συνήθως λαμβάνεται ίση με 0.20, εκτός αν πρόκειται για ιδιαίτερη περίπτωση φυτού.

HH.HH: Ύψος φυτού σε m.

TT.TT: Συνολικό βάθος ριζικής ζώνης (θετικές τιμές). Το νερό που εκλύεται στην ατμόσφαιρα μέσω της διεργασίας της διαπνοής των φυτών, προέρχεται από την υγρασία του εδάφους, με την κατανομή των εδαφικών ριζών να αποτελεί μια σχετική συνάρτηση βάρους.

LAD1 έως LAD10: Πυκνότητα περιοχής φυλλώματος σε m^2 επιφάνειας φυλλώματος ανά m^3 όγκου αέρα, για τις 10 θέσεις δεδομένων.

RAD1 έως RAD10: Πυκνότητα περιοχής ριζών σε m^2 επιφάνειας ριζών ανά m^3 όγκου εδάφους, για τις 10 θέσεις δεδομένων.

Name: Το όνομα που έχει δοθεί στο φυτό.

Το όνομα της βάσης δεδομένων που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, μπορεί να καταχωρηθεί στο αρχείο **.CF**. Στην περίπτωση που θέλουμε να αγνοηθεί κάθε είδους βλάστηση στην περιοχή του μοντέλου, απλώς διατηρούμε αυτή τη βάση δεδομένων κενή. Σημειώνεται, τέλος, ότι οι αλφαριθμητικοί κωδικοί (**ID**) είναι ευαίσθητοι, όσον αφορά τα κεφαλαία/πεζά γράμματα. Για παράδειγμα, ο «DM» διαφέρει από τον «dm».

3.2.4.5 Βάση δεδομένων πηγών SOURCES.DAT

Το πρόγραμμα ENVI-met έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει την απελευθέρωση και τη διασπορά αερίων και σωματιδίων. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να επιλεγούν οι πηγές (sources) στο αρχείο εισαγωγής περιοχής (**.IN**). Στην έκδοση 3.0 θα πρέπει όλες οι πηγές να είναι του ίδιου τύπου, για παράδειγμα, θα πρέπει να είναι όλες πηγές διοξειδίου του θείου (SO₂) και δεν είναι εφικτό να έχουμε, ταυτόχρονα, στο μοντέλο μια πηγή SO₂ και μια μονοξειδίου (NO) ή διοξειδίου (NO₂) του αζώτου.

Εξαιτίας της σημαντικής ποσότητας πληροφοριών, που απαιτούνται για την εισαγωγή πηγών στο μοντέλο, η αποθήκευσή της γίνεται σε τρία διαφορετικά σημεία:

- Η θέση των πηγών αποθηκεύεται στο αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN**.
- Ο τύπος των πηγών καθορίζεται στον τομέα (section) SOURCES του αρχείου διαμόρφωσης **.CF**.
- Ο τύπος και το ύψος των πηγών, καθώς επίσης ο ρυθμός εκπομπής αερίων/σωματιδίων καταχωρούνται στην καθολική βάση δεδομένων **SOURCES.DAT** ή σε τοπική βάση δεδομένων.

Η βασική ιδέα παραμένει η ίδια, όπως στα φυτά και στα εδάφη, δηλαδή ένας διψήφιος αλφαριθμητικός κωδικός (**ID**) επιλέγεται στο αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN** και ένα πλήθος από βάσεις δεδομένων χρησιμοποιείται για να καθοριστεί η συμπεριφορά της πηγής στην οποία αντιστοιχεί ο κωδικός αυτός. Σημειώνεται, ακόμη, ότι η βάση δεδομένων περιέχει πληροφορίες σχετικά με:

- Τον τύπο της πηγής (σημειακή, γραμμική ή επιφανειακή πηγή).
- Το ύψος των εκλύσεων.
- Τους ρυθμούς εκπομπής σε ωριαία βάση και για τις 24 ώρες της ημέρας.

Στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί (Εικ.3.30) φαίνεται ένα παράδειγμα αρχείου

SOURCES.DAT. Οι πρώτες δύο γραμμές αποτελούν οδηγούς που υποδεικνύουν τη θέση εισαγωγής των διαφόρων δεδομένων. Ο ρόλος της κάθε στήλης αναλύεται στη συνέχεια.

ID: Ο διψήφιος αλφαριθμητικός κωδικός που συνδέει τη βάση δεδομένων των πηγών με το αρχείο εισαγωγής περιοχής. Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα δεν ξεχωρίζει τους κεφαλαίους από τους πεζούς χαρακτήρες.

T: Ο τύπος της πηγής και πληροφόρηση σχετικά με τη μονάδα μέτρησης στην οποία έχουν μετρηθεί και αποθηκευτεί τα δεδομένα των εκπομπών. Πιθανοί τύποι είναι:

- Σημειακή πηγή (T=1), σε mg/sec
- Γραμμική πηγή (T=2), σε mg/(sec*m)
- Επιφανειακή πηγή (T=3), σε mg/(sec*m²)

Εάν οι εκπομπές μετρώνται σε μg/.. αντί mg/.. θα έχουμε T=4, 5 και 6 αντίστοιχα.

hh.hh: Το ύψος της πηγής σε m.

E(00h): Ρυθμός εκπομπής την 00.00 ώρα.

E(01h): Ρυθμός εκπομπής την 01.00 ώρα

και ούτω καθ' εξής, έως

E(23h): Ρυθμός εκπομπής την 23.00 ώρα (συνδέεται με αυτόν της 00.00 ώρας μέσω παρεμβολής).

Name: Το όνομα της πηγής (έως 40 χαρακτήρες).

Τα δεδομένα για τους ρυθμούς εκπομπής προσαρμόζονται δυναμικά κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης σύμφωνα με την ώρα που αυτή λαμβάνει χώρα (γραμμική παρεμβολή).

```
01: ----- Sources-Database. Type (T) 1,4=point, 2,5=line 3,6=area, E in mg/s (1), mg/s*m (2) or mg/s*m2
(3), μg/s (4), μg/s*m (5) or μg/s*m2 (6)
02: ID T hh.hh E(00h) E(01h) ... E(23h) Name (40)
03: xx 5 0.30 010.00 010.00 ... 010.00 Test_Pointsource 10m,10mg/s
```

Εικ.3.30: Αρχείο SOURCES.DAT [Πηγή: ENVI-met].

3.2.4.6 Πρόσθετες τοπικές βάσεις δεδομένων φυτών και πηγών.

Όπως έχει σημειωθεί σε προηγούμενη ενότητα, πέραν της καθολικής βάσης δεδομένων, η οποία είναι διαθέσιμη για όλες τις προσομοιώσεις, μπορούν να οριστούν τοπικές βάσεις δεδομένων οι οποίες θα ανήκουν σε μία συγκεκριμένη προσομοίωση ή σε μια σειρά από αυτές. Η δυνατότητα αυτή συμβάλλει στην αποφυγή της υπερβολικής αύξησης του μεγέθους των καθολικών βάσεων δεδομένων. Επίσης, δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να προσθέτει φυτά και πηγές σε μια περιοχή προσομοίωσης χωρίς να χρειάζεται να εμπλακεί σε συνενώσεις διαφορετικών βάσεων δεδομένων. Η δυνατότητα αυτή υπάρχει μόνο για τα φυτά και τις πηγές, ενώ για τα εδάφη και τα εδαφικά προφίλ, συνήθως, δεν είναι απαραίτητες πάρα πολλές καταχωρήσεις ώστε να δουλέψει το μοντέλο. Οι τοπικές βάσεις δεδομένων θα προστίθενται στις καθολικές, οι οποίες είναι αποθηκευμένες στο φάκελο **/input** (στην περίπτωση πηγών) ή σε άλλη θέση (στην περίπτωση βάσεων δεδομένων φυτών).

Οι καθολικές βάσεις δεδομένων θα πρέπει να είναι διαθέσιμες, ώστε να είναι δυνατή η προσθήκη τοπικών βάσεων δεδομένων. Εάν το πρόγραμμα αδυνατεί να «ανοίξει» τα αρχεία της καθολικής βάσης δεδομένων, τότε υποθέτει ότι υπάρχει γενικότερο πρόβλημα και δε «διαβάζει» ούτε τις πρόσθετες τοπικές βάσεις δεδομένων, ακόμη και αν σ' αυτές περιέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες. Επίσης, στην περίπτωση που έχουν καταχωρηθεί δύο φορές οι ίδιες πληροφορίες σε καθολική και τοπική βάση δεδομένων (ίδιο **ID**), η πρώτη υπερισχύει της δεύτερης.

Για τη χρήση τοπικών βάσεων δεδομένων, θα πρέπει να προστεθεί ένας τομέας (section) [**LOCALDB**] στο αρχείο διαμόρφωσης **.CF** (Εικ.3.31).

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

Εικ.3.31 Τομέας (section) [**LOCALDB**] στο αρχείο διαμόρφωσης **.CF** [Πηγή: *ENVI-met*].

Ο ρόλος των γραμμών είναι:

01: Filename additional plants (Προκαθορισμένο: κανένα) : Καθορίζεται η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων φυτών που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Το αρχείο πρέπει να έχει την ίδια διαμόρφωση (format) με την καθολική βάση δεδομένων φυτών. Η θέση μπορεί να δοθεί μέσω άμεσης διαδρομής (direct path) ή χρησιμοποιώντας κάποιο ψευδώνυμο (**ALIAS**).

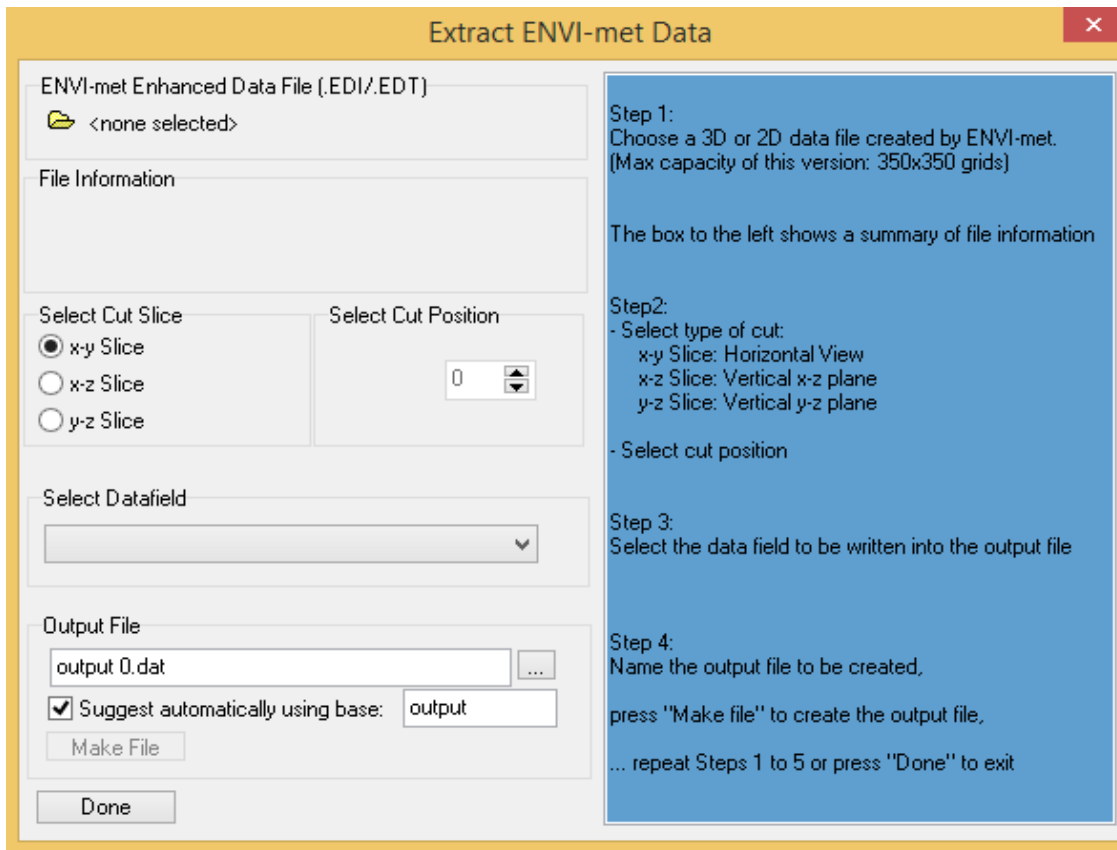
02: Filename additional sources (Προκαθορισμένο: κανένα) : Καθορίζεται η θέση της πρόσθετης τοπικής βάσης δεδομένων πηγών που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Το αρχείο πρέπει να έχει την ίδια διαμόρφωση (format) με την καθολική βάση δεδομένων πηγών. Η θέση μπορεί να δοθεί μέσω άμεσης διαδρομής (direct path) ή χρησιμοποιώντας κάποιο ψευδώνυμο (**ALIAS**).

Σημειώνεται ότι τα **ALIAS** είναι λέξεις-κλειδιά οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί των directories (οδηγοί). Όταν το *ENVI-met* χρειάζεται πληροφορίες για τη θέση ενός συγκεκριμένου αρχείου, μπορεί να γίνει χρήση ενός alias αντί της πλήρους διαδρομής (path) που οδηγεί στο αρχείο αυτό. Στην έκδοση 3.1 είναι, πλέον, δυνατόν ο χρήστης να δημιουργήσει τη δική του λίστα με alias.

3.2.5 Παραγόμενα Αρχεία (Output Files)

3.2.5.1 Γενικά

Το πρόγραμμα *ENVI-met* παράγει μια πληθώρα δεδομένων σε κάθε προσομοίωση και για την αξιοποίηση και διαχείρισή τους μπορούν να φανούν χρήσιμα κάποια βοηθητικά προγράμματα. Μερικά από τα παραγόμενα αρχεία είναι τύπου ASCII και μπορούν να διαβαστούν με συνηθισμένα προγράμματα (WordPad κ.λπ.), ενώ άλλα και, κυρίως, τα κύρια παραγόμενα αρχεία (main output files) είναι δυαδικά αρχεία (binary files) που πρέπει να διαβαστούν με το πρόγραμμα **XTract** (παράγει αρχεία τύπου ASCII) ή το πρόγραμμα **LEONARDO** (παράγει γραφήματα). Το πρόγραμμα **XTract** (Εικ.3.32) είναι ένα απλό εργαλείο με το οποίο μπορούμε να εξάγουμε δεδομένα από τα παραγόμενα binary αρχεία και να τα γράφουμε σε αρχεία ASCII. Περιέχεται ως υποπρόγραμμα εντός του *ENVI-met*.



Εικ.3.32: Πρόγραμμα Xtract[Πηγή: ENVI- met].

Στο πρόγραμμα **LEONARDO** χρησιμοποιείται ένα περιβάλλον γραφικών απεικονίσεων για την έκθεση και ανάλυση αριθμητικών δεδομένων (όχι προερχόμενων αποκλειστικά από το ENVI-met).

Τα αρχεία που προκύπτουν από τις προσομοιώσεις με το πρόγραμμα ENVI-met μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες και παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

3.2.5.2 Κύρια Αρχεία Δεδομένων .EDI/.EDT (Main Data Files)

Στα αρχεία αυτά περιέχονται δεδομένα για την πλήρη κατάσταση του τρισδιάστατου μοντέλου, συμπεριλαμβανομένων της ατμόσφαιρας, των επιφανειών και του εδάφους. Τα αρχεία αυτά μπορεί να έχουν πολύ μεγάλο μέγεθος και αποθηκεύονται σε δυαδική μορφή (binary format). Χρησιμοποιούν την επέκταση .EDI/.EDT και επειδή είναι δυαδικού τύπου «διαβάζονται» με το πρόγραμμα XTract. Το αρχείο .EDI περιέχει πληροφορίες για το αντίστοιχο .EDT αρχείο, το οποίο περιέχει τα δεδομένα. Απαιτούνται και τα δύο ώστε να εξαχθούν επιτυχώς τα δεδομένα. Κατά την αποθήκευση των αποτελεσμάτων μιας προσομοίωσης δημιουργούνται τρία διαφορετικά αρχεία .EDI/.EDT. Καθένα από αυτά ξεκινά με ένα όνομα το οποίο ορίστηκε στο αρχείο διαμόρφωσης .CF ως **βασικό όνομα αρχείων**. Αν, για παράδειγμα, σε μια προσομοίωση έχει οριστεί ως βασικό όνομα αρχείων το “MySim”, τότε όλα τα αρχεία που θα παραχθούν κατά τη διάρκειά της θα έχουν όνομα το οποίο θα ξεκινά με το “MySim”.

Τα παραγόμενα αρχεία καταχωρούνται σε διαφορετικούς υποφακέλους του κύριου παραγόμενου φακέλου, έτσι ώστε να υπάρχει καλύτερη εποπτεία. Έτσι, μετά από κάθε προσομοίωση λαμβάνουμε:

(Κύριος Φάκελος)\Atmosphere\MySim ATM <ώρα> <ημερομηνία>.EDI/.EDT

Στη θέση αυτή περιγράφεται το πεδίο των διαφόρων δεδομένων που αποθηκεύονται στον κύριο φάκελο και αφορούν στην ατμόσφαιρα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το πλήθος των μεταβλητών που θα εμφανίζονται εδώ, χρησιμοποιώντας το αρχείο SELECT.VAR. Έτσι, οι μεταβλητές μπορεί να είναι λιγότερες από αυτές που φαίνονται στη λίστα του σχήματος 3.33.

(Κύριος Φάκελος)\Surface\MySim FX <ώρα> <ημερομηνία>.EDI.EDT

Στη θέση αυτή περιγράφεται το πεδίο των διαφόρων δεδομένων που αποθηκεύονται στον κύριο φάκελο και αφορούν στις επιφάνειες και στις ροές που λαμβάνουν χώρα σε αυτές. Στο αρχείο αυτό, τα δεδομένα αναφέρονται σε οριζόντια επίπεδα (δύο διαστάσεις) με σταθερό $z=0$. Η λίστα των μεταβλητών φαίνεται στο σχήμα 3.34.

(Κύριος Φάκελος)\Soil\MySim SOI <ώρα> <ημερομηνία>.EDI.EDT

Στη θέση αυτή περιγράφεται το πεδίο των διαφόρων δεδομένων που αποθηκεύονται στον κύριο φάκελο και αφορούν στο εδαφικό μοντέλο. Το πρώτο z-επίπεδο είναι η επιφανειακή εδαφική στρώση και προοδευτικά πηγαίνουμε σε βαθύτερες στρώσεις. Η λίστα των μεταβλητών φαίνεται στο σχήμα 3.35.

FIELD	UNIT	MEANING
z	m	Model height of data (Cartesian coo.)
Classed LAD	-	Classified LAD and ID for buildings (see remark)
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	°	Wind direction, 0=North, Rotation corrected
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 ² /s ²	Turbulent Kinetic Energy
Dissipation	m ³ /s ²	Dissipation of TKE
Exchange Coef. Impuls	m ² /s	Turbulent exchange coefficient Km
Absolute LAD	m ² /m ³	Leaf Area Density
Direct SW Radiation	W/m ²	Shortwave Direct Radiation
Diffuse SW Radiation	W/m ²	Shortwave Diffuse Radiation
Reflected SW Radiation	W/m ²	Shortwave Direct Radiation
Longwave Rad. Environment	W/m ²	Longwave Radiation received from the environment
Sky-View-Factor (only build.)-		Sky-View-Factor (only buildings considered)
Sky-View-Factor (build./veg)-		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 ²	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 ³	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	mg/m ²	Total amount of mass deposited to surface since start
Deposited Mass time averaged	mg/(m ² s)	Average Amount of mass deposited per hour
TKE normalised lD	-	TKE normalised with lD profile (E/E_lD)
Dissipation normalised lD	-	Dissipation normalised with lD profile (Eps/eps_lD)
Km normalised lD	-	Turb. exchange coe. Km norm. with lD profile (Km/Km_lD)
Stomata Resistance	m/s	Stomata resistance of plant
CO2	mg/m ³	CO2 concentration (if A-gs model used, see
CO2	ppm	CO2 concentration in ppm (")
Plant CO2 flux	mg/kg*m/s	CO2 flux per unit leaf area
Div Rlw Temp change	K/h	Air Temperature change due to longwave flux divergence

Εικ.3.33: Μεταβλητές του κύριου παραγόμενου φακέλου που αφορούν στην ατμόσφαιρα [Πηγή: ENVI-met].

FIELD	UNIT	MEANING
z_topo	m	Absolute height of model ground surface (always 0 in recent version)
T Surface	K	Ground surface temperature
T Surface Diff	K	Difference of ground surface to reference surface
T Surface change	K/h	Change of ground surface temperature
q Surface	g/kg	Specific humidity of surface (available vapour)
uv above surface	m/s	Wind speed at the first grid level above ground surface
Sensible heat flux	W/m ²	Sensible heat flux into the air (+: towards air)
Exchange coef. heat	m ² /s	Exchange coefficient for heat between surface and air
Latent heat flux	W/m ²	Latent heat flux into the air (+: towards air)
Soil heat flux	W/m ²	Heat flux into soil (+: directed towards deeper layers)
Sw direct radiation	W/m ²	Direct shortwave radiation reaching ground surface
Sw diffuse radiation	W/m ²	Diffuse shortwave radiation reaching ground surface
Lambert factor	0..1	Value of Lambert's law for solar angle
Longwave radiation bud.	W/m ²	Longwave radiation budget of ground surface
Longwave rad. from vegetation	W/m ²	Longwave radiation received from vegetation layers above (see remark)
Longwave rad. from environment	W/m ²	Longwave radiation received from buildings (see remark)
Water flux	g/(m ² s)	Water flux from/to the ground surface
Sky-View Factor	0..1	Sky View factor for z=0 (buildings only counted)
Building height	m	Height of building top (0 if no building assigned)
Surface albedo	0..1	Albedo of ground surface (see remark)
Deposition speed	mm/s	Deposition flux of analysed pollutant component
Mass deposited	µg/m ²	Mass deposited at ground surface in µg

Εικ.3.34: Μεταβλητές του κύριου παραγόμενου φακέλου που αφορούν στις επιφάνειες και στις ροές που λαμβάνουν χώρα σε αυτές [Πηγή: ENVI-met].

FIELD	UNIT	MEANING
Temperature	K	Soil temperature
Volumetric water content	m ³ /m ³	Water content of the soil matrix
Relative soil wetness	%	Relative wetness of soil compared to its saturation value (see remark)

Εικ.3.35: Μεταβλητές του κύριου παραγόμενου φακέλου που αφορούν στο εδαφικό μοντέλο [Πηγή: ENVI-met].

3.2.5.3 Αρχεία Υποδοχέων (Receptor Files)

Μια σημαντική ομάδα αρχείων είναι τα αρχεία υποδοχέων, στα οποία υπάρχουν οι πληροφορίες για την κατάσταση της ατμόσφαιρας, των επιφανειών και του εδάφους, σε επιλεγμένα σημεία εντός του μοντέλου. Στον τομέα αυτόν υπάρχουν οι διάφορες μεταβλητές που αποθηκεύονται στα αρχεία υποδοχέων. Η βασική δομή των αρχείων υποδοχέων της ατμόσφαιρας, των επιφανειών και του εδάφους είναι η ίδια, όμως το πλήθος και το είδος των πληροφοριών διαφέρουν.

Τα δεδομένα των υποδοχέων αποθηκεύονται με δύο τρόπους:

- Εν είδει «στιγμιότυπου», αποθηκεύεται σε ένα αρχείο η τρέχουσα κατάσταση του μοντέλου στις θέσεις των υποδοχέων.
- Σε ένα διαφορετικό αρχείο δημιουργείται μια χρονική ακολουθία των καταστάσεων του μοντέλου κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Ο πρώτος τρόπος αποθήκευσης είναι χρήσιμος όταν πρέπει να αναλυθούν τα δεδομένα για το μοντέλο σε διαφορετικούς υποδοχείς, την ίδια χρονική στιγμή. Αυτό διότι θα ήταν ασύμφορο, αν ο χρήστης έπρεπε να διαγράψει πρώτα όλα τα αρχεία «χρονικά βήματα» του αρχείου. Έτσι, παράγεται ένα αρχείο για κάθε υποδοχέα, κάθε φορά που έχουμε εξαγωγή αποτελεσμάτων. Ο δεύτερος τρόπος αποθήκευσης είναι χρήσιμος στην περίπτωση που ενδιαφερόμαστε για τη χρονική εξέλιξη διαφόρων μεταβλητών, σε μία συγκεκριμένη θέση κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Όταν, λοιπόν, συμβαίνει αυτό είναι αναγκαία μία πλήρης χρονική ακολουθία.

Το πρόγραμμα ENVI-met δημιουργεί και τους δύο τύπους αρχείων (εκτός από την περίπτωση των επιφανειών/ροών, στην οποία δε δημιουργείται το «αρχείο στιγμιότυπου»), γεγονός που προκαλεί την παραγωγή ενός τεράστιου αριθμού αρχείων. Για την καλύτερη οργάνωσή τους, δημιουργείται ένας υποφάκελος για κάθε υποδοχέα ο οποίος αποθηκεύεται στη διεύθυνση (directory) των υποδοχέων\receptors. Έτσι, αν για τα αρχεία που δημιουργούνται κατά την πραγματοποίηση μιας προσομοίωσης, επιλέξουμε ως βασικό όνομα αρχείων το “MySim” και r1 είναι ένας από τους υποδοχείς που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν, θα λάβουμε τα ακόλουθα αρχεία:

1. ATM <ημερομηνία> <ώρα> MySim r1.dat
2. ATM MySim r1.dat
3. SOI <ημερομηνία> <ώρα> MySim r1.dat
4. SOI MySim r1.dat
5. FLX MySim r1.dat

Τα αρχεία (1) και (2) περιέχουν δεδομένα για την κατάσταση της ατμόσφαιρας στον υποδοχέα r1, ενώ τα αρχεία (3) και (4) για την κατάσταση του εδαφικού μοντέλου. Τέλος, στο αρχείο (5) τα δεδομένα αφορούν στις συνθήκες των επιφανειών και στις ροές που λαμβάνουν χώρα σε αυτές. Πάντως, όλα τα αρχεία θα αποθηκεύονται στο φάκελο \receptors\r1.

Τα αρχεία-στιγμιότυπα δείχνουν την κατάσταση του μοντέλου τη στιγμή που αυτή αποθηκεύεται. Αναγνωρίζονται εύκολα, καθώς περιλαμβάνουν την ημερομηνία και την ώρα στο όνομά τους. Στην προηγούμενη λίστα, τέτοια είναι τα αρχεία (1) και (3). Η δομή των αρχείων-στιγμιότυπων είναι η εξής:

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(1)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(2)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

...

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(N)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

Επαναλαμβάνεται ότι τα αρχεία αυτά δείχνουν, μέσω των διαφόρων μεταβλητών, την κατάσταση στο μοντέλο τη στιγμή που δημιουργήθηκαν. Στο αρχείο που αφορά στην ατμόσφαιρα οι τιμές του z αυξάνουν, ξεκινώντας από το πρώτο επίπεδο (στρώση) κελιών ακριβώς πάνω από το έδαφος και φθάνοντας έως την κορυφή του τρισδιάστατου μοντέλου. Στην περίπτωση του εδαφικού μοντέλου οι τιμές του z αυξάνουν αρχίζοντας από την πρώτη εδαφική στρώση, ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και φθάνοντας έως τη βαθύτερη στρώση του εδαφικού μοντέλου. Στην προκείμενη περίπτωση, το z μετρείται σε εκατοστά (cm).

Τα αρχεία χρονικής εξέλιξης περιέχουν την κατάσταση του μοντέλου, όπως αυτή καταγράφηκε καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης. Ακριβώς γι' αυτόν το λόγο, δεν περιέχουν ημερομηνία και ώρα στο όνομά τους. Τέτοια είναι τα αρχεία (2), (4) και (5). Η δομή τους, που φαίνεται αμέσως παρακάτω, είναι ουσιαστικά ίδια με αυτήν των αρχείων-στιγμιότυπων με τη διαφορά ότι όλα τα «χρονικά βήματα», ολόκληρης της προσομοίωσης καταγράφονται στον ίδιο φάκελο.

Πρώτο «μπλοκ» για τη χρονική στιγμή $t=0$

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(1)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(2)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

...

<ημερομηνία> <ώρα> <ύψος z(N)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

Δεύτερο «μπλοκ» για τη χρονική στιγμή $t=t+\Delta t$

<ημερομηνία> < $t+\Delta t$ > <ύψος z(1)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

<ημερομηνία> < $t+\Delta t$ > <ύψος z(2)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

...

<ημερομηνία> < $t+\Delta t$ > <ύψος z(N)> <δεδομένο 1> <δεδομένο 2> ... <δεδομένο N>

και ούτω καθ' εξής. Έτσι, κάθε φορά που καταγράφεται η κατάσταση του μοντέλου στα αρχεία υποδοχέων, παράγεται ένα νέο «μπλοκ» το οποίο προστίθεται στο αρχείο. Το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ δύο διαδοχικών καταγραφών της κατάστασης του μοντέλου στα αρχεία υποδοχέων, δηλαδή το «χρονικό βήμα», επιλέγεται στο αρχείο διαμόρφωσης **.CF**.

Τα δεδομένα που περιέχονται στα αρχεία υποδοχέων της ατμόσφαιρας φαίνονται στο σχήμα 3.37. Και στα αρχεία στιγμιότυπου και στα αρχεία χρονικής εξέλιξης αποθηκεύονται τα ίδια δεδομένα. Το ίδιο ισχύει και για τα αρχεία υποδοχέων του εδάφους (Εικ.3.36).

NR	FIELD	UNIT	MEANING
1	Date	-	Date of the model time (String)
2	Time	-	Model time of clock at output (String)
3	Time	(min)	Model time in min since start
4	-z	cm	Depth in cm (positive)
5	T	K	Soil Temperature
6	eta	m ³ /m ³	Volumetric Water Content

Εικ.3.36: Δεδομένα που περιέχονται στα αρχεία υποδοχέων του εδάφους [Πηγή: ENVI- met].

NR	FIELD	UNIT	MEANING
1	Date	-	Date of the model time (String)
2	Time	-	Model time of clock at output (String)
3	Time	(min)	Model time in min since start
4	z	m	Model height of data
5	u	m/s	Wind speed u-component
6	v	m/s	Wind speed v-component
7	w	m/s	Wind speed w-component
8	wSpeed	m/s	Total wind speed
9	wDir	°	Wind direction, 0=North, Rotation corrected
10	T	K	Air temperature
11	dT/dt	K/h	Change of Air Temperature with time
12	q	g/kg	Specific Humidity Air
13	Km	m ² /s	Exchange Coefficient Impulse
14	Km_nrm	-	Km normed with logarithmic law
15	E	m ² /s ²	Turbulent Kinetic Energy
16	ε	m ³ /s ²	Dissipation of TKE
17	LAD	m ² /m ³	Leaf Area Density
18	Tleaf	K	Leaf Foliage Temperature (0 if no leaves)
19	Hf	W/m ²	Sensible Heat Flux from Leafs to Air
20	LEf	W/m ²	Latent Heat Flux from Leafs to Air
21	rs	m/s	Stomata Resistance (0 if no leaves)
22	CO2	mg/m ³	CO2 Concentration
23	CO2_flux	mg/(kg*s)	CO2 Flux at plants (if A-gs model used)
24	KW_rad	W/m ²	Shortwave Direct Radiation
25	p'	Pa	Pressure Perturbation
26	m	mg/m ³	Mass concentration
27	Emech		Mechanical Production of TKE
28	Rlw_warming	K/h	Air temperature change due to longwave flux divergence

Εικ.3.37: Δεδομένα που περιέχονται στα αρχεία υποδοχέων της ατμόσφαιρας [Πηγή: ENVI- met].

Αντιθέτως, τα αρχεία υποδοχέων των επιφανειών/ροών είναι αποκλειστικά αρχεία χρονικής εξέλιξης και τα δεδομένα που περιέχονται σε αυτά φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.

NR	FIELD	UNIT	MEANING
1	Date	-	Date of the model time (String)
2	Time	-	Model time of clock at output (String)
3	Time	(min)	Model time in min since start
4	z	m	Always zero, for compatibility with the other receptor files
5	T0	K	Surface Temperature
6	dT0/dt	K/h	Change in Surface Temperature
7	q0	g/kg	Surface Humidity
8	uvl	m/s	Horizontal Wind Speed above surface
9	wl	m/s	Vertical Component Wind Speed above surface (positive: upward)
9	Tl	K	Air temperature of grid point above the surface
10	H	W/m ²	Sensible Heat Flux
11	LE	W/m ²	Latent Heat Flux
12	G	W/m ²	Soil Heat Flux, positive: directed into the soil
13	Km	m ² /s	Mass Exchange Coefficient at Surface
14	Kh	m ² /s	Turbulent Exchange Coefficient for Heat at Surface
15	Qkw	W/m ²	Max Direct Shortwave Radiation
16	Qlw_Budg	W/m ²	Longwave Radiation Budget of surface
17	Qlw_surf	W/m ²	Longwave Emission of Surface
18	Qlw_sky	W/m ²	Absorbed Longwave Radiation from the Sky
19	Qlw_leaf	W/m ²	Absorbed Longwave Radiation from Vegetation
20	Qlw_envir	W/m ²	Absorbed Longwave Radiation from Environment (Buildings)

Εικ.3.38: Δεδομένα που περιέχονται στα αρχεία υποδοχέων των επιφανειών/ροών [Πηγή: ENVI-met].

3.2.5.4 Αρχεία Μονοδιάστατου Μοντέλου (1D-Model Files)

Παράλληλα με το κύριο, τρισδιάστατο μοντέλο, στο πρόγραμμα ENVI-met «τρέχει» και ένα μονοδιάστατο μοντέλο, έτσι ώστε να παραχθούν διαφορετικές αρχικές και συνοριακές συνθήκες. Η κατάσταση του μονοδιάστατου μοντέλου αποθηκεύεται κάθε φορά που αποθηκεύονται τα κύρια δεδομένα του μοντέλου. Τα αρχεία αυτά είναι τύπου ASCII και ο χρήστης μπορεί να τα εντοπίσει στο φάκελο \inflow, δηλαδή στη θέση:

(Κύριος Φάκελος)\Inflow\Inflow MySim <ώρα> <ημερομηνία >.1D

Το πεδίο των διαφόρων δεδομένων που αποθηκεύονται στα αρχεία αυτά και περιγράφουν την κατάσταση του μονοδιάστατου μοντέλου φαίνεται στο σχήμα της σελίδας που ακολουθεί (Εικ. 3.39).

NR	FIELD	UNIT	MEANING
1	z	m	Height of data
2	u	m/s	Wind speed u-component
3	v	m/s	Wind speed v-component
4	T	K	Air temperature
5	q	g/kg	Specific Humidity Air
6	Ri		Richardson Number
7	Km	m ² /s	Exchange Coefficient Impulse
8	E	m ² /s ²	Turbulent Kinetic Energy
9	επς	m ³ /s ²	Dissipation of TKE
10	E_prod		Production of E
11	E_therm		Thermal E production
12	E_trans		Transport of E
13	Km_limit	m ² /s	Limit of Km if using E-eps model
14	L_diag	m	Mixing Length calculated using the diagnostic approach
15	l_prog	m	Mixing Length calculated from the E/eps data

Εικ. 3.39: Δεδομένα που περιέχονται στα αρχεία μονοδιάστατου μοντέλου [Πηγή: ENVI- met].

3.2.6 Ορισμός Ψευδωνύμων (MYALIAS.DAT)

Τα **ALIAS** είναι λέξεις-κλειδιά οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί των directories (οδηγοί). Όταν το ENVI-met χρειάζεται πληροφορίες για τη θέση ενός συγκεκριμένου αρχείου, μπορεί να γίνει χρήση ενός alias αντί της πλήρους διαδρομής (path) που οδηγεί στο αρχείο αυτό. Στην έκδοση 3.0 είναι, πλέον, δυνατόν ο χρήστης να δημιουργήσει τη δική του λίστα με alias.

Σε προηγούμενες εκδόσεις του ENVI-met, όλα τα directories που χρησιμοποιούσε μια προσομοίωση, έπρεπε να δίνονται με σαφή και συγκεκριμένο τρόπο. Αν, για παράδειγμα, τα εισαγόμενα αρχεία ήταν τοποθετημένα σε ένα φάκελο με όνομα c:\simulation\area1, έπρεπε να εισάγεται ακριβώς αυτό το “path” κάθε φορά που χρειάζονταν να γίνει αναφορά στα εισαγόμενα αρχεία (π.χ. η αναφορά στο αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN**, που γίνεται στο αρχείο διαμόρφωσης **.CF**). Έτσι, στην περίπτωση που ο χρήστης αποφάσιζε να αλλάξει το όνομα του φακέλου ή να αναδιοργανώσει το αρχείο, έπρεπε να αλλάξει όλες τις αντίστοιχες αναφορές. Επίσης, στην περίπτωση που δούλευε σε διαφορετικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, ήταν αναγκασμένος να διατηρεί την ίδια δομή στα directories, ώστε να μπορεί να κάνει χρήση των αρχείων χωρίς πρώτα να προβεί σε τροποποιήσεις.

Μέσω των **ALIAS**, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίζει ένα ή περισσότερα διαφορετικά

ψευδώνυμα σε κάθε προσομοίωση και στη συνέχεια να τα χρησιμοποιεί στο αρχείο διαμόρφωσης **.CF**. Εάν χρειαστεί να αλλάξει τη δομή των αρχείων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίον εργάζεται, θα πρέπει απλώς να φροντίσει ώστε να ενημερωθούν οι ορισμοί των ψευδωνύμων και έτσι τα αρχεία θα μπορούν να δουλέψουν. Στην περίπτωση χρήσης διαφορετικών ηλεκτρονικών υπολογιστών, τα directories μπορούν να αποθηκεύονται οπουδήποτε, αρκεί το αρχείο όπου ορίζονται τα **ALIAS** να οδηγεί το ENVI-met στους σωστούς φακέλους.

Τα ψευδώνυμα ορίζονται στο καθολικό αρχείο **MYALIAS.DAT**, το οποίο βρίσκεται στο φάκελο \input. Το αρχείο αυτό «φορτώνεται» όταν εκτελείται το ENVI-met. Αν ο χρήστης κάνει αλλαγές στα δεδομένα του **MYALIAS.DAT** κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του ENVI-met, αυτές θα πρέπει να γίνουν χειροκίνητα. Επίσης θα πρέπει να «ξαναφορτώσει» το αρχείο **.CF** εάν αυτό χρησιμοποιεί ένα από τα αλλαγμένα ALIAS. Το **MYALIAS.DAT** είναι ένα απλό αρχείο κειμένου (ASCII) και μπορεί να ανοιχθεί και να τροποποιηθεί με οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου. Η μορφή του φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

```
01: *[areal]=c:\simulation\areal
02: *[trees]=d:\envimet\trees_in_streets
03: [trees_out]=[trees]\output
04: *[Co2]=d:\envimet sim\C02 impact
05: [co2_input]=[co2]\input
06: [co2_output]=[co2]\output
(...)
```

Εικ. 3.40: Αρχείο MYALIAS.DAT [Πηγή: ENVI-met].

Βασικά, ο χρήστης πρέπει να πληκτρολογήσει το ψευδώνυμο που θέλει να χρησιμοποιήσει σε μια προσομοίωση, μέσα σε αγκύλες [...] ακολουθούμενες από το σύμβολο “=” και τη διαδρομή (path) που οδηγεί στον εκάστοτε φάκελο (Παρ’ όλο που είναι δυνατόν να ανατεθούν φάκελοι οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικούς υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο, υπάρχει ο κίνδυνος τα paths να μην είναι διαθέσιμα κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης και για το λόγο αυτό η μέθοδος αυτή δε συνιστάται).

Όταν τοποθετείται αστερίσκος (*) μπροστά από ένα ψευδώνυμο, τότε αυτό αντιμετωπίζεται ως project alias (ψευδώνυμο μιας συγκεκριμένης προσομοίωσης) όπως, για παράδειγμα, στη γραμμή 01 του σχήματος 3.40. Τα alias αυτά θα εμφανίζονται στη λίστα “Active Project” στον πίνακα ελέγχου του ENVI-met. Επιλέγοντας μια προσομοίωση, θα ανοίγει αυτομάτως ο σωστός φάκελος για την επιλογή αρχείων.

Τέλος, η σειρά με την οποία ορίζονται τα διάφορα ψευδώνυμα δεν είναι δεσμευτική. Για παράδειγμα, το ψευδώνυμο [trees] ορίζεται στη γραμμή 02 και χρησιμοποιείται για τον ορισμό του [trees_out] στη γραμμή 03. Υπάρχει η δυνατότητα να οριστούν έως και 50 διαφορετικά alias (μέχρι 80 χαρακτήρες, χωρίς διάκριση ανάμεσα σε πεζούς ή κεφαλαίους). Τα ψευδώνυμα [HOME], [INPUT] και [OUTPUT] υπάρχουν ήδη στο ENVI-met και οδηγούν στο directory του συστήματος και στους προκαθορισμένους φακέλους εισαγωγής (input) και εξαγωγής (output) δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Χειρισμός του προγράμματος προσομοίωσης Envi-Met

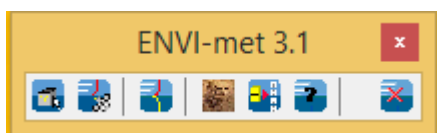
4.1 Εισαγωγή

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης του προγράμματος, στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή εμφανίζεται το εικονίδιο συντόμευσης του ENVI-met.



Εικ. 4.1: Εικονίδιο συντόμευσης του προγράμματος ENVI-met [Πηγή: ENVI-met].

Ανοίγοντας το πρόγραμμα εμφανίζεται στην οθόνη η κύρια «μπάρα» επιλογών του Envi-met (εικ.4.2)



Εικ 4.2: Αρχικό παράθυρο του προγράμματος ENVI-met [Πηγή: ENVI-met].

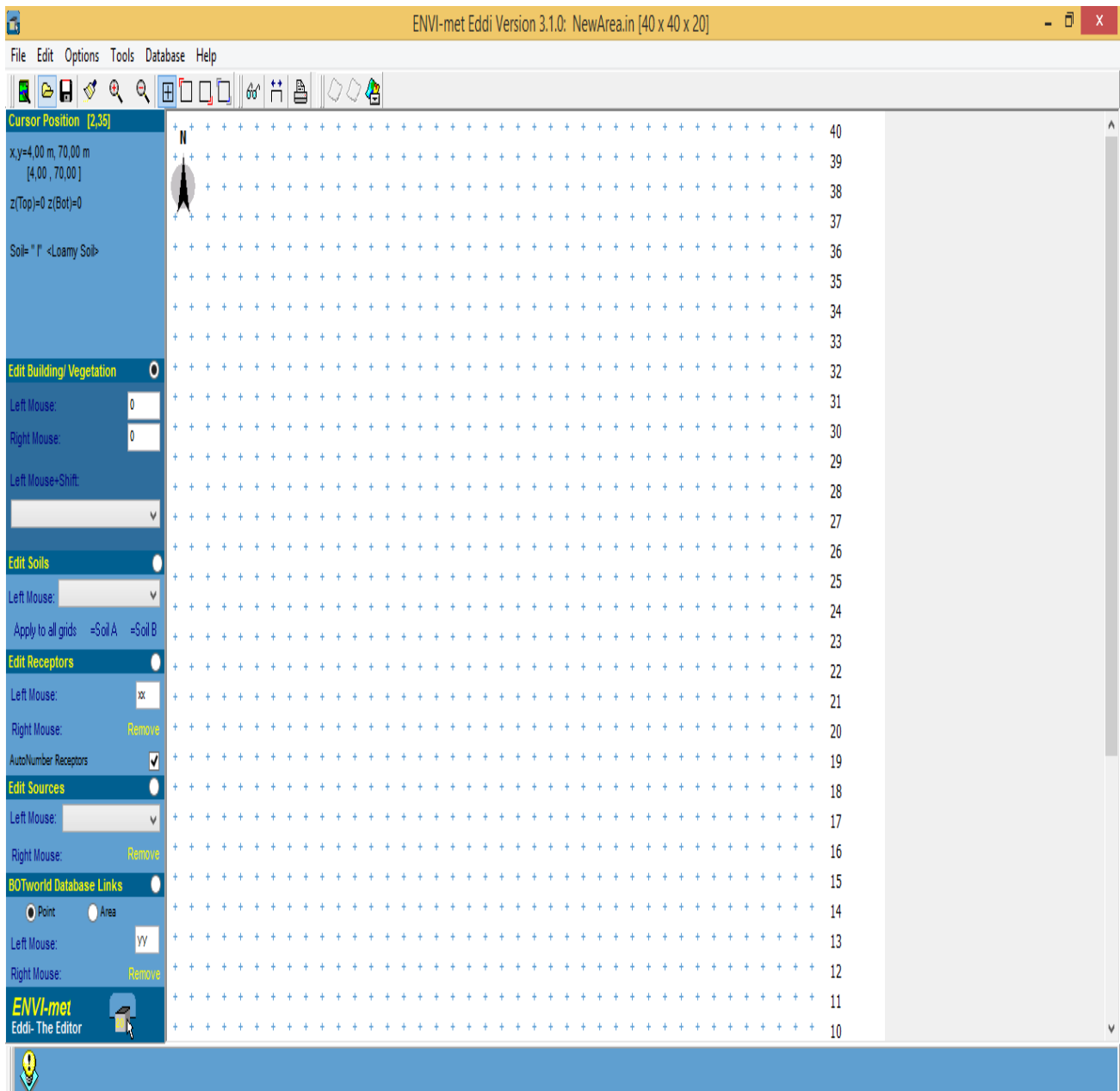
Στο παράθυρο αυτό περιέχονται 7 εικονίδια. Το πρώτο από αριστερά αφορά στην δημιουργία του αρχείου εισαγωγής περιοχής **.IN** ενώ το δεύτερο στη δημιουργία του κύριου αρχείου διαμόρφωσης **.CF**. Το τρίτο εικονίδιο χρησιμοποιείται για την έναρξη της προσομοίωσης, όταν θα έχει ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων. Το τέταρτο εικονίδιο ανοίγει το πρόγραμμα **Leonardo**, το οποίο περιέχεται στο ENVI-met και αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την επεξεργασία και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Το επόμενο εικονίδιο ανοίγει το **Xtract**, το οποίο είναι επίσης ένα υποπρόγραμμα του ENVI-met που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή και τη διαχείριση των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια υπάρχει το εικονίδιο που ανοίγει το μενού **help**, το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την εκμάθηση του προγράμματος και τέλος, με το τελευταίο εικονίδιο κλείνουμε το πρόγραμμα.

4.2 Εισαγωγή δεδομένων

Όπως αναφέρεται και στα προηγούμενα κεφάλαια 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.

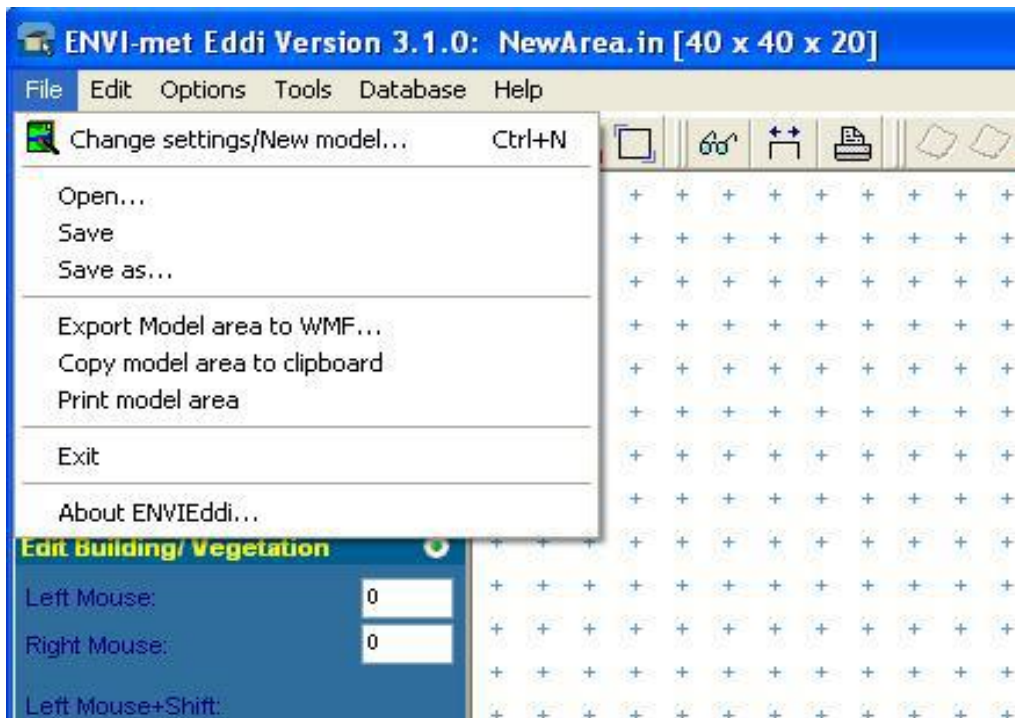
4.2.1 Δημιουργία του αρχείου εισαγωγής περιοχής **.IN**

Επιλέγοντας το πρώτο εικονίδιο στο παράθυρο της εικόνας 4.2, ανοίγει ο επεξεργαστής (Area Input File editor) μέσω του οποίου θα εισάγουμε τα στοιχεία του μοντέλου μας για να δημιουργήσουμε την περιοχή που επιθυμούμε να προσομοιώσουμε.

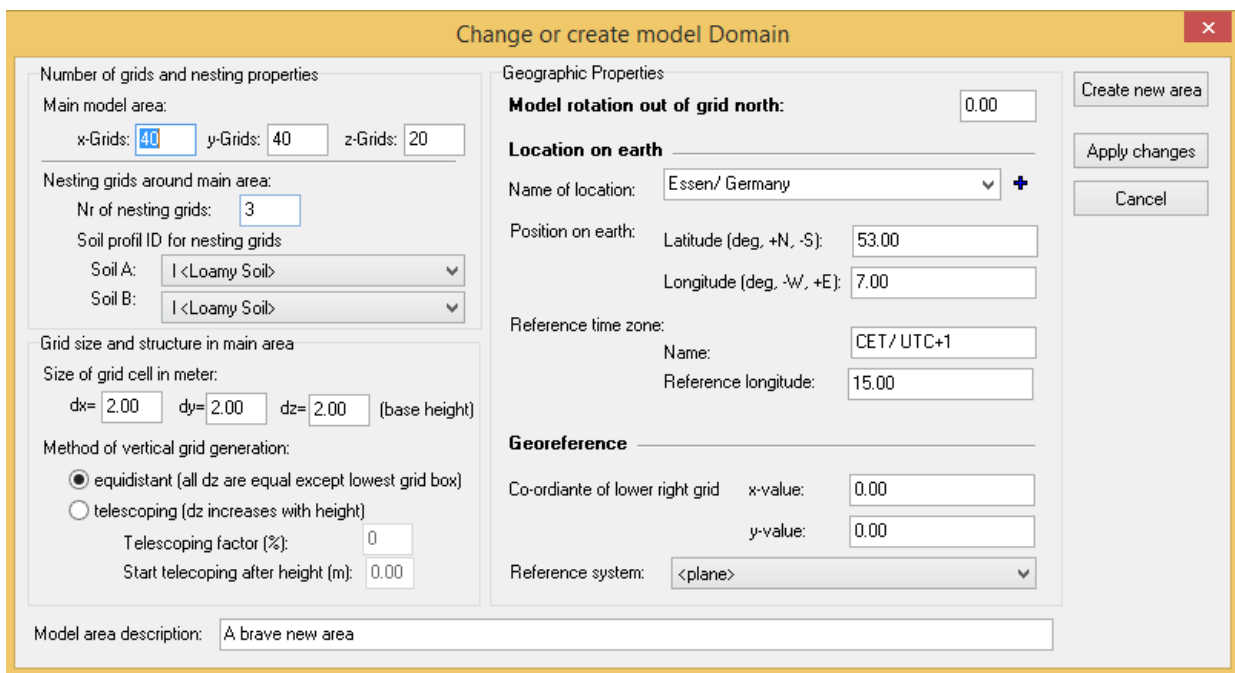


Εικ. 4.3: Area Input File editor [Πηγή: ENVI-met].

Με τη χρήση του editor, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα νέο αρχείο ή να επεξεργαστούμε κάποιο υπάρχον. Στο επάνω μέρος του παραθύρου αναγράφεται η έκδοση του προγράμματος, το όνομα που έχουμε δώσει στο αρχείο και ο αριθμός των υπολογιστικών κελιών κατά τους άξονες x, y και z (δεν περιλαμβάνονται αυτά της δευτερεύουσας ζώνης ~ nesting grids). Ακριβώς από κάτω, φαίνεται το βασικό μενού με τις επιλογές “File”, “Edit”, “Options”, “Tools”, “Database” και “Help” ενώ στην επόμενη γραμμή υπάρχουν συντομευμένες βασικών λειτουργιών του editor. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.4, πατώντας “File”, εμφανίζεται η επιλογή “Change settings/New model”. Επιλέγοντάς την, ανοίγει το παράθυρο του σχήματος 4.5.



Εικ 4.4: Μενού της επιλογής “File” στο Area Input File editor [Πηγή: ENVI-met].



Εικ 4.5: Παράθυρο για τη δημιουργία νέου ή την τροποποίηση υπάρχοντος Αρχείου Εισαγωγής Περιοχής [Πηγή: ENVI-met].

Στο σημείο αυτό εισάγουμε μια σειρά στοιχείων και δεδομένων που αφορούν στο μοντέλο προσομοίωσης και στην περιοχή ενδιαφέροντος. Αναλυτικά εισάγουμε:

- Καθορίζεται ο αριθμός των υπολογιστικών κελιών του κυρίως μοντέλου, κατά τις διευθύνσεις x, y και z (x-Grids, y-Grids, z-Grids)

- Καθορίζεται το πλήθος των ζωνών που περιβάλλουν το κυρίως μοντέλο απομακρύνοντάς το από τα όρια του υπολογιστικού πεδίου (Nr of nesting grids) καθώς επίσης και το προφίλ του εδάφους στην περιοχή των δευτερευόντων κελιών (Soil profiled for nesting grids).
- Εισάγεται το μέγεθος των υπολογιστικών κελιών κατά x,y,z (dx, dy και dz αντίστοιχα) (Size of grid cell in meter).
- Επιλέγεται μορφή του κατακόρυφου δικτύου (Method of vertical grid generation). Υπάρχει η επιλογή κελιών ίδιου και σταθερού ύψους (equidistant) και η επιλογή τηλεσκοπικών κελιών (telescoping). Για το δεύτερο είδος κελιών ορίζεται ένας συντελεστής, ο οποίος καθορίζει την επί τοις εκατό ποσοστιαία αύξηση του ύψους ενός κελιού, σε σχέση με το αμέσως προηγούμενό του (Telescoping factor %). Ακόμη, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού ενός συγκεκριμένου ύψους, μετά το οποίο θα αρχίσει η δημιουργία τηλεσκοπικών κελιών (Start telescoping after height (m)). Αναλυτική περιγραφή στο προηγούμενο κεφάλαιο
- Καθορίζεται η γωνία περιστροφής του μοντέλου, σε σχέση με το Βορρά (Model rotation out of grid north).
- Εισάγεται η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης. Επιπλέον, το πρόγραμμα περιέχει μία λίστα από πόλεις, στις οποίες αυτομάτως γίνεται ανάθεση του γεωγραφικού τους μήκους και πλάτους (Location on earth).
- Εισάγονται οι συντεταγμένες του κάτω δεξιά σημείου του μοντέλου στο παγκόσμιο σύστημα (Co-ordinate of lower right grid) και το σύστημα προβολής (Reference system). Τα στοιχεία αυτά δεν χρησιμοποιούνται ακόμη.

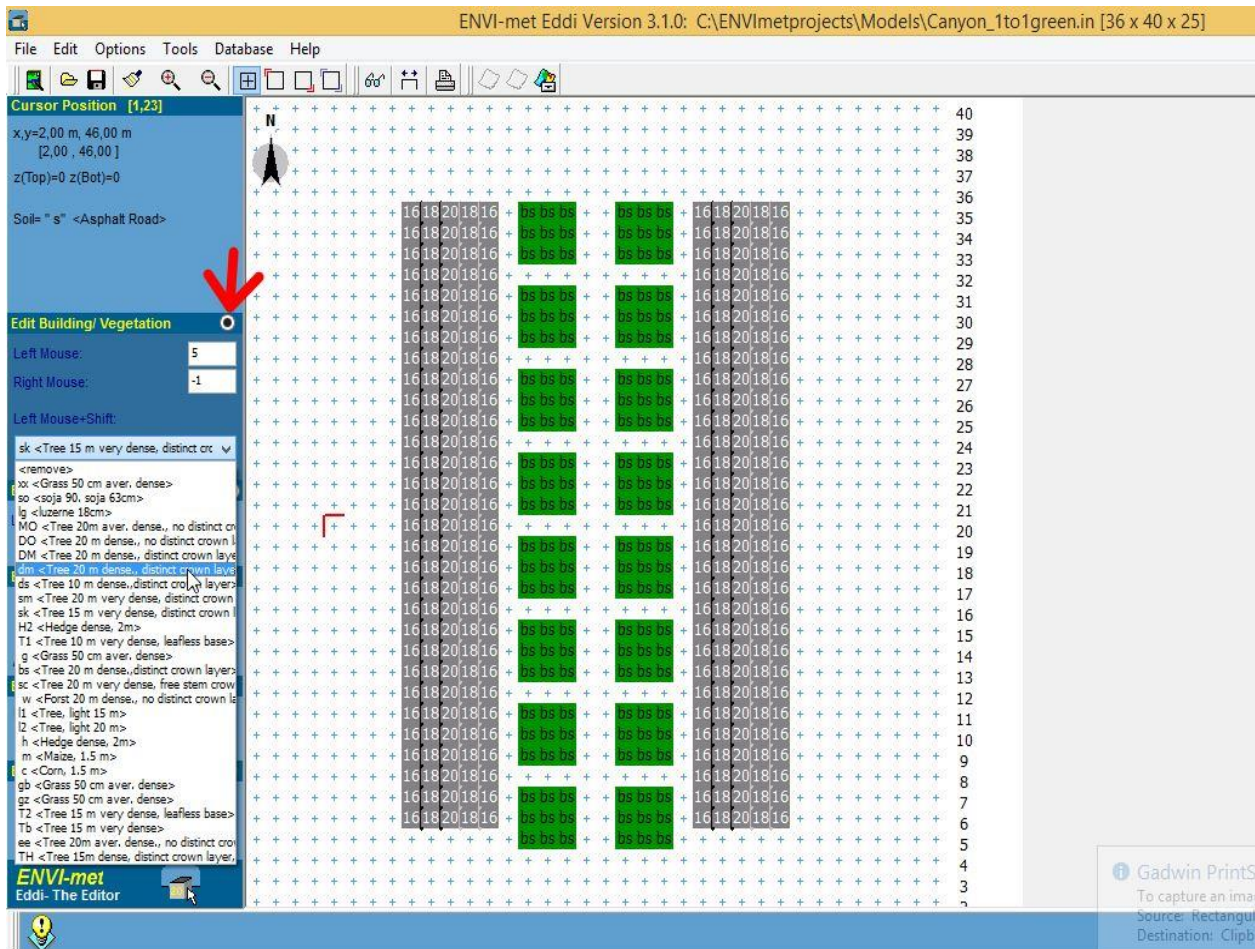
Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής των παραπάνω πληροφοριών, αποθηκεύουμε τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν, επιλέγοντας “Apply changes”. Έτσι, επιστρέφουμε στο κύριο παράθυρο του editor (Εικ. 4.3), για να συνεχίσουμε την κατάρτιση του αρχείου **.IN**. Τώρα θα πρέπει να δημιουργήσουμε την περιοχή που θέλουμε να προσομοιώσουμε, εισάγοντας τη θέση των κτιρίων, τη βλάστηση (δέντρα, φυτά, γρασίδι) και το έδαφος. Επίσης, θα τοποθετήσουμε τις θέσεις εκπομπής αερίων/σωματιδίων (πηγές) καθώς και τις θέσεις των υποδοχέων.

➤ **Εισαγωγή κτιρίων και βλάστησης**

Για να εισάγουμε τα κτίρια και τη βλάστηση της περιοχής προσομοίωσης, τσεκάρουμε την επιλογή “Edit Building/Vegetation”, που βρίσκεται στο αριστερό μέρος του παραθύρου (Εικ. 4.6). Στο πεδίο “Left mouse” συμπληρώνουμε το ύψος της κορυφής των κτιρίων σε μέτρα και στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας «αριστερό κλικ» τα σχεδιάζουμε σε κάτοψη στην περιοχή του κανάβου. Στο πεδίο “Right mouse” εισάγεται το ύψος του κάτω μέρους των κτιρίων (π.χ. για την προσομοίωση Pilotis) και στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας «δεξί κλικ» σχεδιάζουμε. Το ύψος του κτιρίου το δίνουμε σε μέτρα και όχι σε αριθμό κελιών. 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. Τέλος, για την αφαίρεσή τους από τον κάνναβο, χρησιμοποιούμε την ίδια μέθοδο, θέτοντας το ύψος κτιρίου ίσο με το μηδέν.

Στο πεδίο “Left mouse+shift”, πατώντας το εικονίδιο με το βέλος εμφανίζεται μία λίστα με τα διαθέσιμα είδη βλάστησης. Αφού γίνει η επιθυμητή επιλογή, πηγαίνουμε στον κάνναβο και χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα «αριστερό κλικ» και το πλήκτρο Shift, σχεδιάζουμε τη βλάστηση σε κάτοψη. Τα φυτά που εμφανίζονται στη λίστα είναι αυτά που περιέχονται στη βάση δεδομένων PLANTS.DAT. Αυτή η βάση δεδομένων μπορεί να εμπλουτιστεί με νέα είδη φυτών και δέντρων τα οποία θα έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (ύψος, είδος και πυκνότητα φυλλώματος κ.λπ.). Για να

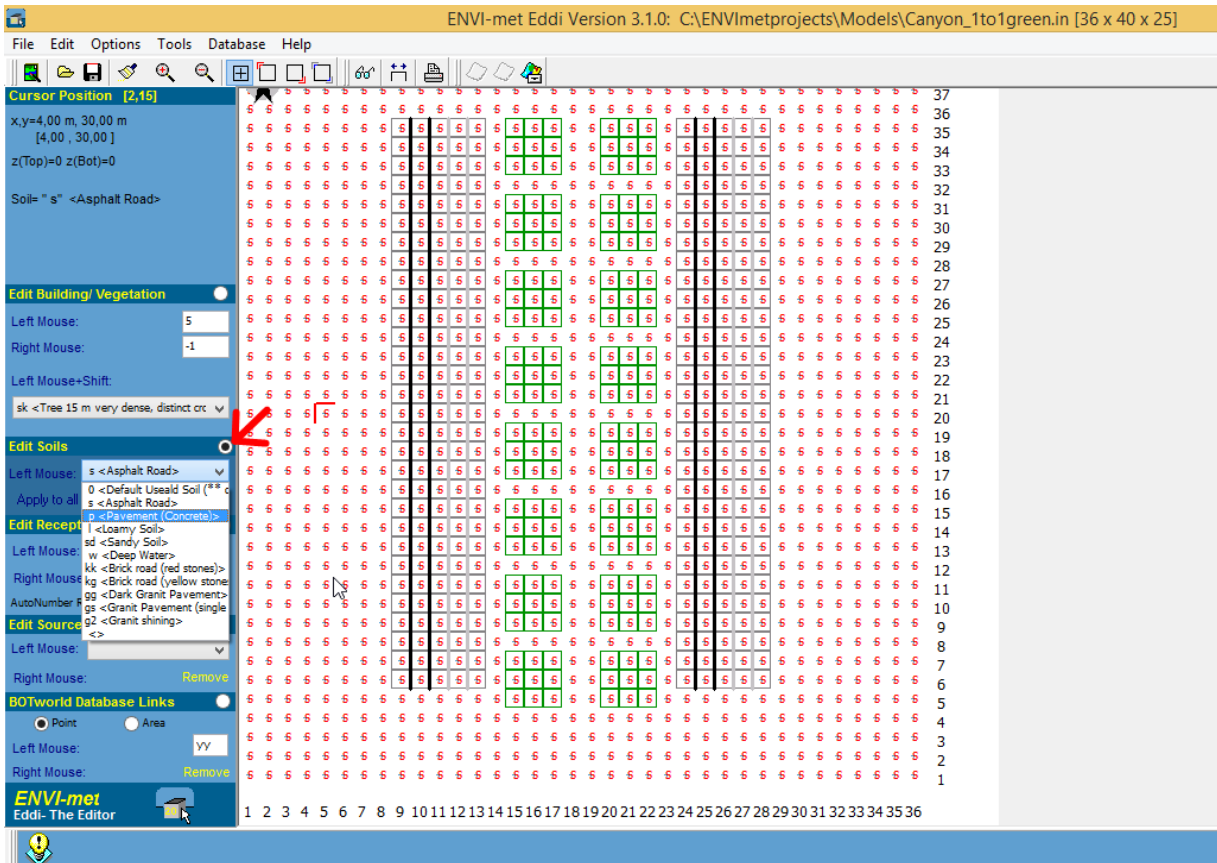
αφαιρέσουμε βλάστηση εκτελούμε την ίδια διαδικασία επιλέγοντας, όμως, “remove” στην παραπάνω λίστα. Εναλλακτικά, χρησιμοποιούμε ταυτόχρονα τα πλήκτρα Shift, Ctrl και «αριστερό κλικ».



Εικ 4.6: Εισαγωγή κτιρίων και φυτών [Πηγή: ENVI-met].

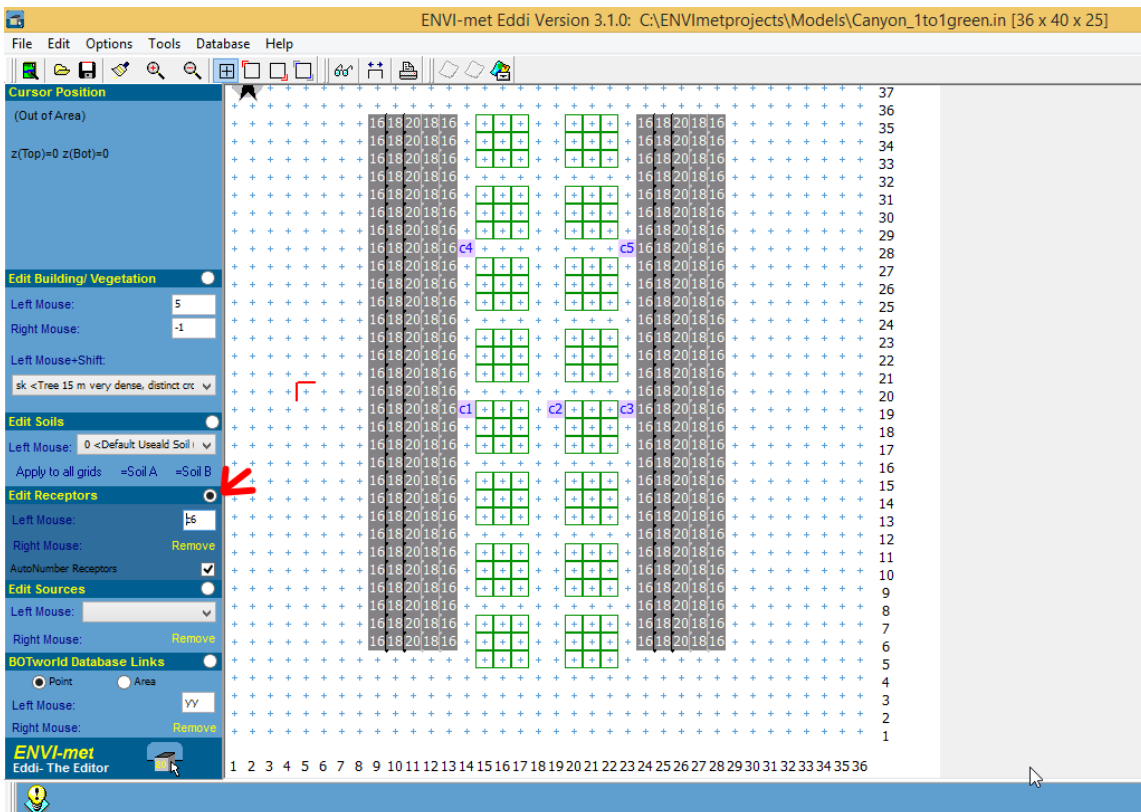
➤ Εισαγωγή εδάφους

Για να εισάγουμε το έδαφος της περιοχής προσομοίωσης, τσεκάρουμε την επιλογή “Edit Soils”, που βρίσκεται στο αριστερό μέρος του παραθύρου (Εικ 4.7). Στο πεδίο “Left mouse”, πατώντας το εικονίδιο με το βέλος εμφανίζεται μία λίστα με τους διαθέσιμους τύπους εδάφους. Αφού επιλέξουμε το επιθυμητό έδαφος, χρησιμοποιώντας «αριστερό κλικ» σχεδιάζουμε σε κάτοψη στον κάναβο, την περιοχή που καλύπτεται από το συγκεκριμένο τύπο εδάφους (π.χ. σχεδιάζουμε ένα δρόμο καλυμμένο με άσφαλο επιλέγοντας “Asphalt Road”, ή μία πλατεία καλυμμένη με πλάκες πεζοδρομίου, επιλέγοντας “Pavement”). Στην περίπτωση που θέλουμε να θέσουμε παντού τον ίδιο τύπο εδάφους, χρησιμοποιούμε το “Apply to all grids”. Τα εδάφη που εμφανίζονται στη λίστα είναι αυτά που περιέχονται στη βάση δεδομένων SOILS.DAT. Αυτή μπορεί να εμπλουτιστεί, με τον ίδιο τρόπο, όπως και στην περίπτωση των φυτών. Τέλος, σε όλα τα υπολογιστικά κελιά, υπάρχει η ρύθμιση να έχουν ως αρχικό έδαφος άργιλο (Loamy Soil). Για να θέσουμε κάποιο άλλο έδαφος, απλώς σχεδιάζουμε από πάνω.



Εικ 4.7: Εισαγωγή εδάφους [Πηγή: ENVI-met].

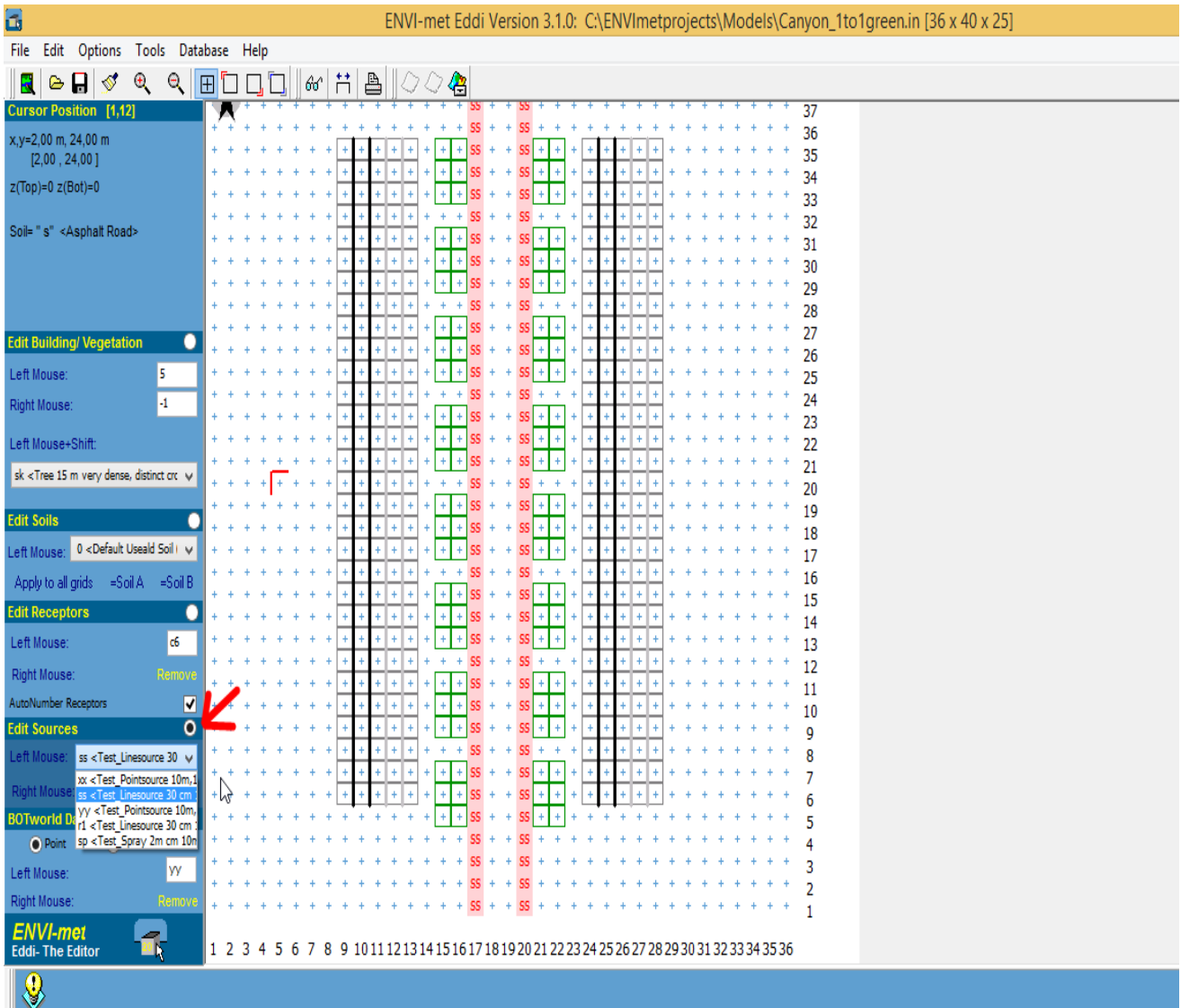
➤ Εισαγωγή υποδοχέων (Receptors)



Εικ. 4.8: Εισαγωγή υποδοχέων [Πηγή: ENVI-met].

➤ Εισαγωγή πηγών εκπομπής αερίων/σωματιδίων (Sources)

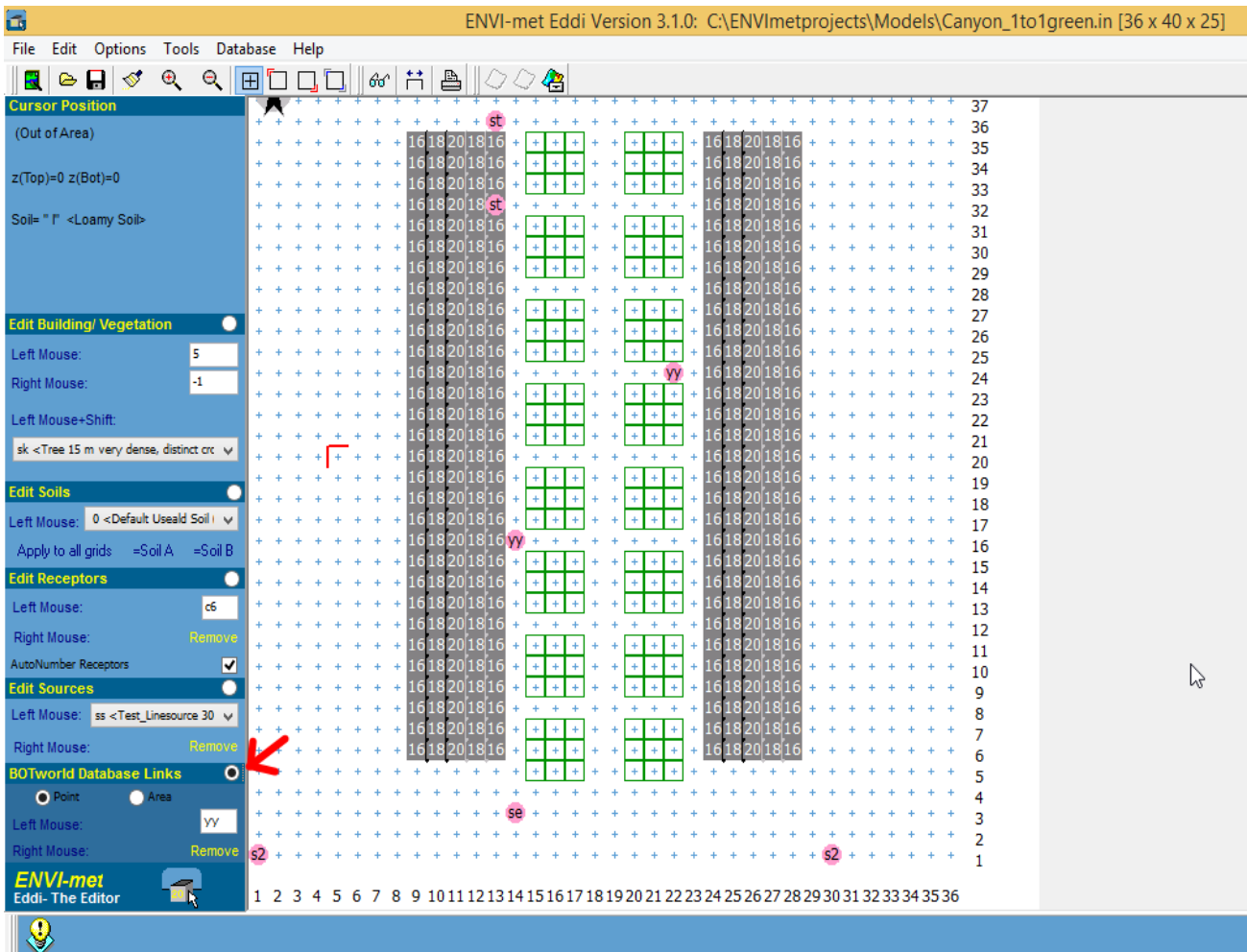
Για την εισαγωγή πηγών εκπομπής αερίων/σωματιδίων στην περιοχή προσομοίωσης, τσεκάρουμε την επιλογή “Edit Sources”, που βρίσκεται στο αριστερό μέρος του παραθύρου (Σχ. 4.9). Στο πεδίο “Left mouse” επιλέγουμε τον τύπο της πηγής και στη συνέχεια, με «αριστερό κλικ» στον κάναβο σχεδιασμού, την εισάγουμε στην επιθυμητή θέση. Το σχήμα της εκάστοτε πηγής ποικίλει, αφού μπορεί να είναι σημειακή ή γραμμική (π.χ. αν πρόκειται για ρύπους οχημάτων, σχεδιάζουμε μια γραμμική πηγή κατά μήκος του δρόμου). Για την αφαίρεση των πηγών απλώς χρησιμοποιούμε «δεξί κλικ».



Εικ. 4.9: Εισαγωγή πηγών εκπομπής αερίων/σωματιδίων [Πηγή: ENVI-met]

➤ Εισαγωγή σημείων για εξαγωγή δεδομένων για BOTworld

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.



Εικ. 4.10: Εισαγωγή πηγών εκπομπής αερίων/σωματιδίων [Πηγή: ENVI-met]

Επεξήγηση βασικής γραμμής εργαλείων

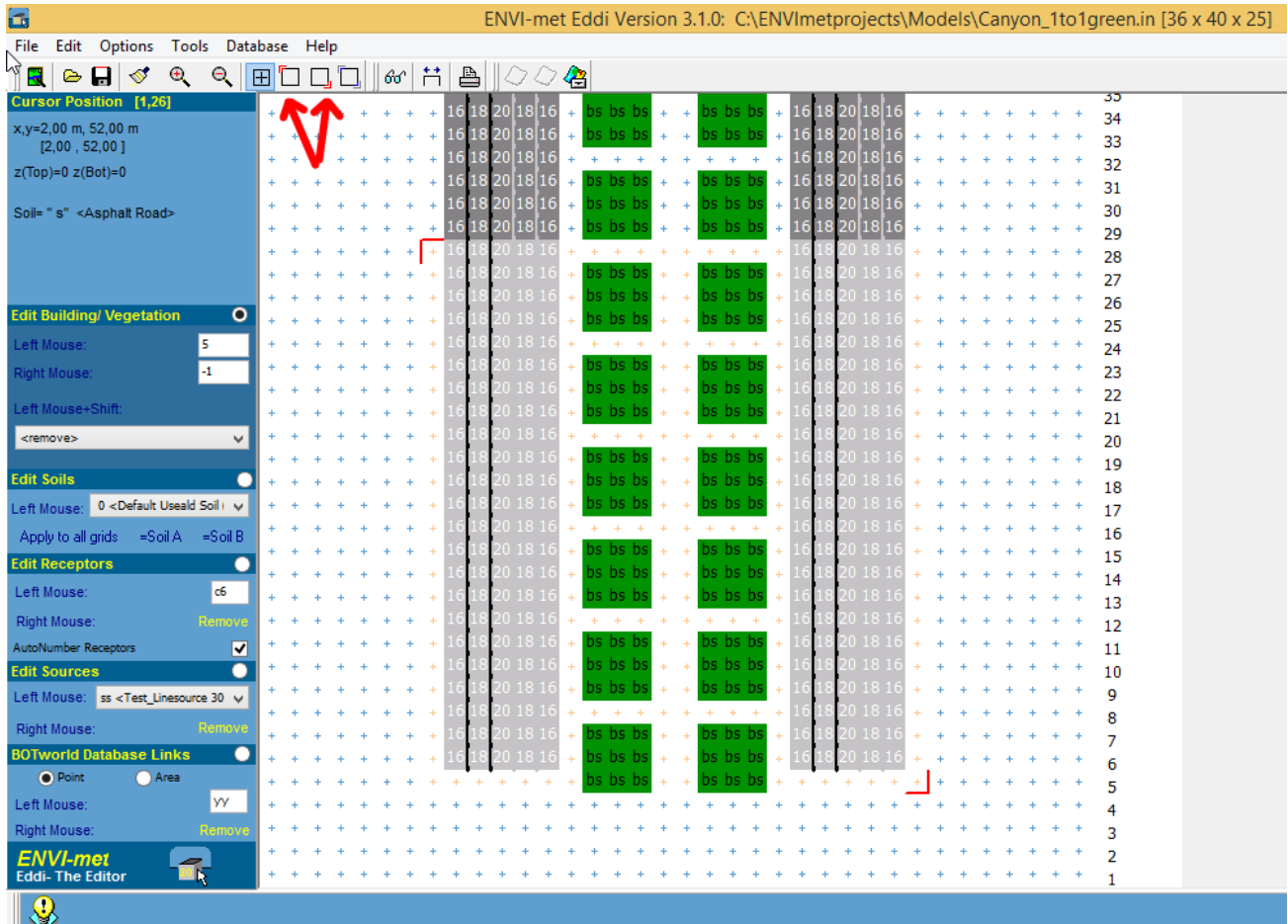


Εικ. 4.11: Βασικά εργαλεία του editor [Πηγή: ENVI-met].

- Το πρώτο από αριστερά εικονίδιο ανοίγει το παράθυρο για τη δημιουργία νέου ή την τροποποίηση υπάρχοντος Αρχείου Εισαγωγής Περιοχής (Εικ. 4.5).
- Το δεύτερο εικονίδιο ανοίγει το επιθυμητό αποθηκευμένο Αρχείο Εισαγωγής Περιοχής.
- Το τρίτο εικονίδιο αποθηκεύει το Αρχείο Εισαγωγής Περιοχής.
- Το τέταρτο εικονίδιο επανασχεδιάζει το μοντέλο.
- Το πέμπτο και το έκτο εικονίδιο αφορούν στον έλεγχο του μεγέθους της επιφάνειας σχεδίασης

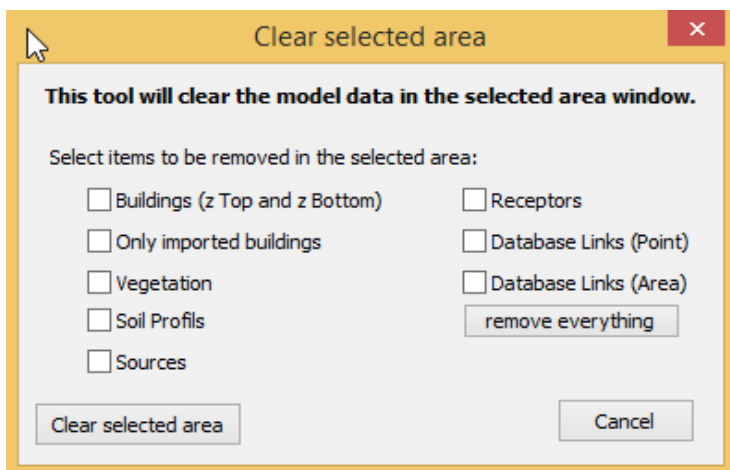
στην οθόνη (Zoom in, Zoom out).

- Το έβδομο εικονίδιο αποκρύπτει ή εμφανίζει τους σταυρούς στον κάναβο.
- Με τη βοήθεια του όγδοου και του ένατου εικονιδίου, μπορούμε να επιλέξουμε ένα τμήμα του μοντέλου (το επάνω αριστερά και το κάτω δεξιά όριο του) και στη συνέχεια να σβήσουμε τα δεδομένα του τμήματος αυτού, πηγαίνοντας στο μενού Edit > Clear model inside selection.



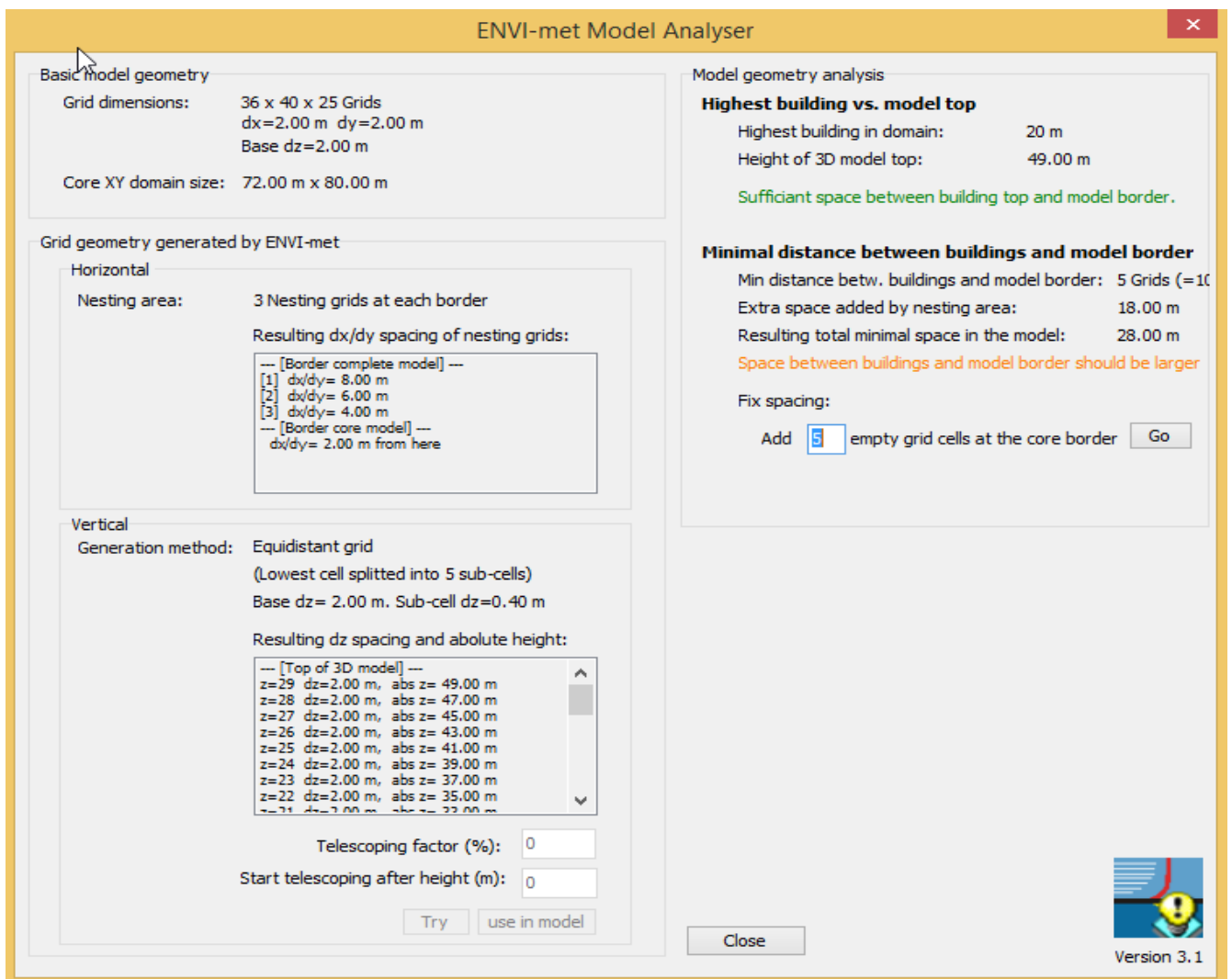
Εικ.4.12: Επιλογή περιοχής για διαγραφή στοιχείων [Πηγή: ENVI-met].

Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 4.13, στο οποίο ο χρήστης επιλέγει τα προς διαγραφή στοιχεία



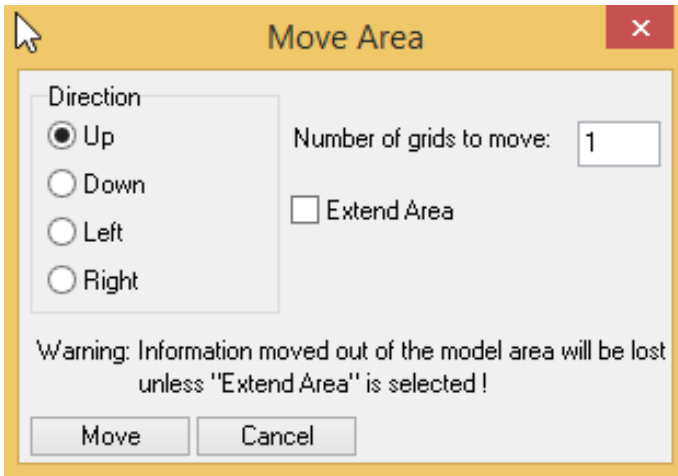
Εικ. 4.13: Επιλογή των προς διαγραφή στοιχείων στην επιλεγμένη περιοχή [Πηγή: ENVI- met].

- Το δέκατο εικονίδιο απαλείφει τα παραπάνω όρια
- Το ενδέκατο εικονίδιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επίτευξη μιας προσομοίωσης, η οποία θα δώσει αξιόπιστα και ακριβή, κατά το δυνατό, αποτελέσματα. Με τη χρήση του εμφανίζεται το παράθυρο με τίτλο “ENVI- met Model Analyzer” (Σχ. 4.14). Το παράθυρο αυτό μας δίνει μία σειρά πληροφοριών για το μοντέλο που έχουμε δημιουργήσει, όπως το πλήθος των υπολογιστικών κελιών και τις διαστάσεις τους, το μέγεθος (κάτοψη) του πυρήνα του μοντέλου, δηλαδή του κυρίως μοντέλου χωρίς τη δευτερεύουσα περιοχή, τον αριθμό των δευτερευουσών ζωνών που περιβάλλουν το κύριο μοντέλο, το είδος των υπολογιστικών κελιών όσον αφορά την κατακόρυφη διάσταση (κελιά σταθερού ύψους ή τηλεσκοπικά) κ.λπ. Οι σημαντικότερες, όμως, πληροφορίες είναι το ύψος του μοντέλου και το ύψος του υψηλότερου κτιρίου μέσα σε αυτό. Εφόσον το πρώτο είναι τουλάχιστον διπλάσιο του δεύτερου, εμφανίζεται μήνυμα (με πράσινα γράμματα) που μας ενημερώνει ότι υπάρχει αρκετός χώρος ανάμεσα στην κορυφή του υψηλότερου κτιρίου και το όριο του μοντέλου. Επίσης σημαντική, αν όχι σημαντικότερη, είναι η πληροφορία που αφορά στην απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των κτιρίων και του ορίου του μοντέλου στην οριζόντια διεύθυνση. Οι δύο τελευταίες παράμετροι που αναφέρθηκαν θα πρέπει να ελέγχονται πάντα πριν την πραγματοποίηση μιας προσομοίωσης, ώστε να μην προκύπτουν προβλήματα σύγκλισης και να λαμβάνονται σωστά αποτελέσματα.



Εικ 4.14: ENVI-met Model Analyzer [Πηγή: ENVI-met].

- Το δωδέκατο εικονίδιο, δίνει τη δυνατότητα μετακίνησης ολόκληρης της περιοχής προσομοίωσης, στη διεύθυνση που θέλουμε και κατά τον επιθυμητό αριθμό κελιών (Εικ. 4.15).

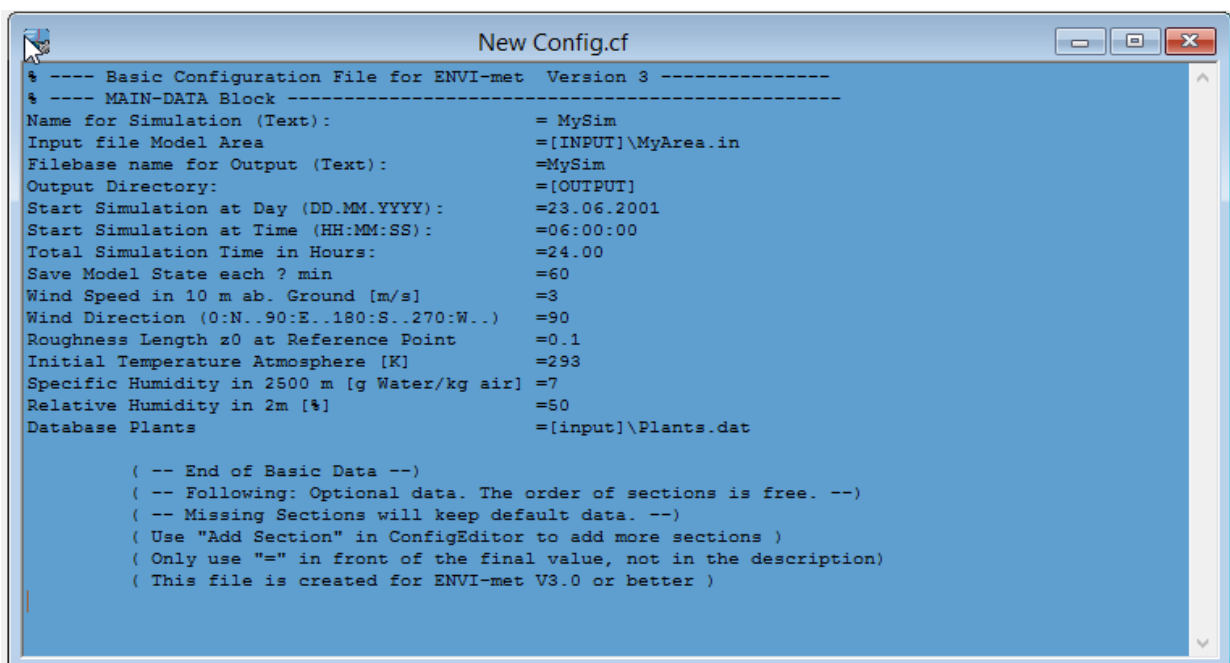


Εικ. 4.15: Μετακίνηση ολόκληρης της περιοχής προσομοίωσης [Πηγή: ENVI-met].

- Το δέκατο τρίτο εικονίδιο αφορά στην εκτύπωση.
- Τα τρία τελευταία εικονίδια αφορούν στη δυνατότητα εισαγωγής μιας εικόνας ως φόντο (background) στην περιοχή του κανάβου. Η δυνατότητα αυτή είναι πολύ σημαντική διότι η εικόνα (π.χ. ένα τοπογραφικό σχέδιο, μία κάτοψη ή μία αεροφωτογραφία του Google Earth) χρησιμεύει ως οδηγός για τη σχεδίαση της περιοχής προσομοίωσης

4.2.2 Δημιουργία του κύριου αρχείου διαμόρφωσης .CF

Επιλέγοντας το δεύτερο εικονίδιο στο αρχικό παράθυρο έναρξης του ENVI-met (Εικ.4.2), ανοίγει ο επεξεργαστής του κύριου αρχείου διαμόρφωσης (ENVI-met Configuration Editor). Μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα νέο αρχείο .CF ή να επεξεργαστούμε κάποιο υπάρχον. Για τη δημιουργία ενός νέου αρχείου, πηγαίνουμε στο μενού File > New Configuration, οπότε εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 4.16.

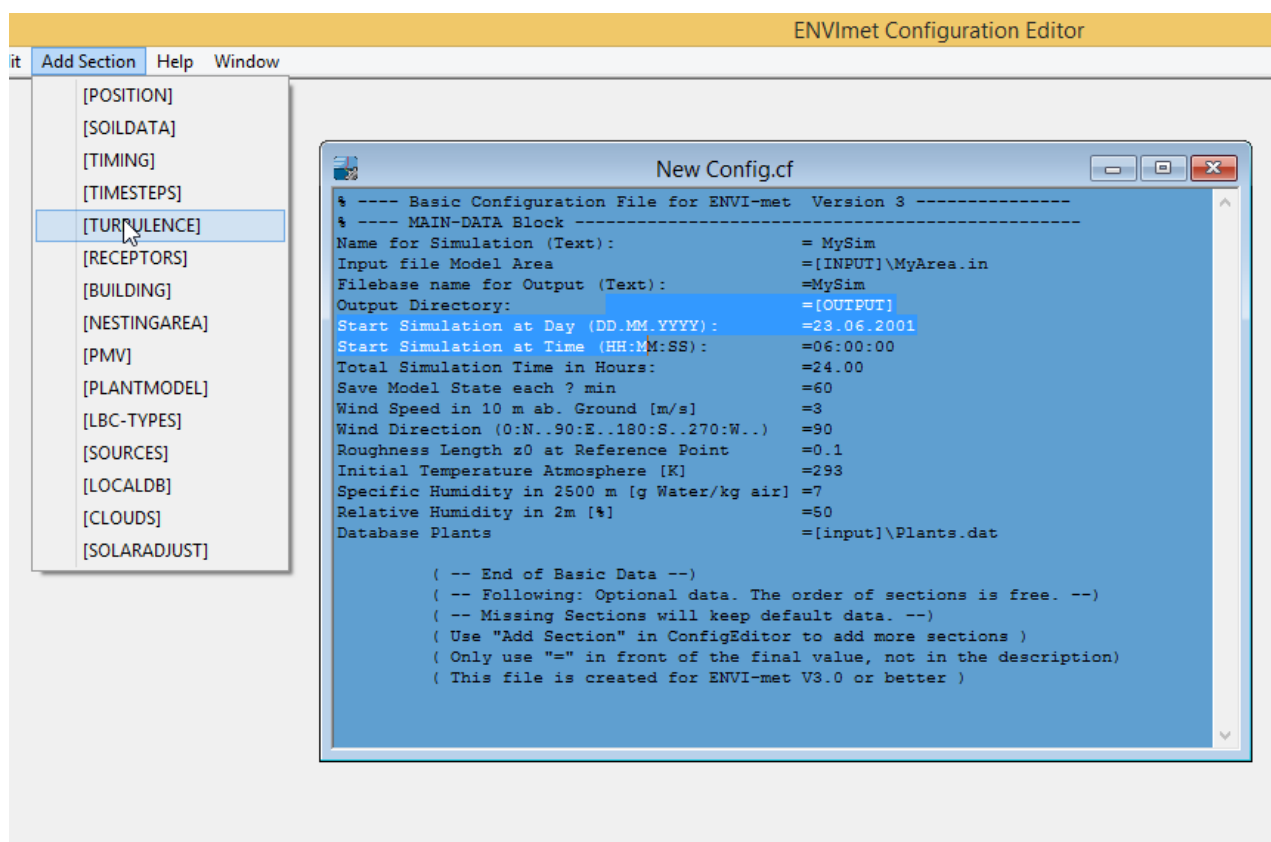


Εικ 4.16: Δημιουργία νέου αρχείου .CF και βασικές ρυθμίσεις [Πηγή: ENVI-met].

Η επεξεργασία του κύριου αρχείου διαμόρφωσης είναι απλή, καθώς έχει τη μορφή ενός αρχείου κειμένου (.txt file). Όπως έχει αναφερθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 3, αρχικά υπάρχουν μόνο οι βασικές και απαραίτητες για την προσομοίωση πληροφορίες. Για την προσθήκη περαιτέρω στοιχείων, χρησιμοποιούμε το μενού “Add section” και προσθέτουμε επιπλέον τομείς (Εικ. 4.17).

Για την εισαγωγή των ρυθμίσεων, απλώς σβήνουμε τις προκαθορισμένες και πληκτρολογούμε τις νέες. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον τρόπο γραφής τους, καθώς θα πρέπει να ακολουθείται αυστηρά η τυποποίηση (format) του αρχείου (λατινικοί χαρακτήρες, κενά, αριθμός δεκαδικών ψηφίων, τελεία ή κόμμα κ.λπ.), όπως επίσης και οι μονάδες μέτρησης των μεγεθών.

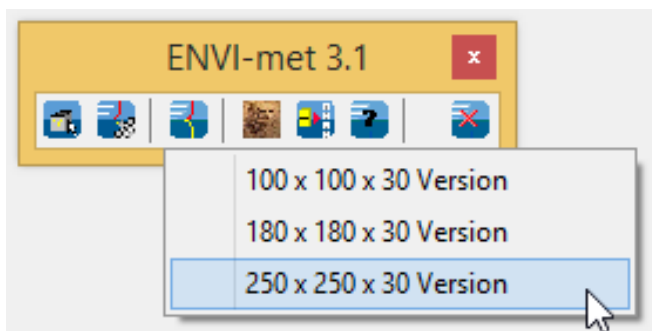
Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα Batch File, χρησιμοποιώντας το μενού File > New Batch-File.



Εικ. 4.17: Προσθήκη επιπλέον ρυθμίσεων από το μενού “Add Section” [Πηγή: ENVI-met].

4.3 Εκτέλεση της προσομοίωσης

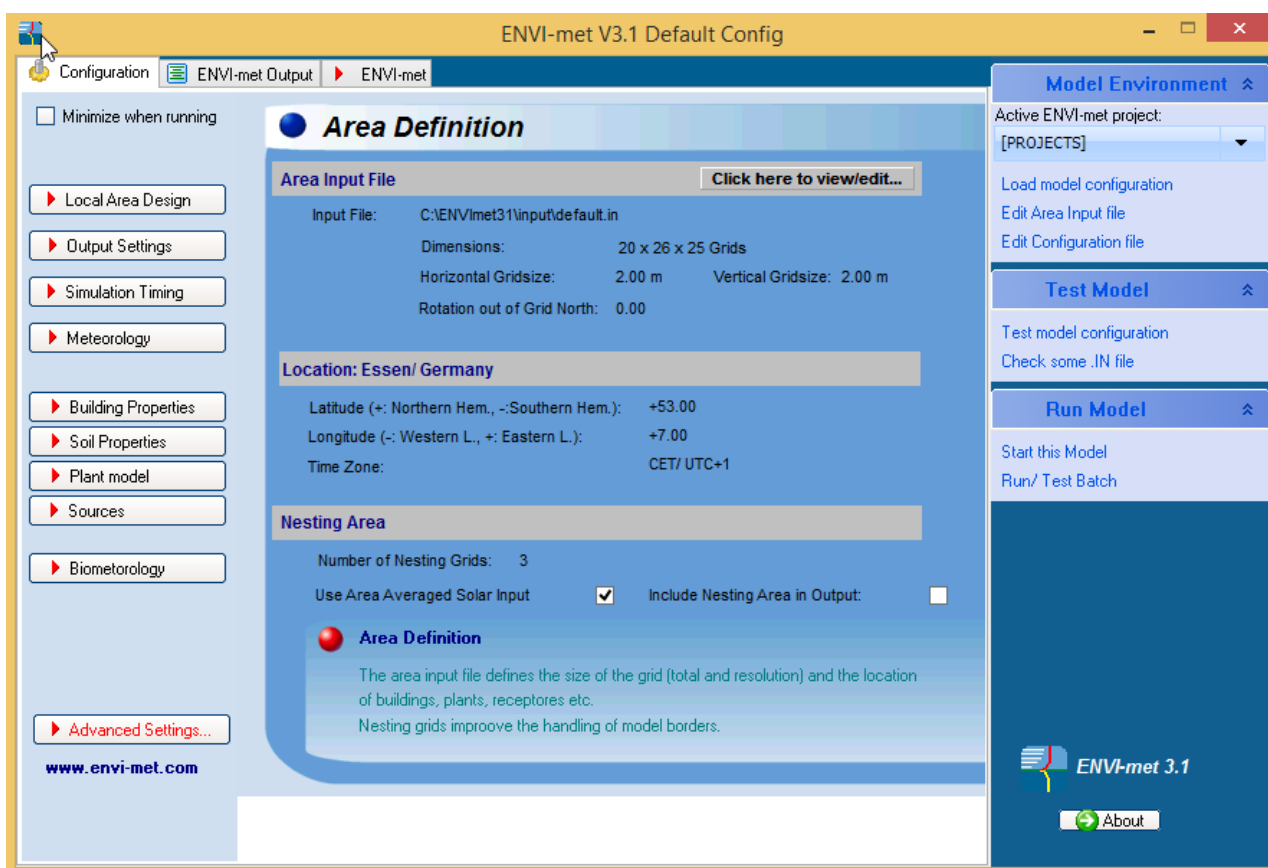
Έχοντας ολοκληρώσει τη δημιουργία του αρχείου εισαγωγής περιοχής **.IN** και του κύριου αρχείου διαμόρφωσης **.CF**, μπορούμε να ξεκινήσουμε την προσομοίωση. Επιλέγοντας το τρίτο εικονίδιο του αρχικού παραθύρου του προγράμματος ENVI-met (Εικ. 4.2), εμφανίζονται τα διαθέσιμα μεγέθη μοντέλου (versions), που στην έκδοση αυτή είναι 3 (Εικ. 4.18).



Εικ. 4.18: Επιλογή “version” για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης [Πηγή: ENVI- met].

Η επιλογή βασίζεται στον αριθμό των κελιών από τον οποίον αποτελείται το μοντέλο στο αρχείο **.IN**. Σε αυτόν θα πρέπει να προστεθεί και το πλήθος των δευτερευόντων κελιών (nesting grids), δηλαδή ο αριθμός των ζωνών που περιβάλλουν τον πυρήνα του μοντέλου. Έτσι, η version που θα επιλέξουμε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη, ώστε τα παραπάνω κελιά να χωρούν σε αυτήν (και στο οριζόντιο επίπεδο και κατακόρυφως).

Αφού επιλέξουμε το μέγεθος της version, αμέσως εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 4.19, το οποίο αποτελεί τον τελικό πίνακα ελέγχου (Configuration Panel) της προσομοίωσης που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε.



Εικ. 4.19: Configuration Panel [Πηγή: ENVI-met].

Στο σημείο αυτό, το λογισμικό θα «διαβάσει» όλες τις πληροφορίες που του έχουν δοθεί μέσω των αρχείων **.IN** και **.CF**. Παρόλο που είναι δυνατό, δε συνιστάται να γίνουν περεταίρω αλλαγές και ρυθμίσεις στη θέση αυτή, παρά μόνον τέτοιες που αφορούν σε προχωρημένους χρήστες (Advanced Settings). Ο βασικότερος λόγος είναι ότι, πιθανότατα, μετά τη λήξη της προσομοίωσης ο χρήστης δε

θα είναι σε θέση να ελέγξει τις ρυθμίσεις που είχε αλλάξει. Χρησιμοποιώντας το εικονίδιο “Configuration”, το οποίο βρίσκεται στο επάνω αριστερά μέρος του παραθύρου, μπορούμε να δούμε εποπτικά τις βασικότερες ρυθμίσεις που έχουμε επιλέξει στο αρχείο **.IN**.

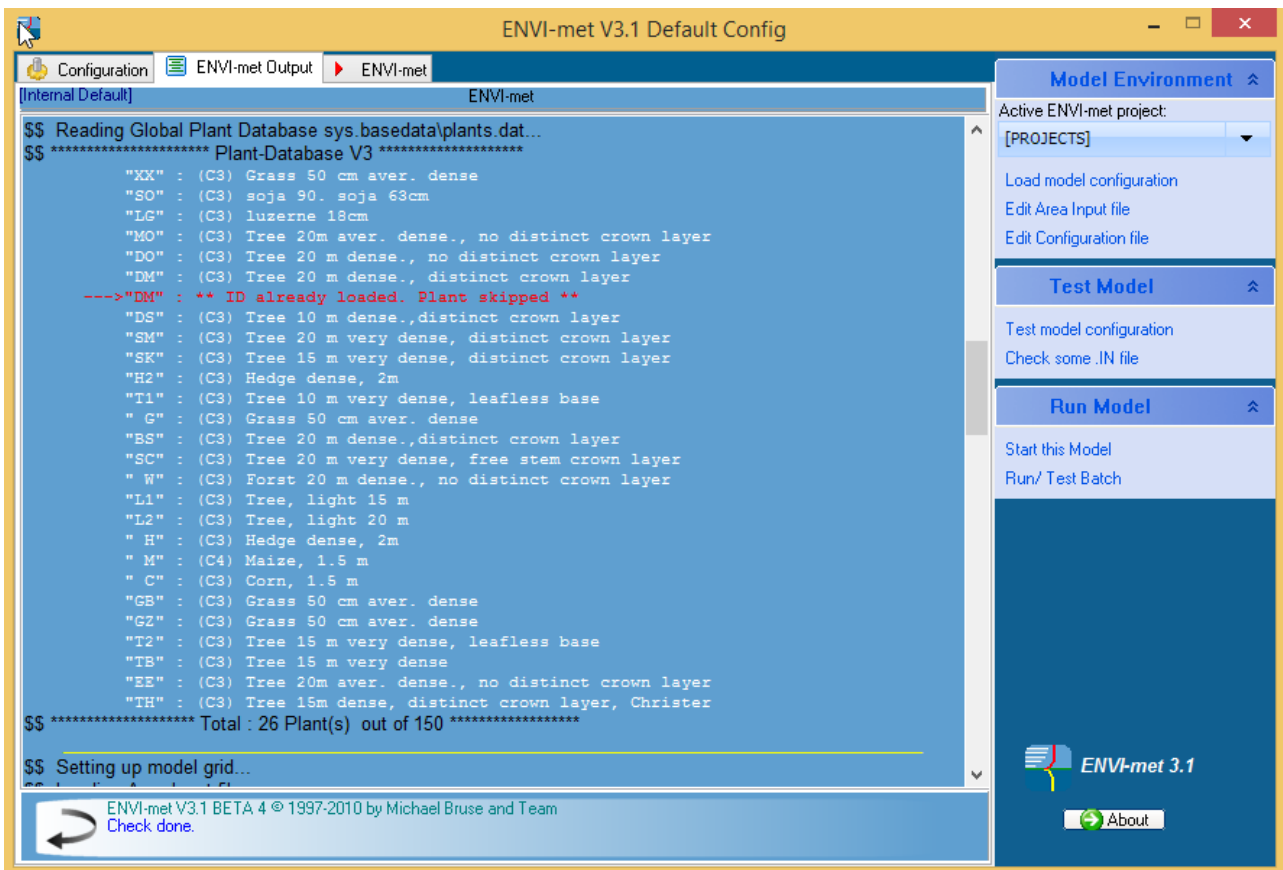
Οι σημαντικότερες λειτουργίες βρίσκονται στο δεξιό τμήμα του παραθύρου και είναι οι εξής:

➤ Load model configuration

Στην περίπτωση που θέλουμε να «φορτώσουμε» ένα αρχείο **.CF**, δηλαδή μία προσομοίωση, χρησιμοποιούμε το “Load model configuration”. Τότε, ανοίγει ένα παράθυρο αναζήτησης των Windows, ώστε εμείς να βρούμε το αρχείο που επιθυμούμε. Κάνοντας «διπλό κλικ», αυτό «διαβάζεται» και εμφανίζεται στο πάνελ. Εδώ θα πρέπει να σχολιάσουμε ότι το αρχείο **.CF** καθοδηγεί το πρόγραμμα, ώστε να «φορτώσει» και το αντίστοιχο αρχείο **.IN** (αυτό προγραμματίστηκε στη φάση δημιουργίας του **.CF**, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3).

➤ Test model configuration

Επιλέγοντας “Test model configuration”, ελέγχονται οι ρυθμίσεις και οι πληροφορίες που έχουμε εισαγάγει στο αρχείο **.CF**. Τα αποτελέσματα του ελέγχου εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο στην καρτέλα “ENVI-met Output”, η οποία βρίσκεται στο επάνω αριστερά μέρος του παραθύρου (Εικ. 4.20). Πιο αναλυτικά αποτελέσματα αποθηκεύονται στο φάκελο “Output”, τον οποίο είχαμε ορίσει στο αρχείο **.CF**.



Εικ. 4.20: Έλεγχος του αρχείου **.CF** μέσω του “Test model configuration” [Πηγή: ENVI- met].

➤ Check some .IN file

Εκτός του προηγούμενου ελέγχου, είναι επίσης πολύ σημαντικό να ελέγχουμε και το αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN**. Αυτό γίνεται μέσω του “Check some .IN file” και μπορεί να πραγματοποιηθεί για οποιοδήποτε αρχείο **IN**, χωρίς να υπάρχει απαραίτητα το αντίστοιχο αρχείο **.CF**.

➤ Start this Model

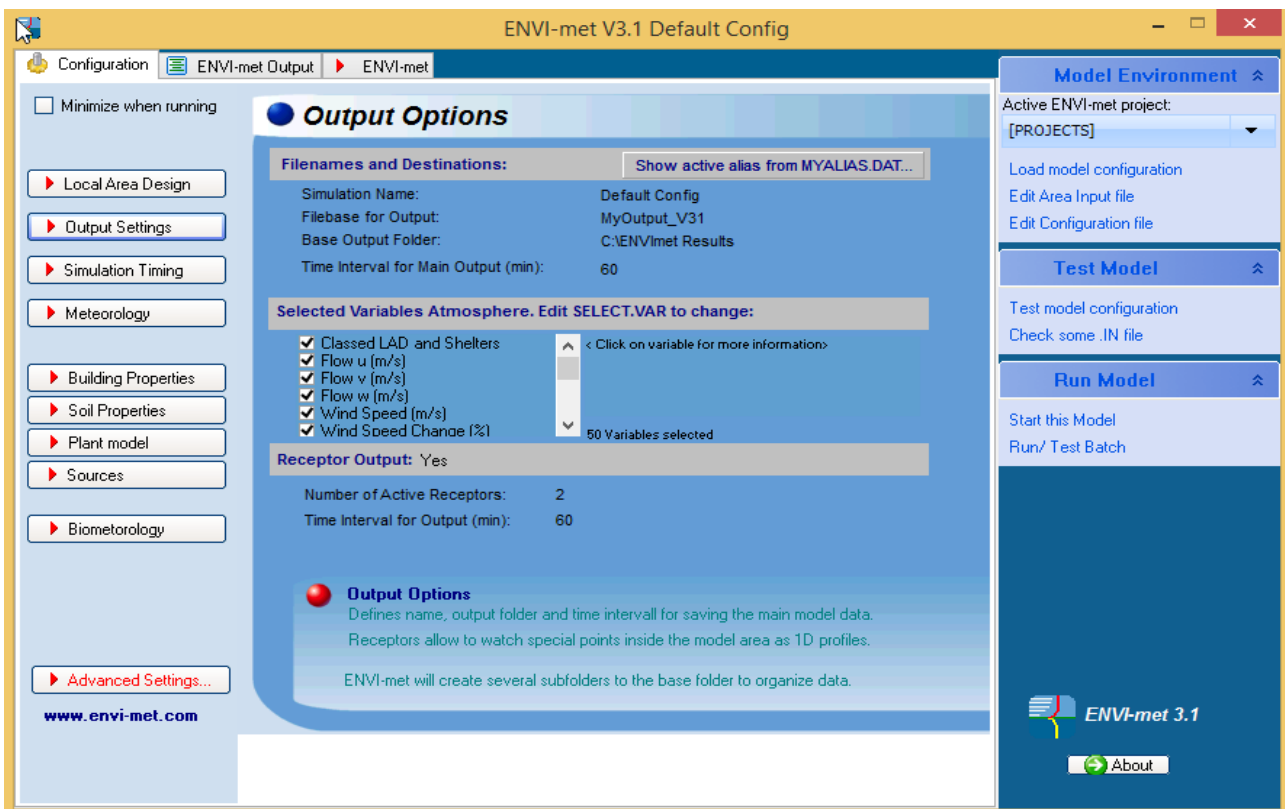
Έχοντας πραγματοποιήσει τους παραπάνω ελέγχους, είμαστε πλέον έτοιμοι να «τρέξουμε» το μοντέλο. Επιλέγοντας “Start this Model”, η προσομοίωση ξεκινά και η πορεία της με τα αντίστοιχα μηνύματα εμφανίζεται σε πραγματικό χρόνο στην καρτέλα “ENVI-met Output”. Ευρισκόμενοι στον τελικό πίνακα ελέγχου (Configuration Panel) του σχήματος 4.19, επιλέγοντας την καρτέλα “Configuration”, η οποία βρίσκεται στο επάνω αριστερά μέρος του παραθύρου, μπορούμε να δούμε μία σειρά από πληροφορίες για το μοντέλο που έχουμε «φορτώσει».

➤ Local Area Design

Εμφανίζει πληροφορίες για το αρχείο εισαγωγής περιοχής **.IN** (Εικ. 4.19). Πατώντας “Click here to view/edit...”, ανοίγει το συγκεκριμένο αρχείο για περαιτέρω επεξεργασία.

➤ Output Settings

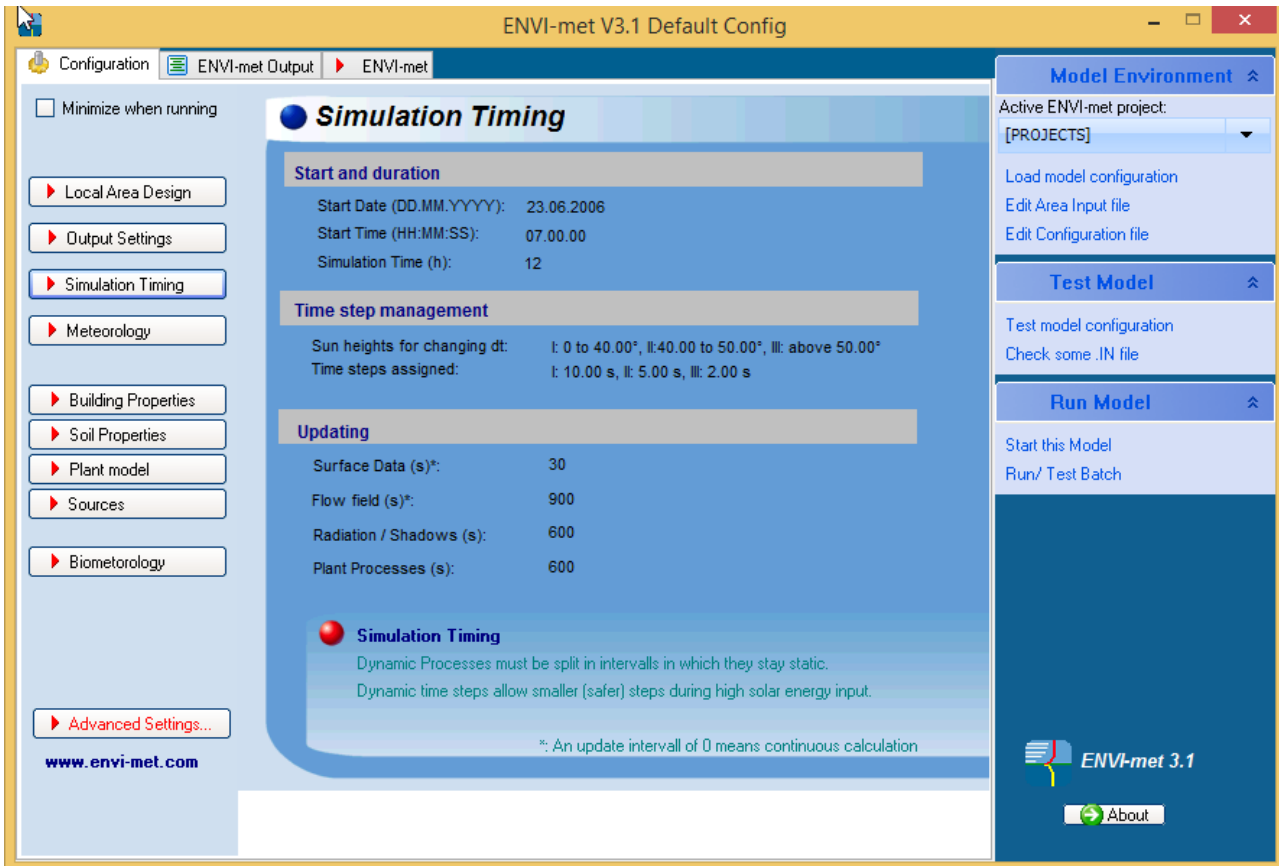
Εδώ συνοψίζονται πληροφορίες για τα εξαγόμενα δεδομένα της προσομοίωσης (Εικ.4.21). Συγκεκριμένα αναφέρονται το όνομα της προσομοίωσης, οι καθορισμένοι φάκελοι αποθήκευσης των αποτελεσμάτων, ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην εξαγωγή διαδοχικών δεδομένων, οι μεταβλητές που έχουν επιλεγεί και στοιχεία για τους υποδοχείς (receptors).



Εικ 4.21: Output Settings [Πηγή: ENVI-met].

➤ Simulation Timing

Στη θέση αυτή παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικές με το χρόνο έναρξης της προσομοίωσης (ημερομηνία και ώρα) και τη διάρκειά της, όπως επίσης και τα χρονικά βήματα για τους εσωτερικούς υπολογισμούς, δηλαδή κάθε πότε θα ανανεώνεται το πεδίο ροής του ανέμου, τα δεδομένα σχετικά με τις επιφάνειες, τα φυτά, την ακτινοβολία κ.λπ. (Εικ. 4.22).



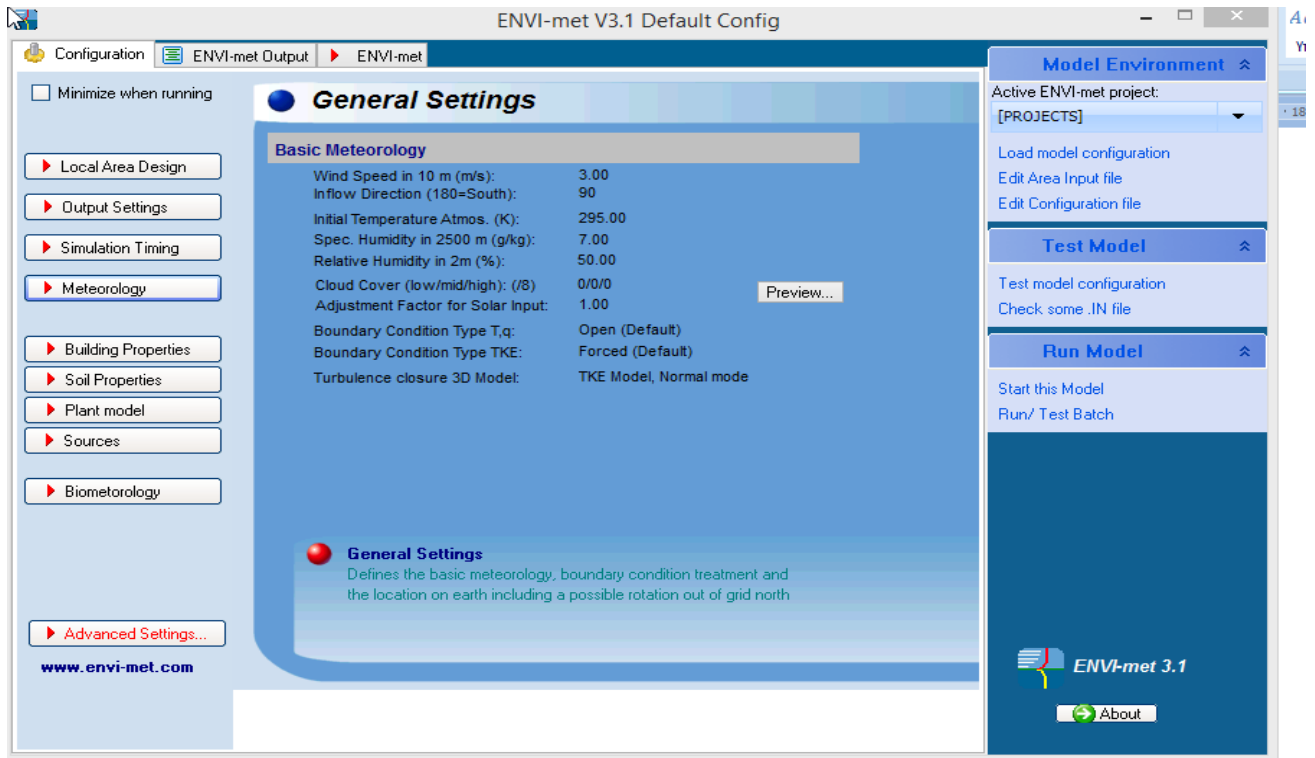
Εικ. 4.22: Simulation Timing [Πηγή: ENVI-met].

➤ Meteorology

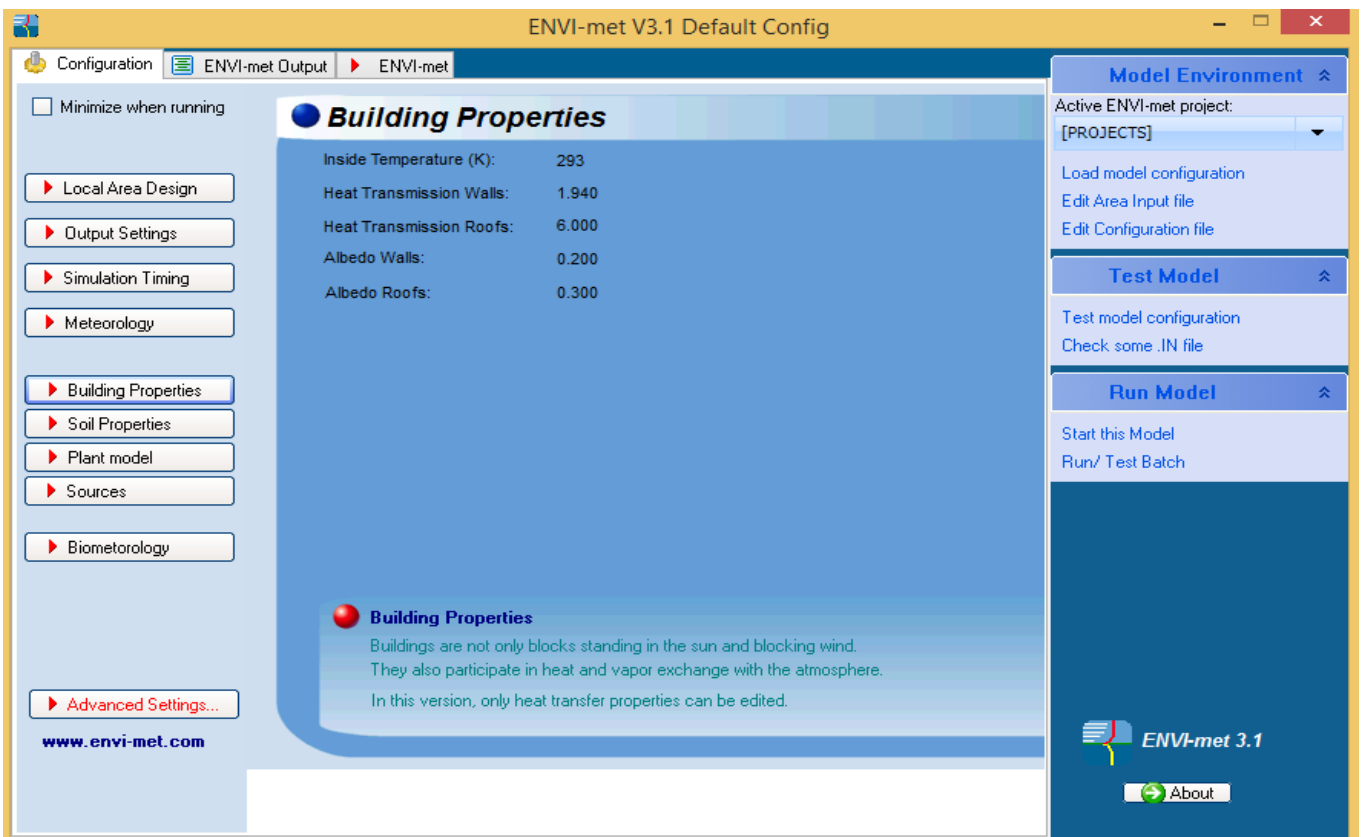
Εδώ συνοψίζονται όλες οι πληροφορίες που αφορούν στις κλιματικές συνθήκες (αρχική θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου κ.λπ.), καθώς επίσης και ο τύπος οριακών συνθηκών που έχουμε επιλέξει για το μοντέλο. (Εικ. 4.23).

➤ Building Properties

Στη θέση αυτή συνοψίζονται οι ρυθμίσεις για τις ιδιότητες των κτιρίων και συγκεκριμένα η εσωτερική θερμοκρασία, η εκπομπή θερμότητας και η ανακλαστικότητα των οροφών και των τοίχων (Εικ. 4.24).



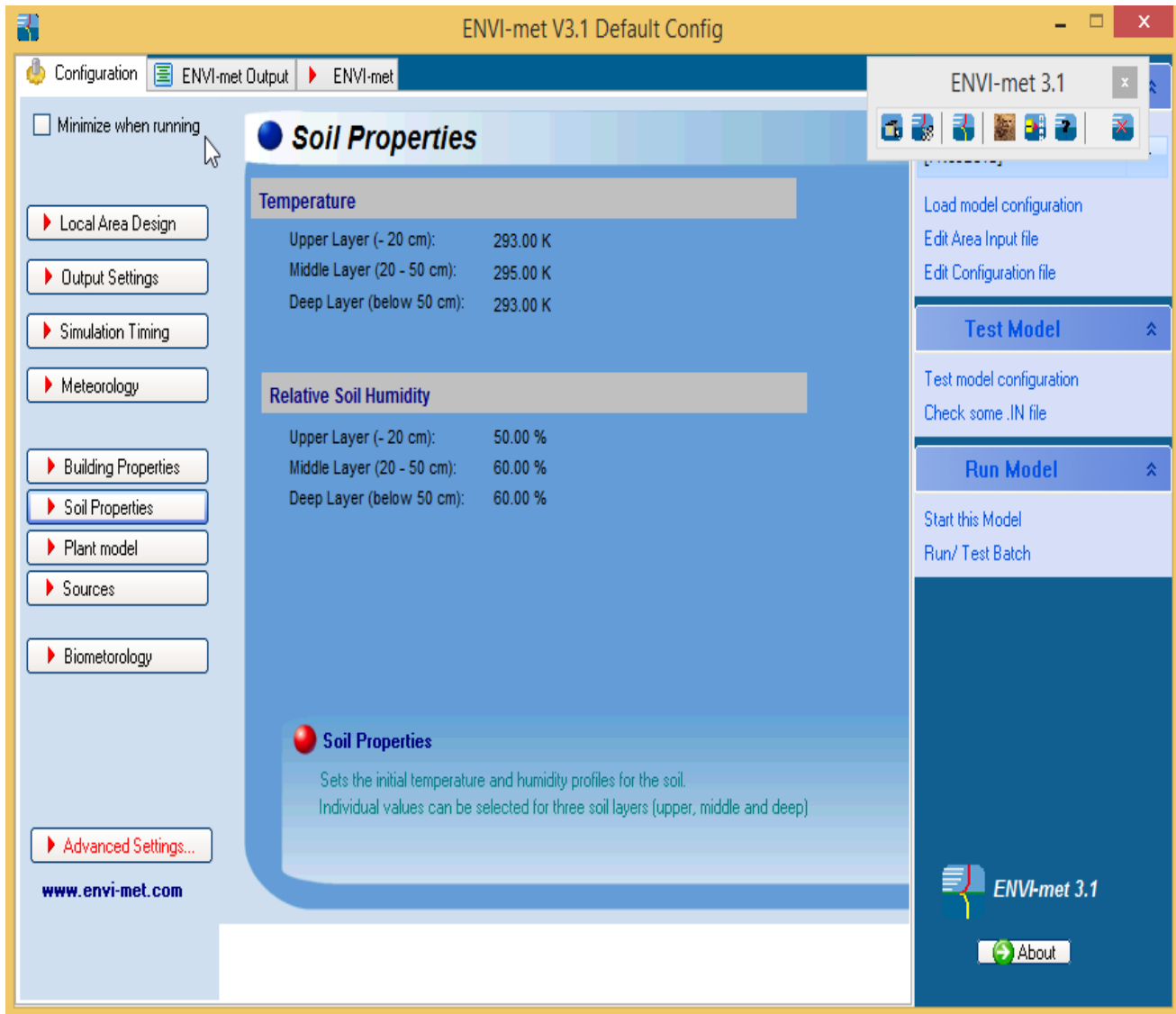
Εικ. 4.23: Meteorology [Πηγή: ENVI-met].



Εικ.4.24: Building Properties [Πηγή: ENVI-met].

➤ Soil Properties

Εδώ εμφανίζονται πληροφορίες που αφορούν στο εδαφικό προφίλ (Εικ. 4.25). Συγκεκριμένα φαίνονται οι τιμές της αρχικής θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας των τριών στρώσεων του εδάφους (από την επιφάνεια έως βάθος 20 cm, από τα 20 cm έως τα 50 cm και βαθύτερα των 50 cm).



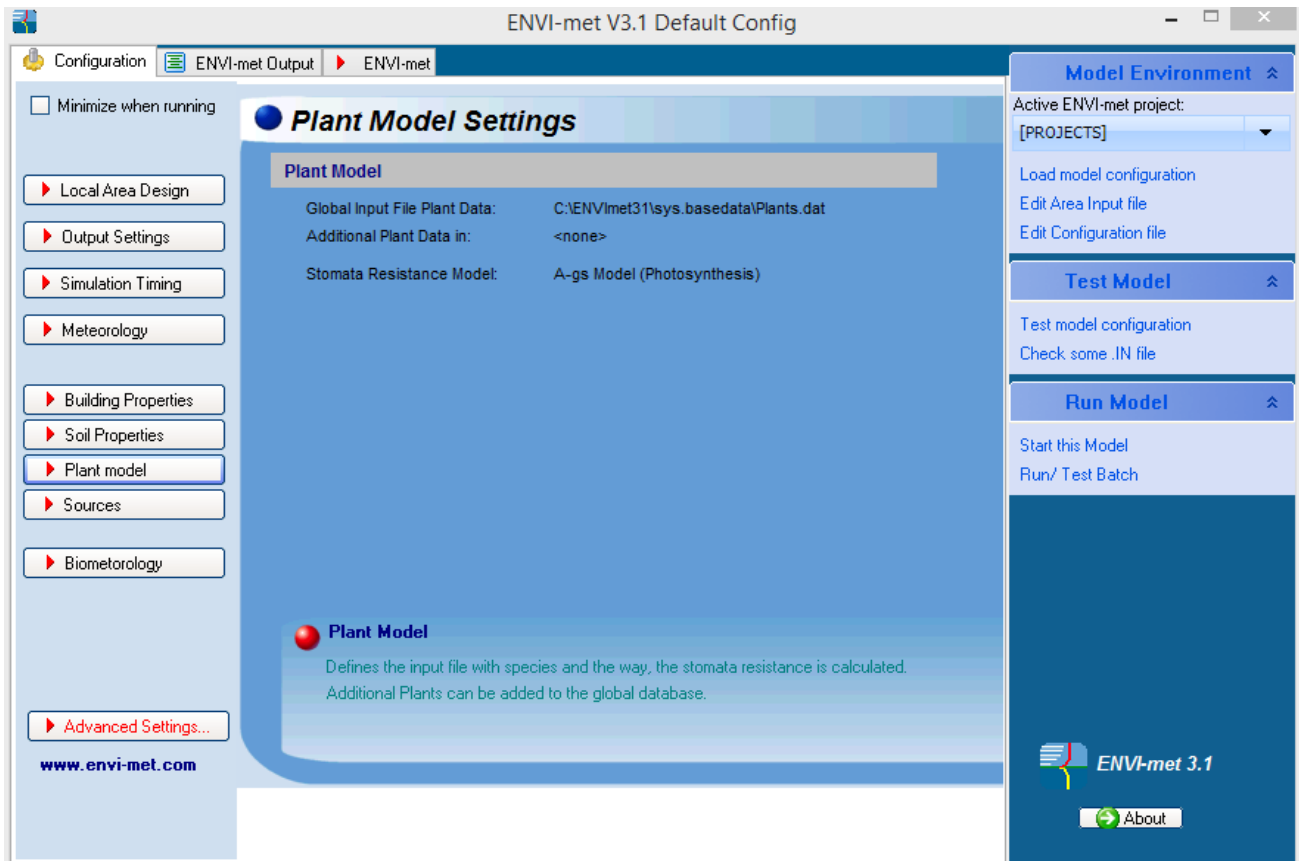
Εικ.4.25: Soil Properties [Πηγή: ENVI-met].

➤ Plant Model

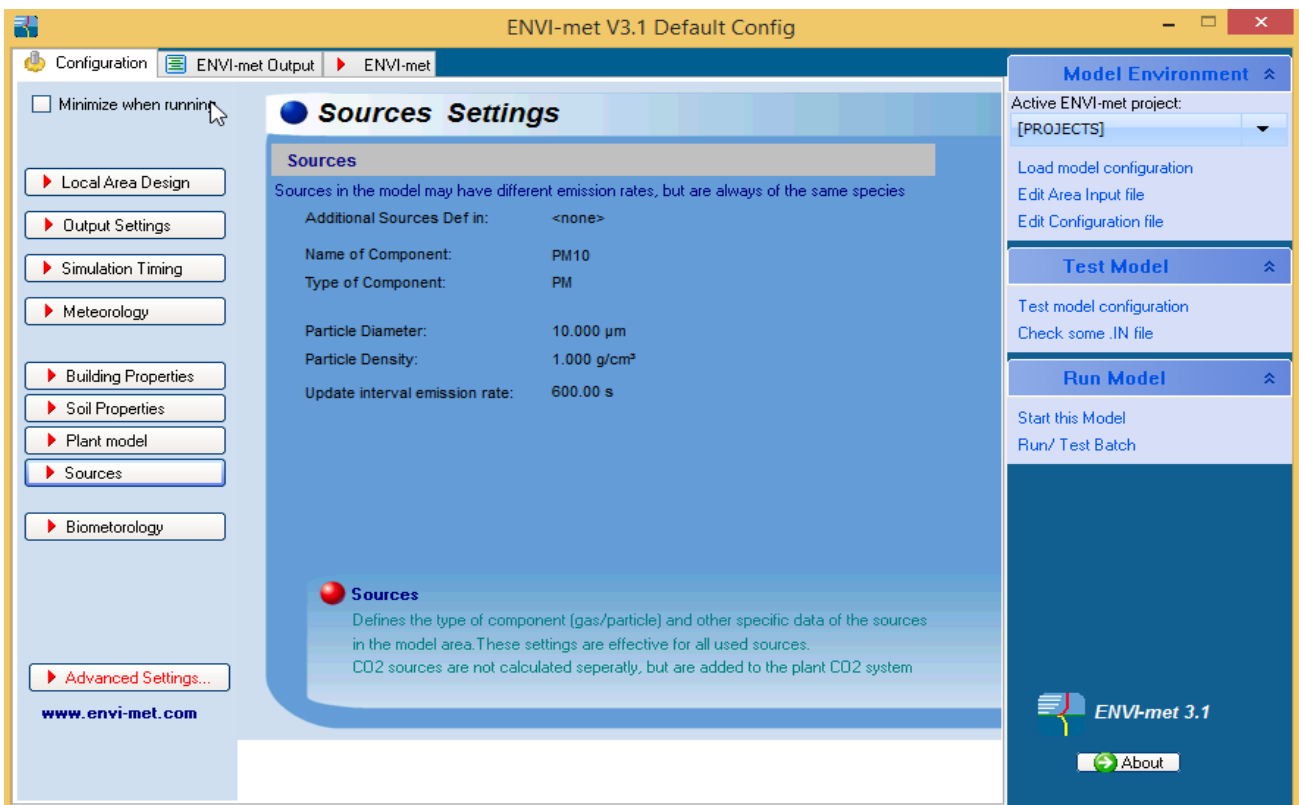
Εδώ φαίνεται η θέση της καθολικής βάσης δεδομένων των φυτών και το μοντέλο για την αντίσταση πόρων των φύλλων. (Εικ. 4.26).

➤ Sources

Στη θέση αυτή δίνονται πληροφορίες για τις πηγές εκπομπής αερίων/σωματιδίων. Συγκεκριμένα αναγράφεται το όνομα και ο τύπος του σωματιδίου, η πυκνότητά του, η διάμετρος του κ.λπ. (Εικ. 4.27).



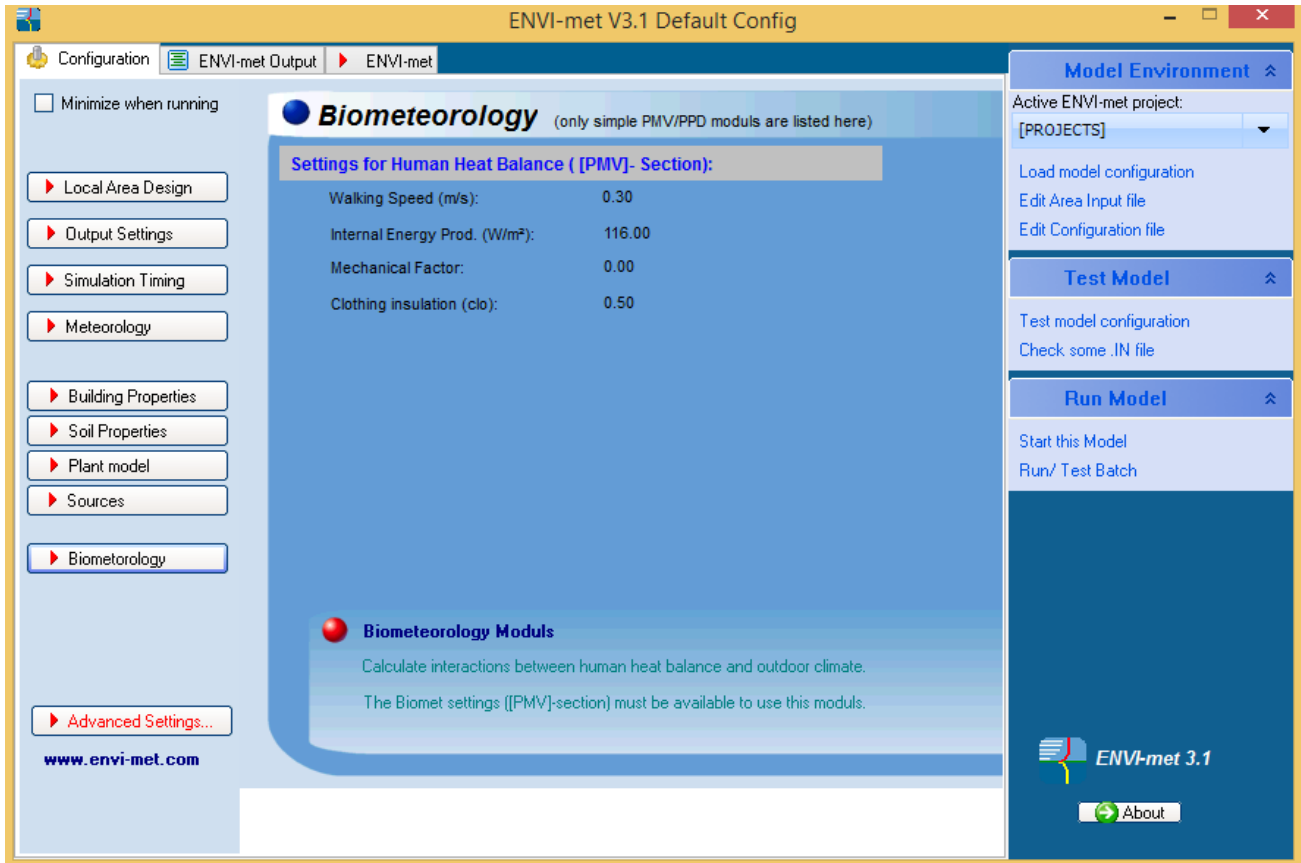
Εικ.4.26: Plant Model Settings [Πηγή: ENVI-met].



Εικ. 4.27: Sources [Πηγή: ENVI-met].

➤ Biometeorology

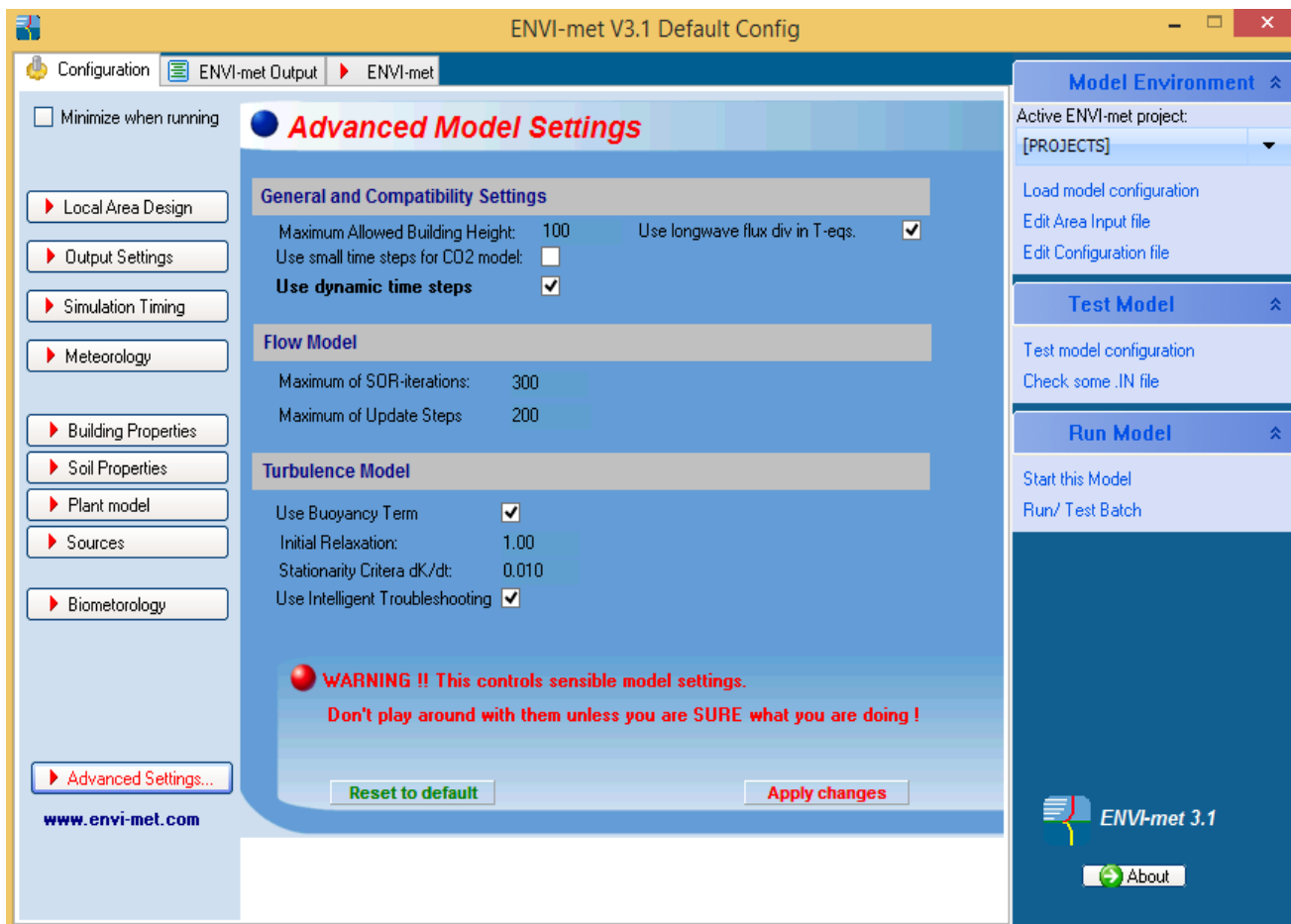
Εδώ εμφανίζονται πληροφορίες που αφορούν σε ανθρωπολογικές παραμέτρους για τον υπολογισμό του δείκτη θερμικής άνεσης P.M.V. Συγκεκριμένα φαίνεται η ταχύτητα βάδισης, η εσωτερική παραγωγή ενέργειας, ο μηχανικός συντελεστής και η θερμική μόνωση λόγω ρουχισμού (Εικ. 4.28).



Εικ.4.28: Biometeorology [Πηγή: ENVI-met].

➤ Advanced Settings

Στη θέση αυτή υπάρχουν ρυθμίσεις οι οποίες συναντώνται μόνο εδώ (Εικ. 4.29). Αυτές αφορούν κυρίως στα διάφορα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιεί το ENVI-met. Συγκεκριμένα, ορίζεται το μέγιστο επιτρεπτό ύψος κτιρίου, το χρονικό βήμα για τον υπολογισμό του CO₂ και τα μοντέλα που αφορούν στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία, στις διάφορες ροές, στην τύρβη, στην αρχική χαλαρότητα (relaxation) κ.λπ. Καλό είναι να μη γίνονται επεμβάσεις στις ρυθμίσεις αυτές εάν δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία στη χρήση του προγράμματος και γνώση σε θέματα ρευστομηχανικής και σε αντίστοιχα προγράμματα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (C.F.D.).



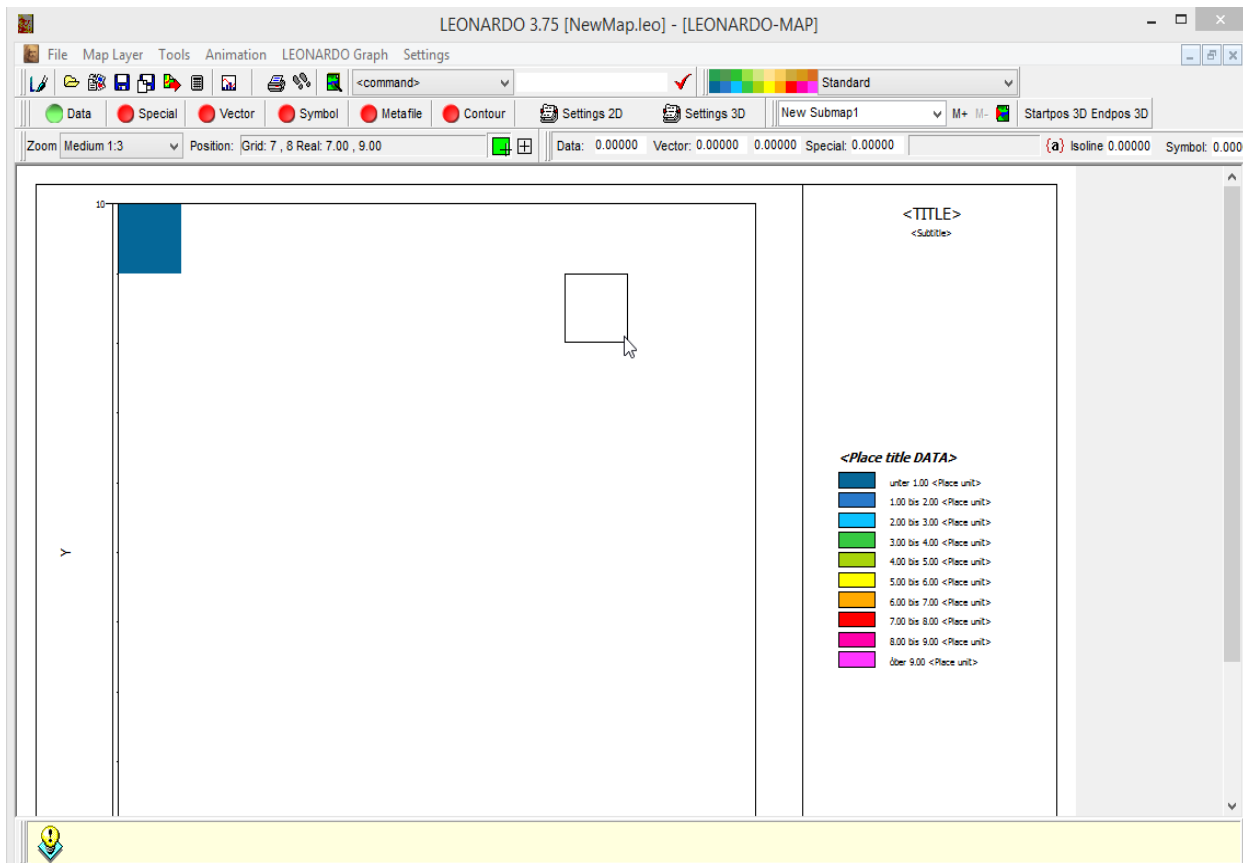
Εικ. 4.29: Advanced Settings [Πηγή: ENVI-met].

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 Xtract. Μπορούν να δημιουργηθούν εικόνες και διαγράμματα ή, ακόμη, απομονώνοντας τις τιμές ενός συγκεκριμένου μεγέθους, να τις διαχειριστούμε και να παράξουμε μέσους όρους και άλλες αντιπροσωπευτικές τιμές, οι οποίες θα αφορούν στο σύνολο της περιοχής του μοντέλου ή σε τμήματα αυτής. Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας θα γίνει μία σχετικά σύντομη παρουσίαση του Leonardo, δεδομένων των πολλών δυνατοτήτων του στην οπτικοποίηση και διαχείριση αποτελεσμάτων.

4.4.1 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του LEORNADO

Επιλέγοντας το τέταρτο εικονίδιο του αρχικού παραθύρου του προγράμματος ENVI-met (Εικ. 4.2), ανοίγει η εφαρμογή Leonardo, η οποία μας βοηθάει στην απεικόνιση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων. Το αρχικό παράθυρο της εφαρμογής φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



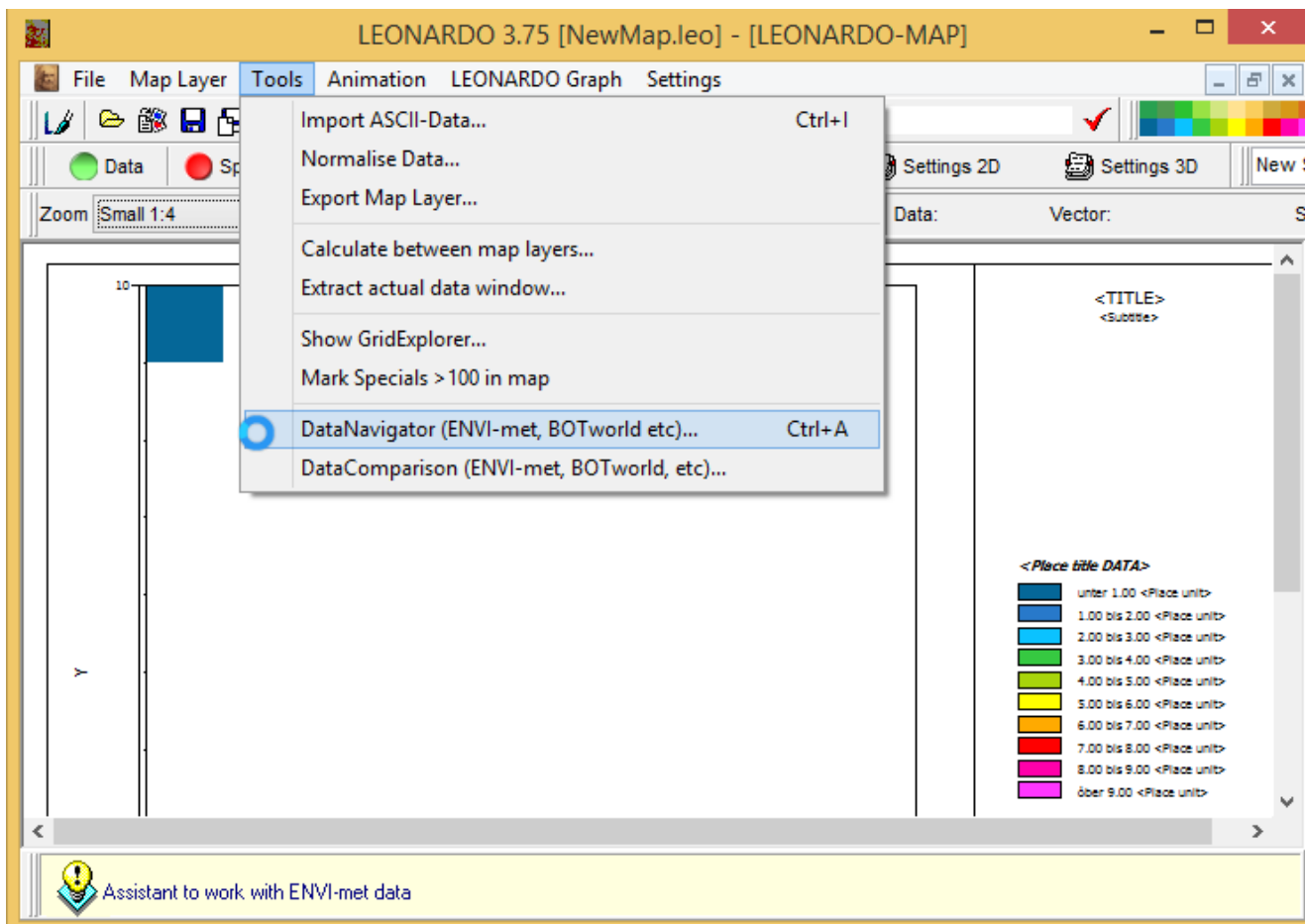
Εικ.4.30: Εφαρμογή Leonardo [Πηγή: Leonardo].

Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται με τη μορφή ενός χάρτη της περιοχής προσομοίωσης, στον οποίο φαίνονται οι τιμές του επιλεγμένου κάθε φορά μεγέθους, με τη βοήθεια χρωμάτων, ισοϋψών καμπυλών, διανυσμάτων κ.λπ. Η εφαρμογή διαθέτει 6 φίλτρα (layers), καθένα από τα οποία προορίζεται για την απεικόνιση διαφορετικού είδους δεδομένων. Τα πιο σημαντικά είναι:

- **Layer data:** Το φίλτρο αυτό χρησιμοποιείται για την απεικόνιση βαθμωτών μεγεθών, όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία.
- **Layer vector:** Το φίλτρο αυτό χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση διανυσματικών μεγεθών, όπως η ταχύτητα ανέμου.
- **Layer contour:** Το συγκεκριμένο φίλτρο εφαρμόζεται για τη δημιουργία καμπυλών τύπου ισοϋψών (για μεγέθη που μπορούν να απεικονιστούν με τον τρόπο αυτό).

Μπορούμε να έχουμε ενεργοποιημένα περισσότερα από ένα φίλτρα ταυτόχρονα. Όταν είναι ενεργοποιημένα έχουν πράσινη σήμανση ενώ, σε αντίθετη περίπτωση κόκκινη. Στη συνέχεια δίνεται ένα παράδειγμα της πορείας που ακολουθείται για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων μιας προσομοίωσης.

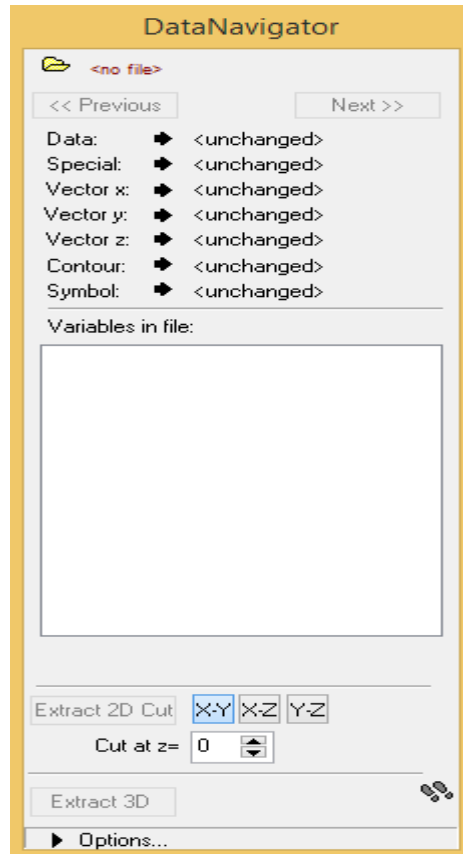
Χρησιμοποιώντας το βασικό μενού του αρχικού παραθύρου του Leonardo, πηγαίνουμε στο “Tools” και στη συνέχεια επιλέγουμε “Data Navigator” (Εικ. 4.31).



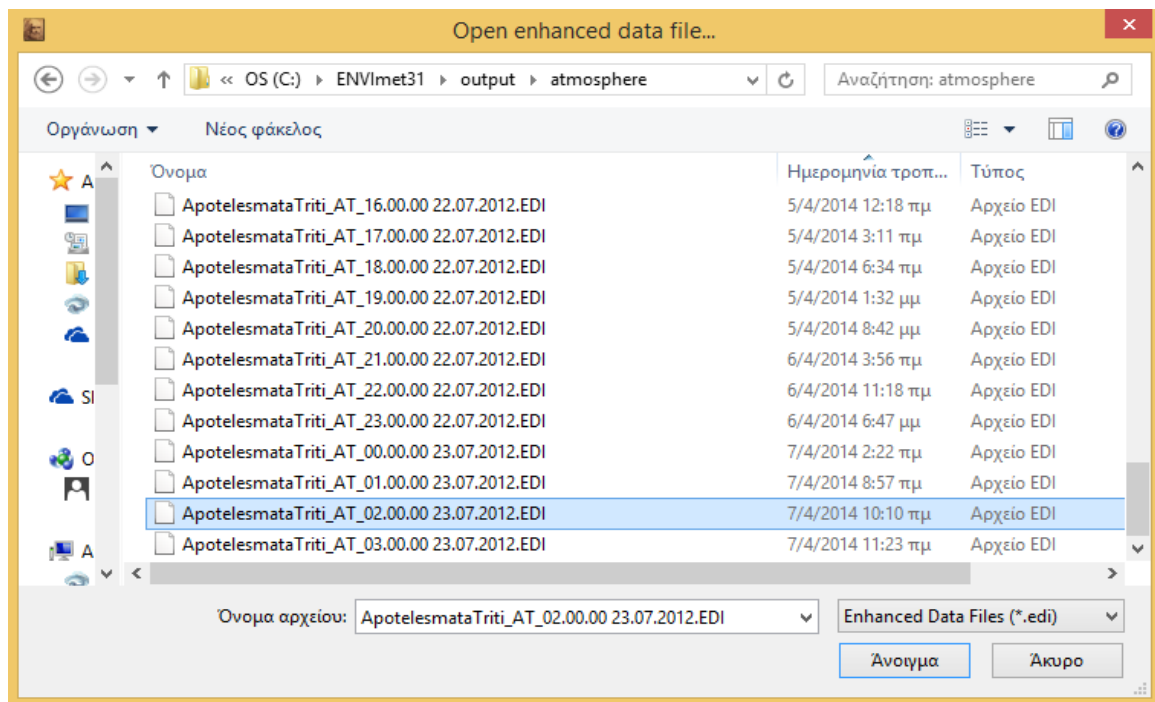
Εικ.4.31: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων [Πηγή: Leonardo].

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 4.32, μέσω του οποίου μπορούμε να εισάγουμε τα αποτελέσματα που επιθυμούμε στο Leonardo. Χρησιμοποιώντας το εικονίδιο του κίτρινου φακέλου (στην επάνω αριστερή πλευρά του ίδιου παραθύρου), ενεργοποιούμε το παράθυρο αναζήτησης των Windows για την εύρεση του αρχείου EDI, που επιθυμούμε. Με διπλό «κλικ» στο αρχείο, το Leonardo «διαβάζει» τις πληροφορίες και εμφανίζει μία λίστα με τις διαθέσιμες μεταβλητές.

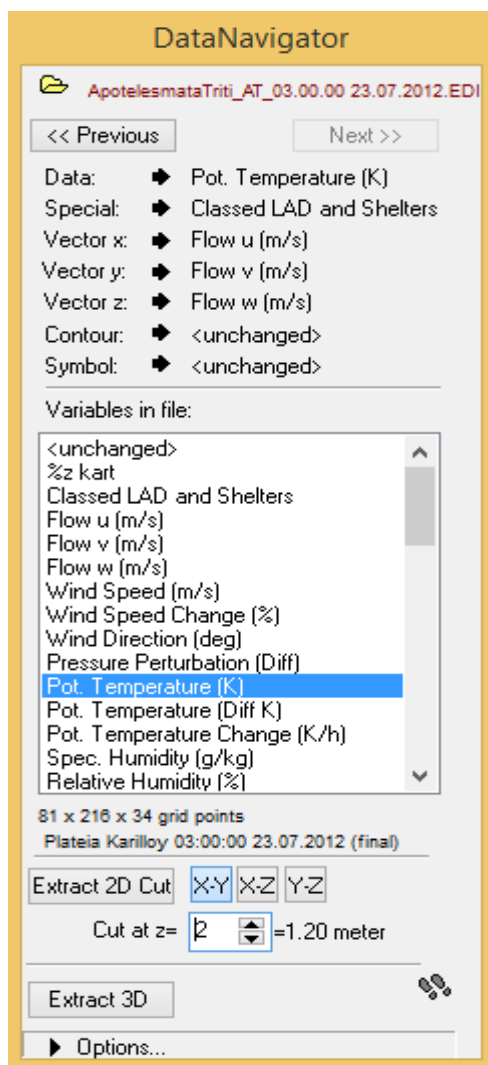
Για παράδειγμα, έστω ότι θέλουμε να οπτικοποιήσουμε τη θερμοκρασία του αέρα στις 15:00, σε ύψος 1.20 m από το έδαφος. Αφού επιλέξουμε το σωστό αρχείο EDI, δηλαδή αυτό που βρίσκεται στο φάκελο atmosphere και το οποίο αντιστοιχεί στην ώρα 03:00 (Εικ. 4.33), στο παράθυρο του Data Navigator επιλέγουμε από τη λίστα με τις διαθέσιμες μεταβλητές αυτήν με την ονομασία Pot. Temperature (K). Για την οπτικοποίηση αυτών των δεδομένων, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, πρέπει να επιλέξουμε το κατάλληλο φίλτρο, δηλαδή το Data. Έτσι, στη συνέχεια πατάμε το βέλος που στην αριστερή του πλευρά αναγράφεται η λέξη Data. Στη συνέχεια, στο πεδίο “Cut at z =” επιλέγουμε το ύψος στο οποίο «κόβουμε», ώστε να λάβουμε τις αντίστοιχες τιμές. Τέλος, για διδιάστατη απεικόνιση επιλέγουμε “Extract 2D Cut”, καθώς επίσης και το επίπεδο στο οποίο θέλουμε να πραγματοποιηθεί η τομή (X-Y, X- Z ή Y-Z). Οι παραπάνω επιλογές φαίνονται στην εικόνα 4.34.



Εικ.4.32: Data Navigator [Πηγή: Leonardo].

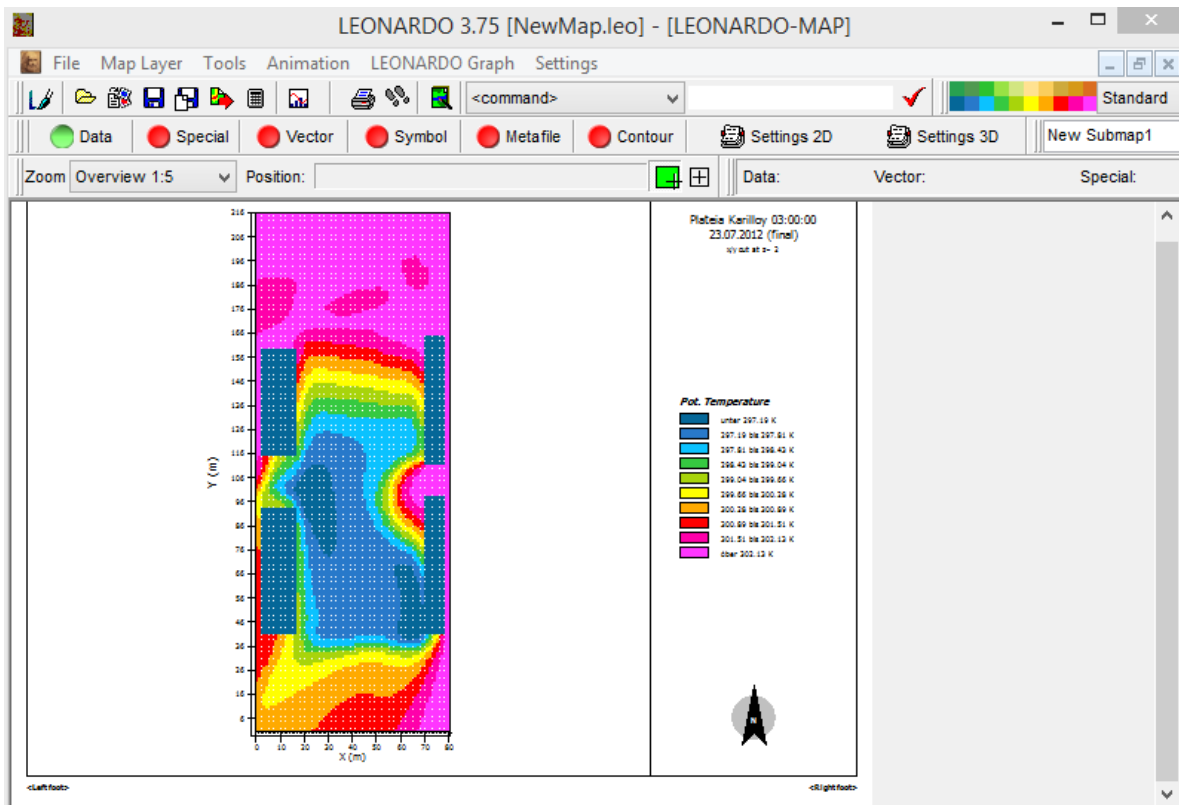


Εικ.4.33: Επιλογή του αρχείου EDI. [Πηγή: Leonardo]

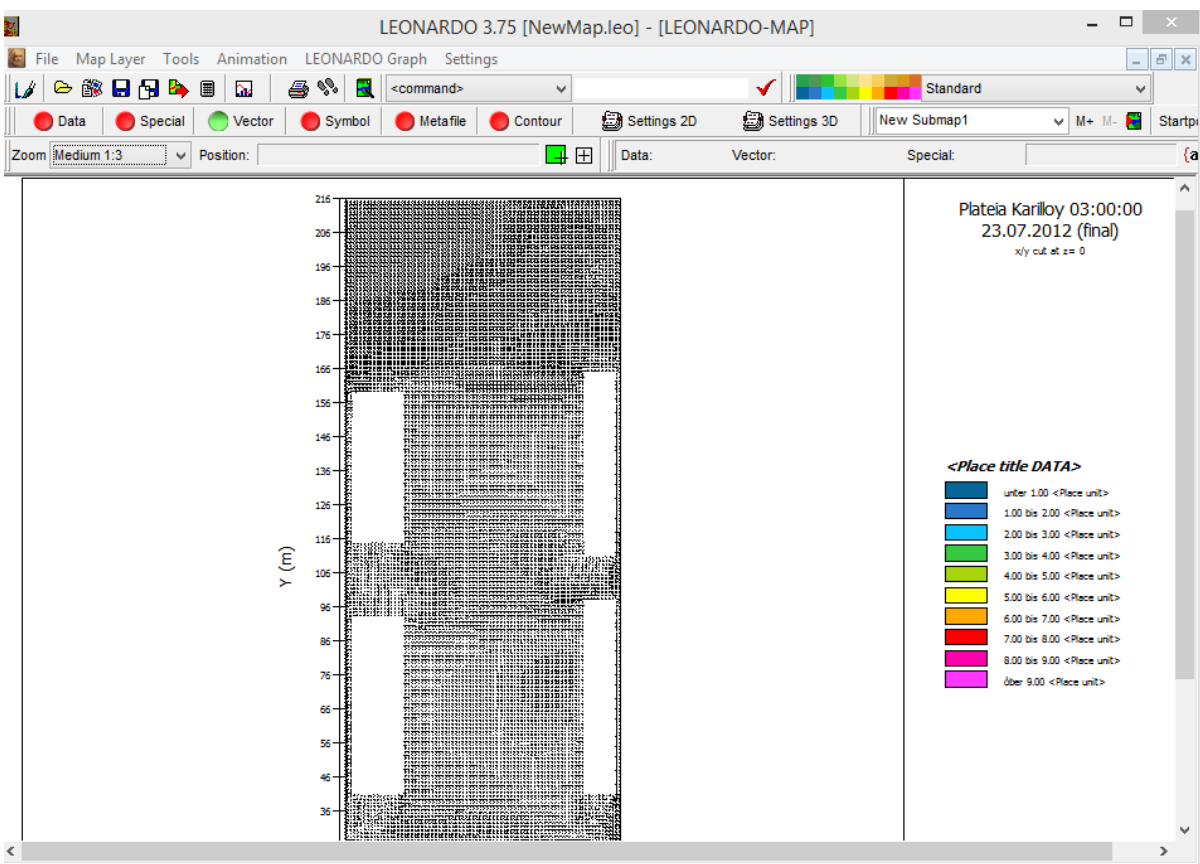


Εικ.4.34: Επιλογές για την οπτικοποίηση της θερμοκρασίας του αέρα στις 03:00, σε ύψος 1.20m από το έδαφος
[Πηγή: Leonardo]

Έτσι, αφού ενεργοποιήσουμε το layer data, λαμβάνουμε την εικόνα που φαίνεται στο σχήμα 4.35. Παρόμοια διαδικασία ακολουθούμε και για την οπτικοποίηση αποτελεσμάτων που αφορούν στο πεδίο ροής του ανέμου, ενεργοποιώντας το layer vector. Ακόμη, υπάρχει η δυνατότητα πολλών διαφορετικών ρυθμίσεων, όσον αφορά τα χρώματα, τα μεγέθη των διανυσμάτων, τις ισοϋψείς καμπύλες κ.λπ. Αυτές εμφανίζονται χρησιμοποιώντας την επιλογή “Settings 2D”. Τέλος, αναφέρουμε εκ νέου ότι το Leonardo διαθέτει πολλές ακόμη δυνατότητες (πέραν του αντικειμένου αυτής της Διπλωματικής Εργασίας) και μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο



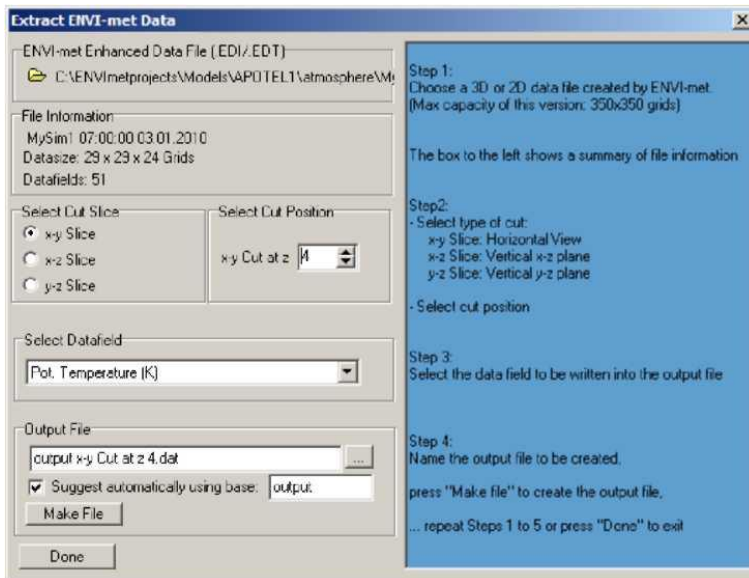
Εικ.4.35: Θερμοκρασία αέρα στις 03:00, σε ύψος 1.20m από το έδαφος [Πηγή: Leonardo]



Εικ.4.36: Πεδίο ροής του ανέμου στις 03:00, σε ύψος 1.20m από το έδαφος [Πηγή: Leonardo]

4.4.2 Εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του Extract

Επιλέγοντας το πέμπτο εικονίδιο της κύριας μπάρας (εικ.4.2) ανοίγει η εφαρμογή extract (εικ.4.37), η οποία μας βοηθάει να εξάγουμε τα αποτελέσματα της μεταβλητής που επιθυμούμε στο επίπεδο που επιθυμούμε σε ένα ξεχωριστό αρχείο.



Εικ.4.37: Εξαγωγή των αποτελεσμάτων [Πηγή: X-tract].

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.4.38).Το αρχείο αυτό μας δίνει για κάθε σημείο πάνω στον κάρναβο την μεταβλητή που ζητήσαμε. Έτσι μπορούμε εύκολα να εξάγουμε τον μέσο όρο της περιοχής που θέλουμε.

x(m)	y(m)	Pot. Temperature (K)
1.00	57.00	292.3775
3.00	57.00	292.3748
5.00	57.00	292.3724
7.00	57.00	292.3702
9.00	57.00	292.3684
11.00	57.00	292.3669
13.00	57.00	292.3658
15.00	57.00	292.3649
17.00	57.00	292.3646
19.00	57.00	292.3648
21.00	57.00	292.3654
23.00	57.00	292.3659
25.00	57.00	292.3662
27.00	57.00	292.3663
29.00	57.00	292.3662
31.00	57.00	292.3659
33.00	57.00	292.3657
35.00	57.00	292.3657

Εικ.4.38: Εξαγωγή των αποτελεσμάτων [Πηγή: X-tract].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Περιοχή-Αντικείμενο 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 « Ένωση 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 «SOCIETE IMMOBILIERE 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 οικοπέδά τους.

Μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται η κοινωνική ανάμιξη ανάμεσα στις δύο ομόλογες αστικές ομάδες. Η "SOCIETE 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 (ΕΝΤΕΝ) 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 Μυτηλιναίικα, δ) η περιοχή Παπαστράτου και ε) η περιοχή Αγ. Αναργύρων.

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 Ξενόπουλου 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 Στυμφαλίδης, 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 Δέγλερ- 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:

- πλήρης ηλεκτροφωτισμός της πόλης

- Η αγορά απορριμματοφόρων 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.
- 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.

5.2 Η πλατεία Καρύλλου

Δόθηκε προς χρήση στα τέλη Αυγούστου 2011 το Πάρκο και η Πεζογέφυρα της Πλατείας Καρύλλου που κατασκευάστηκε πάνω από το υπόγειο γκαράζ. Ολοκληρώθηκε έτσι μετά από 6 περίπου χρόνια η ανάπλαση του κέντρου της Νέας Σμύρνης η οποία περιελάμβανε την κατασκευή Υπόγειου Χώρου Στάθμευσης στην Πλατεία Καρύλλου και την κατασκευή υπέρθεν Γέφυρας πρασίνου που θα ένωνε την Κεντρική Πλατεία με το Άλσος και θα δημιουργούσε ένα τεράστιο ενιαίο χώρο πρασίνου, περιπάτου και αναψυχής μέσα στην «καρδιά» της πόλης μας.

Το νέο πάρκο, που ενώνει πλέον την Κεντρική Πλατεία με το Άλσος, έχει δύο τμήματα εκατέρωθεν της Αγ. Φωτεινής, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με πεζογέφυρα που περνάει πάνω από την Αγίας Φωτεινής, ενώ περιμετρικά περιβάλλεται από πεζόδρομους.

Είναι έκτασης 7 περίπου στρεμμάτων περιλαμβάνει ενιαίο ελεύθερο χώρο από το Άλσος μέχρι την Κεντρική Πλατεία και περιλαμβάνει κλιμακωτά παρτέρια που δέχονται κηπευτικό χώμα μεγάλου βάθους για υψηλή φύτευση όπου φυτεύτηκαν ροδιές, μανόλιες, κυπαρίσσια και άλλα δέντρα, περιλαμβάνει ανοιχτό θέατρο 100 περίπου ατόμων, παρτέρια πρασίνου, καθιστικά, κιόσκια, συντριβάνια, διαδρομές νερού κ.λ.π. υπάρχουν κυλιόμενες σκάλες και ασανσέρ για τη μετάβαση των ηλικιωμένων και των ευπαθών ομάδων από τη μια άκρη της γέφυρας στην άλλη. Αξίζει να σημειωθεί ότι συνολικά ο ενιαίος χώρος που δημιουργήθηκε πλέον φτάνει τα 100 στρέμματα και είναι από τους μεγαλύτερους χώρους περιπάτου στην Αττική. Χιλιάδες κόσμου χαίρονται καθημερινά τον νέο ενιαίο

χώρο της Κεντρικής Πλατείας Νέας Σμύρνης, η οποία μετά την ολοκλήρωση της πεζογέφυρας της Πλατείας Καρύλλου, έγινε ακόμα μεγαλύτερη και ακόμα πιο όμορφη



Εικ5.1 : Σημερινή μορφή πλατείας Καρύλλου[Πηγή : Προσωπική Εργασία]

Η κατασκευή Πλατείας που θα ένωνε την Κεντρική Πλατεία με το Άλσος είχε προγραμματιστεί να γίνει από τη Δημοτική Αρχή του Αθανάσιου Παπαθανασίου το 1970, αφού ολοκληρωνόταν η ανακαίνιση της Κεντρικής Πλατείας με λίμνες, τουριστικό περίπτερο (το Γαλαξία) κλπ που είχε ξεκινήσει ο Παπαθανασίου το 1969. Σύμφωνα με τα αρχικά σχέδια του 1970 στην πλατεία Καρύλλου προβλέπονταν η ανέγερση Δημαρχείου και η ανέγερση Δημοτικού Θεάτρου και το κόστος όλων αυτών είχε υπολογιστεί τότε στο ποσό των 10.000.000 δραχμών, ενώ το υπόγειο γκαράζ προβλέπονταν να κατασκευαστεί αρχικά στην Πλατεία προ του Μεγάρου της Εστίας.

Έκτοτε η κατασκευή υπογείου Γκαράζ και η κατασκευή Πλατείας που θα ενώνει την Κεντρική με το Άλσος με διάφορες σχεδιαστικές παραλλαγές, αποτελούσε όνειρο και αντικείμενο μελέτης με υψηλό όμως κόστος κατασκευής που ήταν πάνω από τις δυνάμεις μιας Δημοτικής Αρχής γι' αυτό και εξετάζονταν διάφοροι τρόποι χρηματοδότησης του έργου που δεν ήταν πάντοτε αποδεκτοί.

Το 1996 η Δημοτική Αρχή του Γιώργου Σιότροπου δημοσιεύει Πρόσκληση Ενδιαφέροντος για την «Ανάπλαση & Αναβάθμιση του Κέντρου της Ν. Σμύρνης», η οποία συμπεριελάμβανε Δημαρχιακό Μέγαρο στην Πλατεία Καρύλλου και καταβύθιση τμήματος της Αγ. Φωτεινής και τμήματος της Ελ. Βενιζέλου. Το έργο θα γινόταν με αυτοχρηματοδότηση. Υπήρξαν αντιδράσεις καθώς η πρόσκληση έγινε χωρίς να έχει παρθεί απόφαση Δημ. Συμβουλίου, η οποία πάρηκε εκ των υστέρων, ενώ έντονες αντιδράσεις υπήρξαν για τις καταβυθίσεις οδών και για την προοπτική δημιουργίας εμπορικού κέντρου κάτω από την Κεντρική Πλατεία με σκοπό την εκμετάλλευσή του από τον κατασκευαστή ως ανταποδοτικό όφελος. Η προσπάθεια έληξε άδοξα καθώς δεν εμφανίστηκε κανείς ενδιαφερόμενος για την ανάληψη του έργου. Το όνειρο άρχισε να γίνεται υλοποιήσιμο όταν το 2000 ο Δήμος εξασφάλισε τη συνεργασία του ΥΠΕΧΩΔΕ για την κατασκευή υπόγειου γκαράζ και ο τότε Δήμαρχος Γιώργος Κουτελάκης το ανακοίνωσε επίσημα σε συνέντευξη τύπου που παραχώρησε στις 26/5/2000. Το έργο παραχωρήθηκε σε κοινοπραξία η οποία ανέλαβε την κατασκευή, συντήρηση, λειτουργία του γκαράζ για 30 έτη, ενώ στην κατασκευή συμμετείχε με μικρό ποσοστό χρηματοδότησης και το Δημόσιο. Από τότε το έργο πέρασε από πολλές συμπληγάδες για να αρχίσει να υλοποιείται το σημερινό υπερσύγχρονο Υπόγειο Γκαράζ 18.920 τμ και 665 θέσεων και πέρασε από ακόμα μεγαλύτερες για να καταφέρει να παραδοθεί επίσημα στις 7 Ιουλίου 2009 από τον τότε Υπουργό ΠΕΧΩΔΕ Γιώργο Σουφλιά και να τεθεί σε λειτουργία. Σήμερα ακόμα γίνεται λόγος από την αντιπολίτευση για τη χρησιμότητα του και το όφελος του Δήμου μας από αυτό το έργο, ενώ κατά καιρούς σχολιάζονται και οι όροι της σύμβασης του Δήμου μας με το ΥΠΕΧΩΔΕ.



Εικ5.2 : Υπόγειο γκαράζ πλατείας Καρύλλου [Πηγή : Προσωπική Εργασία]

Στη συνέχεια έγινε η μελέτη και η δημοπράτηση της ανάπλασης της Πλατείας Καρύλλου πάνω από το γκαράζ το 2010. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το ΕΣΠΑ και ο Δήμος αναγκάστηκε για να ολοκληρωθεί το έργο να καταβάλλει από δικούς του πόρους 553.500 ευρώ επιπλέον για έκτακτα έξοδα. Μετά από πολλές αναβολές η Πλατεία Καρύλλου παραδόθηκε προς χρήση στα τέλη Αυγούστου 2012.



Εικ5.3 : Πλατεία Καρύλλου [Πηγή : Αρχιτεκτονικό Γραφείο «ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΑΚΗΣ ΓΑΒΡΙΑΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ»]

Το κόστος, η αισθητική και η λειτουργικότητα της πλατείας αποτελούν και θα αποτελούν μέχρι της επόμενης εκλογές πρόσφορα θέματα για πολιτικές συζητήσεις στην πόλη μας. Οι απλοί πολίτες, πάντως, δείχνουν να απολαμβάνουν το νέο έργο, και κατακλύζουν καθημερινά τους χώρους της Κεντρικής Πλατείας, η οποία αποτελεί πλέον πόλο έλξης όλων των Αθηναίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Προσομοιώσεις

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

Ξεκινώντας λοιπόν την έρευνα, έπρεπε να αποτυπωθεί με σαφήνεια ο εξεταζόμενος χώρος, δηλαδή να καταρτιστεί το σχέδιο κάτοψης της πλατείας Καρύλλου. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν το λεπτομερές τοπογραφικό διάγραμμα που μας παραχωρήθηκε από την τεχνική υπηρεσία του Δήμου της Νέας Σμύρνης, δορυφορικές εικόνες, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και επεξεργάστηκαν ούτως ώστε να δημιουργηθεί το σχέδιο που θα αποτελέσει το φόντο του καννάβου (Εικ. 6.1). Μέσω των παρατηρήσεων, χωροθετήθηκαν δραστηριότητες και χρήσεις γης της περιοχής μελέτης, καθώς ακόμα σημειώθηκαν οι χώροι πράσινου και οι διάδρομοι κίνησης και τέλος καταγράφηκε ο αστικός εξοπλισμός (παγκάκια, σκίαστρα και άλλα).

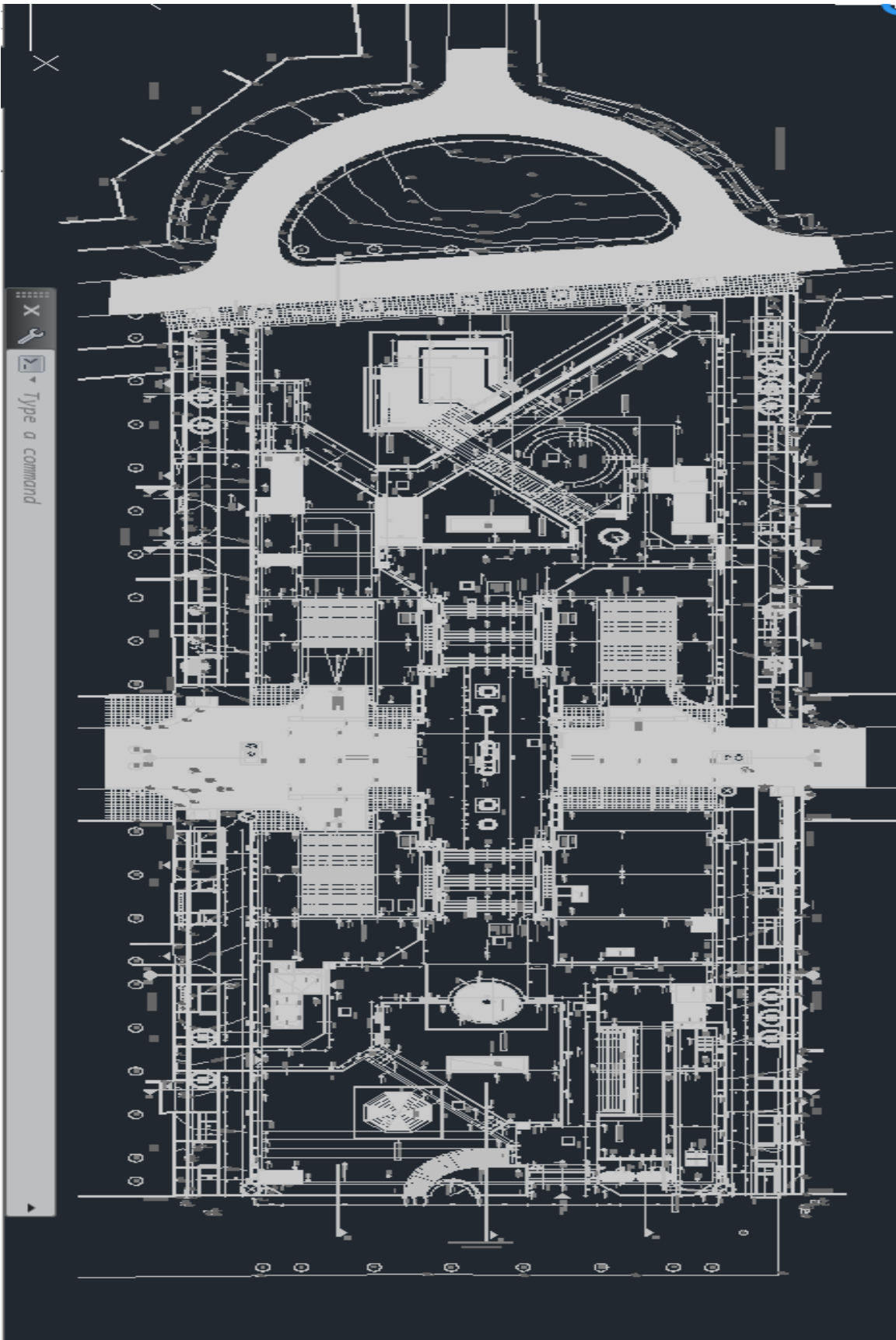
Το τοπογραφικό διάγραμμα που μας παραχωρήθηκε περιείχε πολλές πληροφορίες για την διακόσμηση της πλατείας όπως την θέση, το σχήμα και τις διαστάσεις των χώρων του πρασίνου και των τεχνιτών λιμνών, για τη θέση των οικοδομικών γραμμών, τα πλάτη των δρόμων και γενικότερα των υλικών επικάλυψης των επιφανειών.

Αποτύπωση της δόμησης

Η αποτύπωση της δόμησης της περιοχής 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.

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.



Εικ.6.1: Τοπογραφικό διάγραμμα πλατείας Καρύλλου [Πηγή: Δήμος Νέας Σμύρνης]



Εικ.6.2: Υφιστάμενη Κατάσταση Πλατείας Καρόλλου [Πηγή: Αρχιτεκτονικό Γραφείο Τάκης Γαβρίλης και Συνεργάτες]



Εικ.6.3: Κάτοψη Πλατείας Καρόλλου [Πηγή: Αρχιτεκτονικό Γραφείο Τάκης Γαβρίλης και Συνεργάτες]



Εικ.6.4: Τρισδιάστατη Απεικόνιση Πλατείας Καρόλλου [Πηγή: Αρχιτεκτονικό Γραφείο Τάκης Γαβρίλης και Συνεργάτες]

6.1.2 Κλιματολογικά στοιχεία

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, εστιάζει στο γεγονός των ζεστών και ξηρών καλοκαιριών στην Αθήνα, εφόσον το καλοκαίρι αποτελεί την περισσότερο προβληματική περίοδο όσον αφορά τις συνθήκες θερμικής άνεσης στους εξωτερικούς υπαίθριους χώρους. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν 2 προσομοιώσεις. Η πρώτη προσομοίωση θα αφορά μια τυπική ημέρα του Ιουλίου και συγκεκριμένα στις 6/7/2012 πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας όπως θα περιγράψουμε στην συνέχεια και η δεύτερη προσομοίωση θα αφορά μια από τις πιο ζεστές ημέρες του Ιουλίου και συγκεκριμένα στις 22-7-2012, για την οποία αντλήσαμε τα κλιματολογικά στοιχεία από την ΕΜΥ.

Όσον αφορά το μικρόκλιμα στην περιοχή, τα στοιχεία συλλέχθηκαν με δύο τρόπους:

6.1.2.1 Επιτόπιες μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας στην περιοχή στις 6/7/2012. Αναλυτικά, οι μετρήσεις παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι. Η καταγραφή αυτή πραγματοποιήθηκε με την χρήση του παρακάτω θερμουγρόμετρου.

Θερμοϋγρόμετρο (data logger)



Εικ.6.5: Θερμοϋγρόμετρο «Tinytag Ultra 2» [Πηγή: <http://www.rs-components.com/index.html>]

Συγκεκριμένα έγινε χρήση του data logger «Tinytag Ultra 2». Είναι σχεδιασμένο για την καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας κατά κύριο λόγο σε κλειστούς χώρους, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε ανοιχτούς χώρους με κατάλληλα μέτρα προστασίας (ώστε να μην εκτίθεται στον ήλιο). Έχει μεγάλη ακρίβεια ανάγνωσης και ανάλυσης, χωρητικότητα 16.000 αναγνώσεων ενώ έχει και υψηλή ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων. Με βάση τις προδιαγραφές του, έχει τη δυνατότητα καταγραφής θερμοκρασίας σε εύρος από -40 έως 85°C (με ακρίβεια $\pm 0.6^\circ\text{C}$ στους 25°C) και υγρασίας σε εύρος 0-95% (με ακρίβεια $\pm 3\%$ RH στους 25°C). Οι μετρήσεις γίνονται μέσω ενός εξωτερικού αισθητήρα και τα δεδομένα μεταφέρονται σε υπολογιστή μέσω καλωδίου, ενώ υπάρχει και λογισμικό μέσω του οποίου γίνεται η επεξεργασία των μετρήσεων.

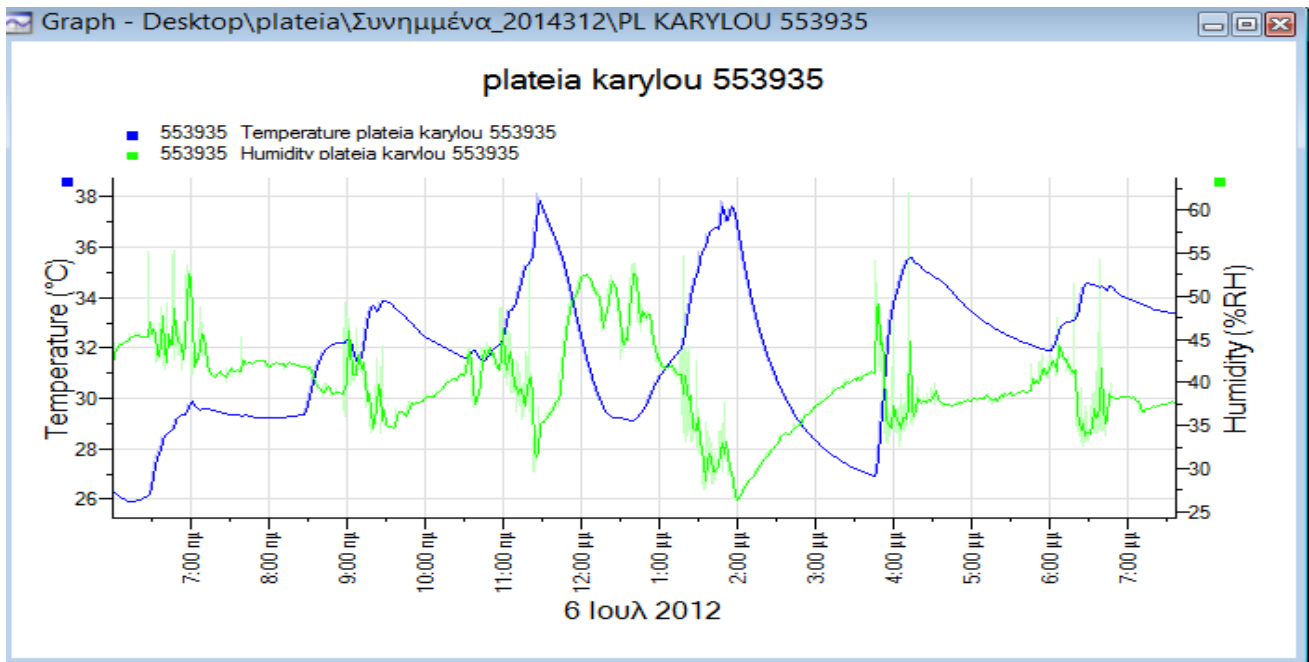
Σημειώνεται πάντως ότι το όργανο αυτό χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την καταγραφή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος τροφίμων κατά τη μεταφορά τους.

Όπως αναφέρθηκε στην περιγραφή του οργάνου, είναι απαραίτητο αυτό να προστατεύεται από τον ήλιο. Για τον λόγο αυτό το θερμοϋγρόμετρο στερεώνεται στο πίσω μέρος της βάσης ενός κινητού σημειωματαρίου. Οι μετρήσεις αυτές επαναλαμβάνονται 4 φορές μέσα στην ημέρα μελέτης σε διαφορετικές ώρες που είναι αντιπροσωπευτικές για την συγκεκριμένη ημέρα: 8.00 το πρωί, 10.30 το πρωί, 14.30 το μεσημέρι και 19.00 το απόγευμα. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να δοθεί μια κάποια εικόνα για την εξέλιξη του μικροκλίματος μέσα στην ημέρα.

Επεξεργασία μετρήσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων

Μετά το πέρας των μετρήσεων ξεκινά η φάση της επεξεργασίας των δεδομένων του θερμοϋγρομέτρου. Αυτό θα γίνει με τη σύνδεση του data logger στον υπολογιστή μέσω του καλωδίου του και με την εκκίνηση του λογισμικού του.

Αφού αναγνωστούν οι μετρήσεις, εμφανίζονται σε μορφή διαγράμματος όπως φαίνεται στο παράδειγμα της επόμενης εικόνας.



Εικ.6.6: Διάγραμμα θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας όπως απεικονίζεται στο data logger [Πηγή: TinyTag Explorer]

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, με μπλε γραμμή απεικονίζεται η θερμοκρασία ενώ με πράσινη η σχετική υγρασία. Ο κατακόρυφος άξονας που βρίσκεται αριστερά είναι βαθμονομημένος με την κλίμακα της θερμοκρασίας, αυτός που βρίσκεται δεξιά με την κλίμακα της σχετικής υγρασίας, ενώ ο οριζόντιος αναφέρεται στον χρόνο.

Το διάγραμμα αυτό παρουσιάζει εποπτικά τις μετρήσεις, αλλά για την επεξεργασία τους απαιτούνται οι αναλυτικές τιμές τους. Η εύρεση αυτών είναι αρκετά εύκολη και υλοποιείται μέσω του εικονιδίου που μοιάζει με πίνακα (τοποθετώντας πάνω του τον κέρσορα αναγράφει «Open the table of readings view»). Επιλέγοντάς το ανοίγει ένα νέο παράθυρο που περιέχει τον πίνακα των μετρήσεων.

Tinytag Explorer 4.8 - [Table of Readings - Desktop\plateia\Συνημμένα_2014312\PL KARYLOU 553935]				
S/N	Time	1	2	
		553935	553935	
Type		TGU-4500	TGU-4500	
Description		plateia karylou 553935	plateia karylou 553935	
Property		Temperature	Humidity	
1	6 Ιουλ 2012 6:00:26 ημ	26.282 °C	42.6 %RH	
2	6 Ιουλ 2012 6:00:29 ημ	26.281 °C	42.6 %RH	
3	6 Ιουλ 2012 6:00:32 ημ	26.282 °C	42.3 %RH	
4	6 Ιουλ 2012 6:00:35 ημ	26.279 °C	42.6 %RH	
5	6 Ιουλ 2012 6:00:38 ημ	26.275 °C	42.6 %RH	
6	6 Ιουλ 2012 6:00:41 ημ	26.273 °C	42.6 %RH	
7	6 Ιουλ 2012 6:00:44 ημ	26.273 °C	42.8 %RH	
8	6 Ιουλ 2012 6:00:47 ημ	26.270 °C	42.8 %RH	
9	6 Ιουλ 2012 6:00:50 ημ	26.269 °C	43.1 %RH	
10	6 Ιουλ 2012 6:00:53 ημ	26.267 °C	43.1 %RH	
11	6 Ιουλ 2012 6:00:56 ημ	26.260 °C	43.1 %RH	
12	6 Ιουλ 2012 6:	26.262 °C	43.1 %RH	
13	6 Ιουλ 2012 6:01:02 ημ	26.259 °C	43.1 %RH	
14	6 Ιουλ 2012 6:01:05 ημ	26.254 °C	43.3 %RH	
15	6 Ιουλ 2012 6:01:08 ημ	26.254 °C	43.3 %RH	
16	6 Ιουλ 2012 6:01:11 ημ	26.250 °C	43.6 %RH	
17	6 Ιουλ 2012 6:01:14 ημ	26.247 °C	43.6 %RH	
18	6 Ιουλ 2012 6:01:17 ημ	26.251 °C	43.6 %RH	
19	6 Ιουλ 2012 6:01:20 ημ	26.245 °C	43.3 %RH	
20	6 Ιουλ 2012 6:01:23 ημ	26.242 °C	43.6 %RH	
21	6 Ιουλ 2012 6:01:26 ημ	26.241 °C	43.6 %RH	
22	6 Ιουλ 2012 6:01:29 ημ	26.238 °C	43.6 %RH	
23	6 Ιουλ 2012 6:01:32 ημ	26.236 °C	43.3 %RH	
24	6 Ιουλ 2012 6:01:35 ημ	26.233 °C	43.3 %RH	
25	6 Ιουλ 2012 6:01:38 ημ	26.229 °C	43.3 %RH	
26	6 Ιουλ 2012 6:01:41 ημ	26.227 °C	43.3 %RH	

Εικ.6.7: Διάγραμμα θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας όπως απεικονίζεται στο data logger [Πηγή: TinyTag Explorer]

Ο πίνακας αυτός περιέχει όλες τις μετρήσεις που έχουν καταγραφεί από την στιγμή εκκίνησης του data logger μέχρι τον τερματισμό του. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται ο αύξων αριθμός της

μέτρησης, στην δεύτερη η ημερομηνία και η ώρα, στην τρίτη οι τιμές της θερμοκρασίας και στην τέταρτη οι αντίστοιχες τιμές της σχετικής υγρασίας.

Πλέον είναι πολύ εύκολο, με απλή αντιγραφή και επικόλληση, να ληφθούν τα δεδομένα από τον πίνακα αυτόν και να μεταφερθούν σε ένα αρχείο Excel για περαιτέρω επεξεργασία.

6.1.2.2 Κλιματολογικά Δεδομένα από Ε.Μ.Υ.

Ωστόσο, γίνεται αντιληπτό ότι δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις όλο το 24ώρο και η αξιοπιστία της προσομοίωσης μιας μέρας μόνο είναι μικρή. Για τον λόγο αυτό, ζητήσαμε εγγράφως και για εκπαιδευτικούς σκοπούς, κλιματολογικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και έγινε η παραδοχή ότι, αν και ο μετεωρολογικός σταθμός του Ελληνικού βρίσκεται σε απόσταση από την πλατεία Καρύλλου, οι διαφορές στις υπάρχουσες μετρήσεις είναι αμελητέες. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, εστιάζει στο γεγονός των ζεστών και ξηρών καλοκαιριών στην Αθήνα, εφόσον το καλοκαίρι αποτελεί την περισσότερο προβληματική περίοδο όσον αφορά τις συνθήκες θερμικής άνεσης στους εξωτερικούς υπαίθριους χώρους. Για τον λόγο αυτό, οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σε καλοκαιρινές ημέρες και συγκεκριμένα είναι στις 22/07/2012. Αναλυτικότερα, τα στοιχεία που λήφθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και σημειώνεται ότι οι μετρήσεις θερμοκρασίας που γίνονται στο σταθμό του Ελληνικού έχουν συχνότητα μιας ώρας ενώ της σχετικής υγρασίας 3 ώρες.

22/7/2012			22/7/2012		
Ωρα	Θερμοκρασία (° C)	Σχετική Υγρασία (%)	Ωρα	Θερμοκρασία (° C)	Σχετική Υγρασία (%)
07:00	26,22		17:00	35,63	
08:00	26,98		18:00	34,74	49
09:00	27,86	40	19:00	33,42	
10:00	29,84		20:00	32,11	
11:00	31,82		21:00	30,80	44
12:00	33,85	27	22:00	30,00	
13:00	35,03		23:00	29,20	
14:00	36,22		24:00	28,40	56
15:00	37,41	31	01:00	28,33	
16:00	36,52		02:00	28,26	

Εικ.6.8: Μετρήσεις με συχνότητα 1 ώρας και 3 ωρών των μεγεθών της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας αντίστοιχα για τις 22-23/7/20012 [Πηγή: Ε.Μ.Υ.]



Εικ.6.9: Θέση σταθμού σε σχέση με την πλατεία Καρύλλου [Πηγή: Google Earth]

6.2 Έναρξη Προσομοιώσεων

Για την μεγαλύτερη δυνατή αξιοπιστία της έρευνας, οι προσομοιώσεις που αποφασίσαμε να γίνουν είναι 3:

- Α) Πρώτη προσομοίωση που θα ελέγξει την αξιοπιστία του προγράμματος σε σύγκριση με τις δικές μας μετρήσεις. Οι μεταβλητές που θα συγκριθούν θα είναι η θερμοκρασία και η υγρασία, καθώς αυτές μετρήσαμε με το θερμουγρόμετρο, καθώς επίσης θα αξιολογήσουμε την επιρροή του μικροκλίματος σύμφωνα με την υπάρχουσα βλάστηση-δόμηση.
- Β) Η δεύτερη προσομοίωση θα ελέγξει ξανά την αξιοπιστία του προγράμματος, αυτή τη φορά όμως σε σύγκριση με τα στοιχεία της E.M.Y. . Οι μεταβλητές που θα μπορούν να συγκριθούν πάλι θα είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία.
- Γ) Η τρίτη προσομοίωση θα προσπαθήσει να δείξει την επιρροή της βλάστησης στο μικροκλίμα της περιοχής. Στην θέση της πλατείας θα βάλουμε ένα πυκνό δάσος και θα αξιολογήσουμε την μεταβολή των κλιματολογικών στοιχείων στην περιοχή.

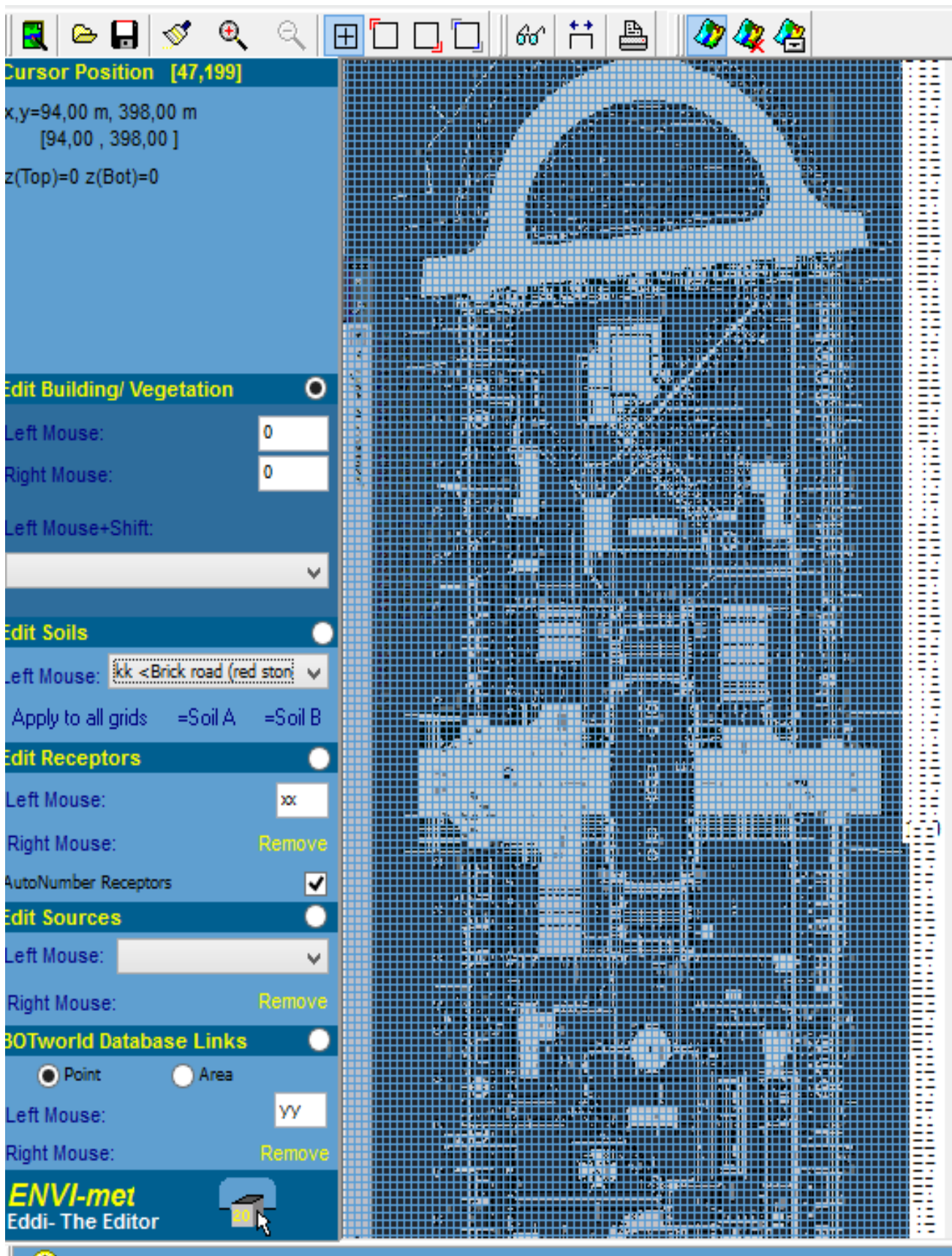
6.2.1 Κατάρτιση αρχείων εισόδου

6.2.1.1 Διαδικασία δημιουργίας της εικόνας-υποβάθρου

Πέρα από την επί τόπου καταγραφή των μικροκλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις δύο πλατείες, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και η μελέτη τους με βάση ένα αξιόπιστο και διαδομένο πρόγραμμα προσομοίωσης των συνθηκών αυτών όπως είναι το Envi-met.

Για την μοντελοποίηση μιας περιοχής είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας εικόνας-υποβάθρου ώστε να τοποθετηθούν σωστά τα κτίρια, η βλάστηση, τα υλικά κτλ. πάνω στον κάνναβο. Ως εικόνα υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκε το λεπτομερέστατο τοπογραφικό διάγραμμα του σχήματος 6.1 , τα σχήματα 6.2, 6.3, 6.4 αλλά και δικές μας παρατηρήσεις από αυτοψία στην πλατεία.

Στη συνέχεια, επιλέγεται να ανοιχθεί το αρχείο new area.in του λογισμικού, ορίζεται ως φόντο η δημιουργούμενη από προσωπική επεξεργασία εικόνα (σημειώνεται ότι για να χρησιμοποιηθεί η εικόνα επιτυχώς από το πρόγραμμα, θα πρέπει να έχει αποθηκευτεί υπό μορφή εικόνας bitmap) και λαμβάνεται τελικά η εικόνα του σχήματος 6.10. Φυσικά, η εικόνα αυτή δεν είναι αντιπροσωπευτική για την προσομοίωση, δεδομένου ότι απαιτούνται περαιτέρω τροποποιήσεις και ρυθμίσεις στο αρχείο input file, όπως θα περιγραφθεί στη συνέχεια.



Εικ6.10: Ορισμός της πλατείας ως φόντο στο αρχείο new area.in [Πηγή: ENVI-et]

6.2.2 Πρώτη προσομοίωση: Έλεγχος αξιοπιστίας ENVI-met

Στην πρώτη αυτή προσομοίωση, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση βάσει του σημερινού σχεδίου, σημερινής μορφής, της πλατείας Καρύλλου. Στόχος της είναι ο έλεγχος της αξιοπιστίας του λογισμικού ENVI-met, δηλαδή της ακρίβειας των αποτελεσμάτων που έδωσε. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα επεξεργάζονται και πραγματοποιείται σύγκριση αυτών με τις πραγματικές τιμές που λήφθηκαν από επί τόπου μετρήσεις.

6.2.2.1 Αρχείο εισαγωγής περιοχής .IN (Area Input File)

Αναφέρθηκε εκτενώς στο κεφάλαιο 4, τα βήματα που πρέπει να προηγηθούν προκειμένου να ξεκινήσει η προσομοίωση με το λογισμικό ENVI-met. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε καταρχήν η κάτοψη της πλατείας Καρύλλου σε autocad ώστε να χρησιμοποιηθεί μετέπειτα ως το βασικό φόντο Εικόνα 6.10. Επίσης, σημειώνεται ότι επιλέχθηκε να ελεγχθεί έκταση 260x98 μέτρων, η οποία περιλαμβάνει το σύνολο της έκτασης της πλατείας, το πάχους των περιμετρικών κτιρίων, τα οποία ενδεχομένως εκτείνονται κατά πολύ πίσω από τα όρια της πλατείας, ένα μέρος του άλσους, στο οποίο η βλάστηση όμως δεν είναι τόσο πυκνή όσο στο εσωτερικό του, και μεγάλο μέρος της δίπλας πλατείας.

Για τη δημιουργία της προς προσομοίωση περιοχής, χρησιμοποιήθηκε η version 250x250x30 (είναι διαθέσιμη στην έκδοση 3.1 beta 5 του λογισμικού ENVI-met). Με κριτήρια την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων αλλά και μέγιστη χρήση της υπολογιστικής ισχύος και ύστερα από επικοινωνία με τον δημιουργό του προγράμματος καθηγητή κύριο Prof. Dr. Michael Bruse ,επιλέχθηκε το παρακάτω πλέγμα:

- 81 κελιά κατά τον άξονα x, με την αντίστοιχη διάσταση $dx = 1.2 \text{ m}$
- 216 κελιά κατά τον άξονα y, με την αντίστοιχη διάσταση $dy = 1.2 \text{ m}$
- 30 κελιά κατά τον άξονα z, με την αντίστοιχη διάσταση $dz = 3.00 \text{ m}$

Όπως θα διαπιστώσετε η ανάλυση που κάναμε στον κάνναβο είναι τεράστια. Για κάθε $1.2 \times 1.2 = 1.44 \text{ τ.μ.}$ της τεράστιας έκτασης που επιλέξαμε αποτυπώθηκε ακριβώς το περιβάλλον της πλατείας. Όσο πιο ακριβής είναι η αποτύπωση της περιοχής τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα, με μόνο μειονέκτημα ότι ο υπολογιστικός χρόνος της προσομοίωσης αυξάνει εκθετικά. Συγκεκριμένα, έγινε χρήση ενός υπερσύγχρονου υπολογιστή ,4πύρηνος με 12 Gb Ram, και η πρώτη προσομοίωση (20 ωρών συνολικά) είχε συνολική διάρκεια 8 μέρες συνεχόμενης λειτουργίας του υπολογιστή ,τρέχοντας μόνο το Envi-met για εξοικονόμηση υπολογιστικής ισχύος. Αντίστοιχα, οι επόμενες 2 προσομοιώσεις 20 ωρών η καθεμία , είχαν διάρκεια 8 ημερών ακατάπαυστης λειτουργίας του υπολογιστή η καθεμία.

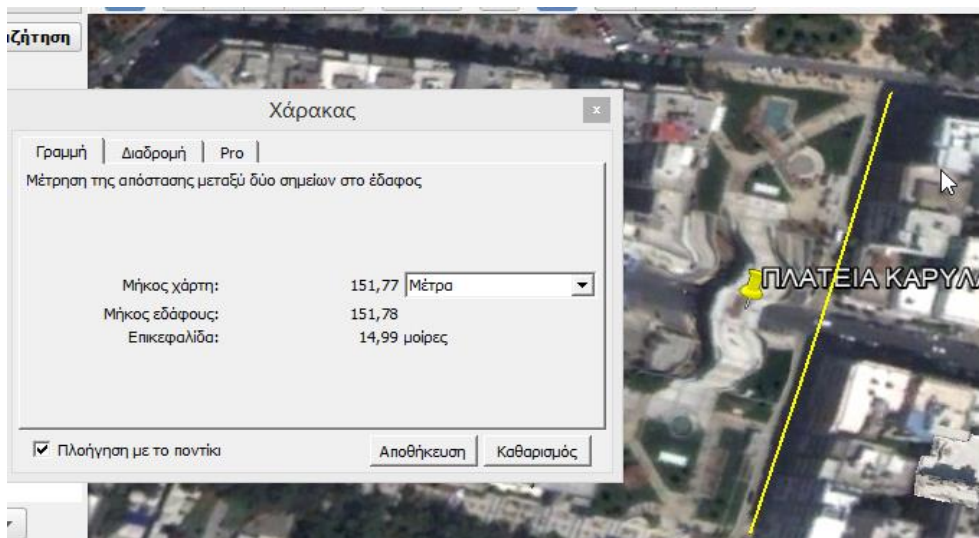
Στο παραπάνω πλήθος κελιών, κατά τις διευθύνσεις x και y, συμπεριλαμβάνονται 16 κελιά (8+8) τα οποία τέθηκαν υπό τη μορφή επάλληλων πλεγμάτων (nesting grids), προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή θέση των ορίων του υπολογιστικού πεδίου και να μην επηρεαστεί η ροή του αέρα από την ύπαρξη των υπό προσομοίωση στοιχείων. Στη θέση αυτή η κατανομή των παραμέτρων του ροϊκού πεδίου θεωρείται γνωστή, σύμφωνα με τις σχέσεις ροής σε επίπεδο ανάγλυφο. Η ταχύτητα του ανέμου έχει λογαριθμική κατανομή ή σύμφωνα με το γνωστό νόμο του εκθέτη. Η απόσταση από τα όρια στην έξοδο του πεδίου διασφαλίζει ότι τα μεγέθη δεν παρουσιάζουν εγκάρσιες διαφοροποιήσεις (λαμβάνεται σταθερή πίεση σε όλο το ύψος), ενώ στα πλάγια θεωρείται ότι τα μεγέθη δεν παρουσιάζουν κλίσεις στα όρια.)

Εικ.6.11: Βασικά στοιχεία διαμόρφωσης του μοντέλου στο αρχείο .IN [Πηγή: ENVI-met]

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι κατά τον άξονα z επιλέχθηκε τα υπολογιστικά κελιά να είναι σταθερού ύψους (equidistant). Επίσης, φαίνεται η ανάθεση των υλικών στα στοιχεία της δευτερεύουσας περιοχής “Soil A” και “Soil B” (pavement-concrete και Asphalt Road), η οποία δικαιολογείται από το γεγονός ότι η ευρύτερη περιοχή γύρω από την πλατεία Καρύλλου είναι στο μεγαλύτερό της μέρος δομημένη. Τέλος, στην έκδοση αυτή είναι καταχωρημένη η πόλη της Αθήνας και αυτόματα το λογισμικό χρησιμοποιεί τις αντίστοιχες γεωγραφικές συντεταγμένες.

Όσον αφορά την επιλογή της κατακόρυφης διάστασης z, ο βασικός περιορισμός που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι, η επιλογή που θα γίνει, θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το ύψος του εξεταζόμενου μοντέλου να προκύπτει τουλάχιστον διπλάσιο από το ύψος του ψηλότερου κτιρίου. Στην πλατεία Καρύλλου, το ψηλότερο κτίριο είναι στα 24 μέτρα άρα το τελικό κατακόρυφο ύψος του καννάβου θα πρέπει να είναι το λιγότερο 48 μέτρα, σε αντίθετη περίπτωση, η προσομοίωση κρίνεται ανεπιτυχής και το πρόγραμμα δεν δίνει αποτελέσματα. Επομένως, διατηρείται σταθερό το $z=30$ όπως ορίζεται από το πρόγραμμα και τίθεται $dz=3.00$, με τον τρόπο αυτό προκύπτει τελικά ύψος $30 \times 3.00=90$ μέτρα, με περιθώριο ασφαλείας από το ελάχιστο ύψος των 48 μέτρων

Πέραν αυτών των στοιχείων, ορίστηκε ως ευρύτερη περιοχή μελέτης η Αθήνα (και άρα αυτομάτως ορίστηκαν τα γεωγραφικά στοιχεία της πλατείας) καθώς επίσης και η γωνία στροφής του μοντέλου σε σχέση με τον Βορρά ως 15° δεξιόστροφα.



Εικ 6.12: Υπολογισμός μοιρών [Πηγή: Google Earth]

Στη συνέχεια εισήχθη το υπόβαθρο της πλατείας και με βάση αυτό δημιουργήθηκαν τα κτίρια που την περιβάλλουν καθώς και τα κτήρια μέσα στην πλατεία. Τα ύψη τους ποικίλουν από 3 μέχρι 24m.

Οι επιπλέον επιλογές που πρέπει να γίνουν είναι να αναπαρασταθεί το ενιαίο επιλεγμένο έδαφος του πεζοδρομίου, να χτιστούν τα κτίρια και να τοποθετηθεί η υπάρχουσα βλάστηση.

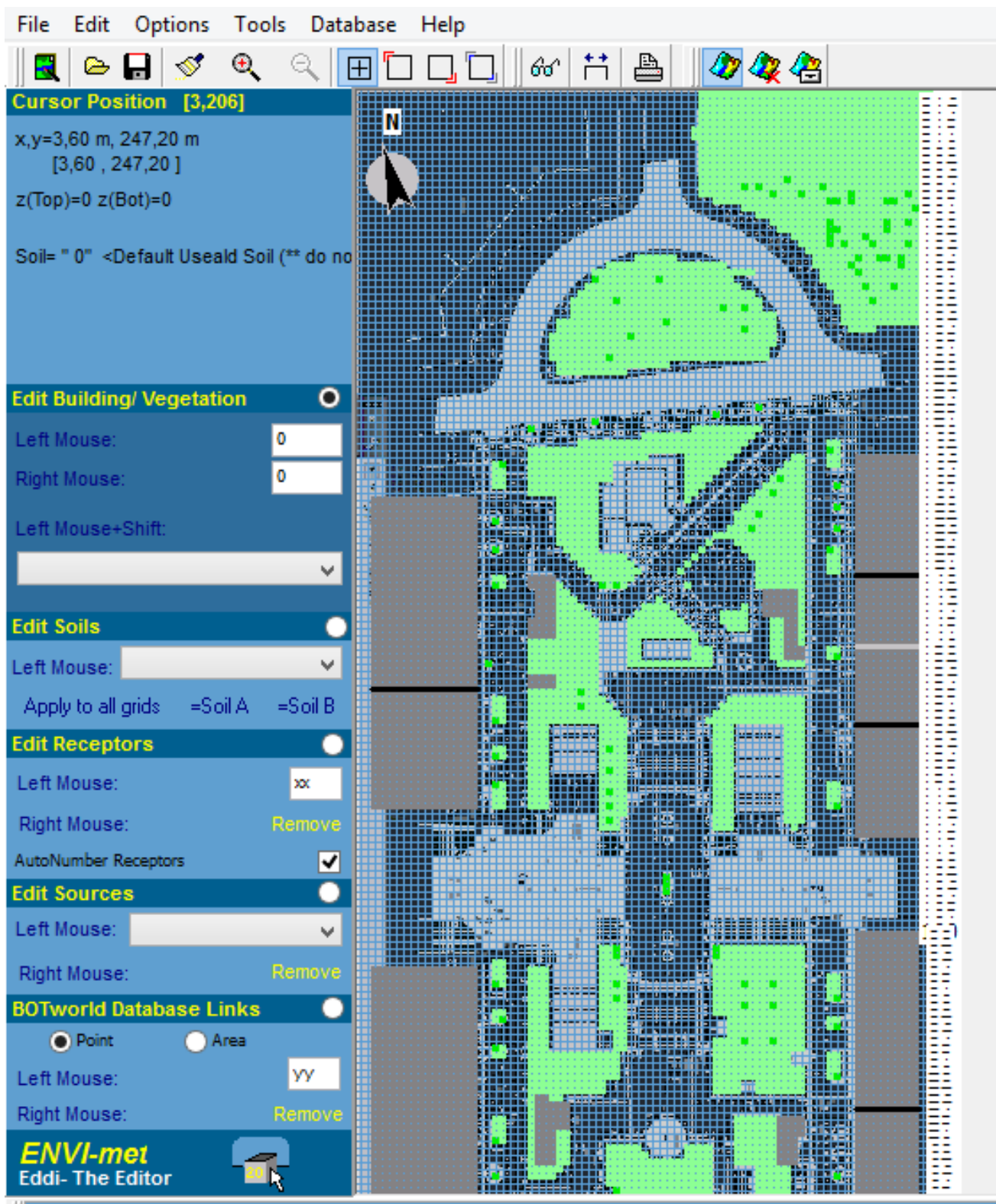
Όσον αφορά τη βλάστηση χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία φυτών που περιείχε η αντίστοιχη βιβλιοθήκη (plants.dat), αλλά και νέα που δημιουργήθηκαν μετά από επεξεργασία των ήδη υπαρχόντων. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν:

- στοιχείο γρασιδιού ύψους 10cm (κωδικός gr) μετά από επεξεργασία του στοιχείου g, «Grass 50 cm aver. Dense» το οποίο αφορούσε γρασίδι ύψους 50cm.
- στοιχείο δέντρου με «γυμνό» κορμό – δηλαδή με φύλλωμα στα ανώτερα στρώματά του-, ύψους 5m (κωδικός T5), ύστερα από επεξεργασία του στοιχείου T1, «Tree 10 m very dense, leafless base».
- στοιχείο δέντρου με «γυμνό» κορμό – δηλαδή με φύλλωμα στα ανώτερα στρώματά του-, ύψους 3m (κωδικός T3), ύστερα από επεξεργασία του στοιχείου T1, «Tree 10 m very dense, leafless base».
- στοιχείο θάμνου ύψους 1m (κωδικός h1), μετά από επεξεργασία του στοιχείου H2 «Hedge dense, 2m» που είχε να κάνει με θάμνο ύψους 2m.

Η τοποθέτησή τους στον κάνναβο έγινε με βάση την κάτοψη-υπόβαθρο. Σημειώνεται πως τα φυτά τοποθετήθηκαν ώστε να καλύπτουν την κάτοψη του φυλλώματος κάθε δέντρου, αν και κάθε κελί που πληρούται με στοιχείο φυτού αποτελεί στην ουσία μια «κολώνα» στο τρισδιάστατο μοντέλο. Κάτι τέτοιο δεν αποτελεί και πολύ καλή προσομοίωση του πραγματικού σχήματος του δέντρου και είναι ένα από τα μειονεκτήματα του προγράμματος. Η διαμόρφωση των κτιρίων και των φυτών φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικ.6.13: Μοντέλο κτιρίων και φυτών της πλατείας Καρόλλου [Πηγή: ENVI-met]



Εικ6.13: Μοντέλο κτιρίων και φυτών της πλατείας Καρύλλου [Πηγή: ENVI-met]

Ως προς τα υλικά των επιφανειών, χρησιμοποιήθηκαν αυτά του αρχείου profils.dat. Βέβαια πρόκειται για μια βιβλιοθήκη υλικών αρκετά περιορισμένου πλήθους την οποία για να εμπλουτίσει κάποιος με νέα υλικά είναι απαραίτητο να έχει εξειδικευμένες γνώσεις και πληροφορίες. Για τον λόγο αυτόν έγινε χρήση μόνο των υφιστάμενων στοιχείων με μια προσπάθεια να αντιστοιχιστούν όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά στο μοντέλο. Έτσι ύστερα από καθοδήγηση από τον Prof. Dr. Michael Bruse τοποθετήθηκαν:

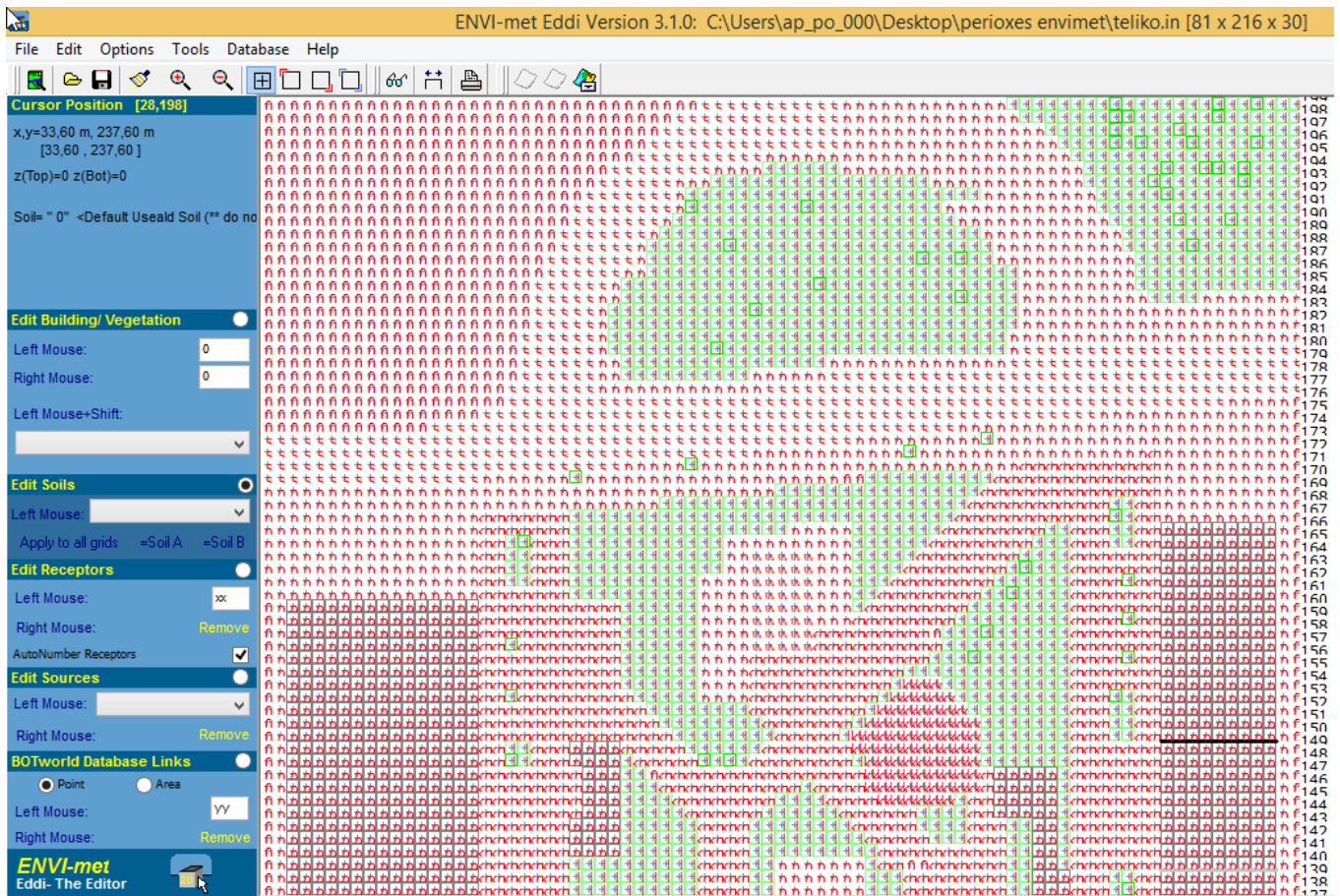
- Το στοιχείο «Asphalt Road» στην άσφαλτο των οδών Πατριάρχου Ιωακείμ, Αγίας Φωτεινής και Κορδελιού.
- Το στοιχείο «Pavement (Concrete)» στις πεζοδρομημένες περιοχές της δίπλας πλατείας ,των πεζοδρομίων ,στις μπάρες των γκαράζ, στην πεζοδρομημένη περιοχή του άλσους αλλά και στα κτήρια.
- Το στοιχείο «Granit shining» στην περιοχή της πλατείας κοντά στο σιντριβάνι αλλά και στην εναέρια διάβαση.
- Το στοιχείο «Brick road (red stones)» στις περιοχές των χώρων σκίασης και των ξύλινων διαδρόμων της πλατείας στο πάνω και το κάτω τμήμα της.
- Το στοιχείο «Brick road (yellow stones)» στις πλακοστρωμένες περιοχές της πλατείας στο πάνω και το κάτω τμήμα της.
- Το στοιχείο «Deep Water» στην περιοχή του συντριβανιού.
- Το στοιχείο «Default Useald Soil» στις περιοχές μακριά από την πλατεία.
- Το στοιχείο «Loamy soil» στις θέσεις της βλάστησης.

Οι επιλογές όλων των υλικών έγινε κατόπιν καθοδήγησης (αποστολής φωτογραφιών των υλικών της πλατεία) με άτομο της ομάδας του δημιουργού του προγράμματος.

Όπως σημειώθηκε και στο Κεφάλαιο 3, το στοιχείο «deep water» αναφέρεται σε υδάτινη μάζα μεγάλου βάθους και συνεπώς δεν προσομοιώνει επακριβώς τη συμπεριφορά των ρηχών νερών, αλλά δεν υπάρχει και δυνατότητα με κατάλληλη τροποποίηση να δώσει ασφαλή αποτελέσματα, γι' αυτό και χρησιμοποιείται κατά προσέγγιση στην περίπτωση του συντριβανιού.



Εικ.6.14: Κάνναβος υλικών μέρους της πλατείας Καρύλλου [Πηγή: ENVI-met]



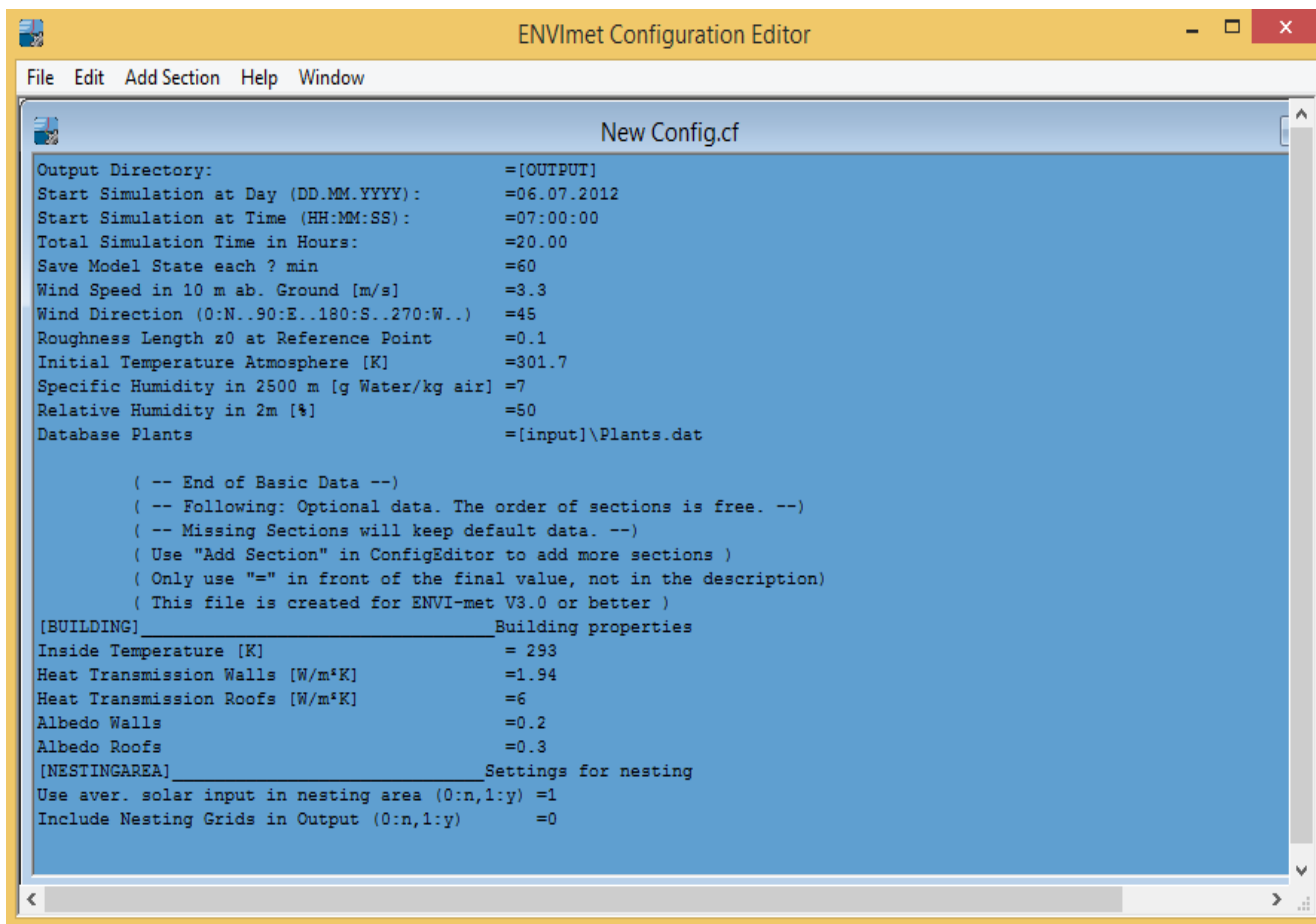
Εικ.6.15: Κάνναβος υλικών μέρους της πλατείας Καρύλλου [Πηγή: ENVI-met]

6.2.2.2 Κύριο αρχείο διαμόρφωσης .CF (Main Configuration File)

Για την έναρξη της προσομοίωσης απαιτείται και η δημιουργία του configuration file κάθε μοντέλου, το οποίο στην ουσία είναι το αρχείο στο οποίο καταχωρούνται στοιχεία που αφορούν το κλίμα της ημέρας προσομοίωσης (βλ. και παράρτημα). Έτσι λοιπόν τα στοιχεία που δόθηκαν είναι:

- Ημέρα προσομοίωσης: 06/07/2012
- Ώρα έναρξης της προσομοίωσης: 07:00:00
- Συνολικός χρόνος προσομοίωσης (ώρες): 20.00.
- Ταχύτητα ανέμου στα 10m από το έδαφος (m/s): 3.3
- Κατεύθυνση ανέμου (σε μοίρες): 45 (δηλαδή Βοριο-ανατολικός)
- Αρχική θερμοκρασία (σε Kelvin): 301
- Ειδική υγρασία στα 2500m (g νερού/kg αέρα): 7
- Σχετική υγρασία στα 2m (%): 50

Πέραν των βασικών αυτών ρυθμίσεων, προστέθηκε το section [BUILDING], στο οποίο η εσωτερική θερμοκρασία των κτιρίων τέθηκε ίση με 25 °C (298 °K). Αυτό έγινε με το σκεπτικό ότι στο εσωτερικό των κτιρίων, λόγω της σκίασης και του κλιματισμού, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη τουλάχιστον κατά 2 με 3 βαθμούς. Σημειώνεται, τέλος, ότι οι παραπάνω ρυθμίσεις οριστικοποιήθηκαν κατόπιν δοκιμών, που στόχο είχαν τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων και τη μείωση του υπολογιστικού χρόνου.



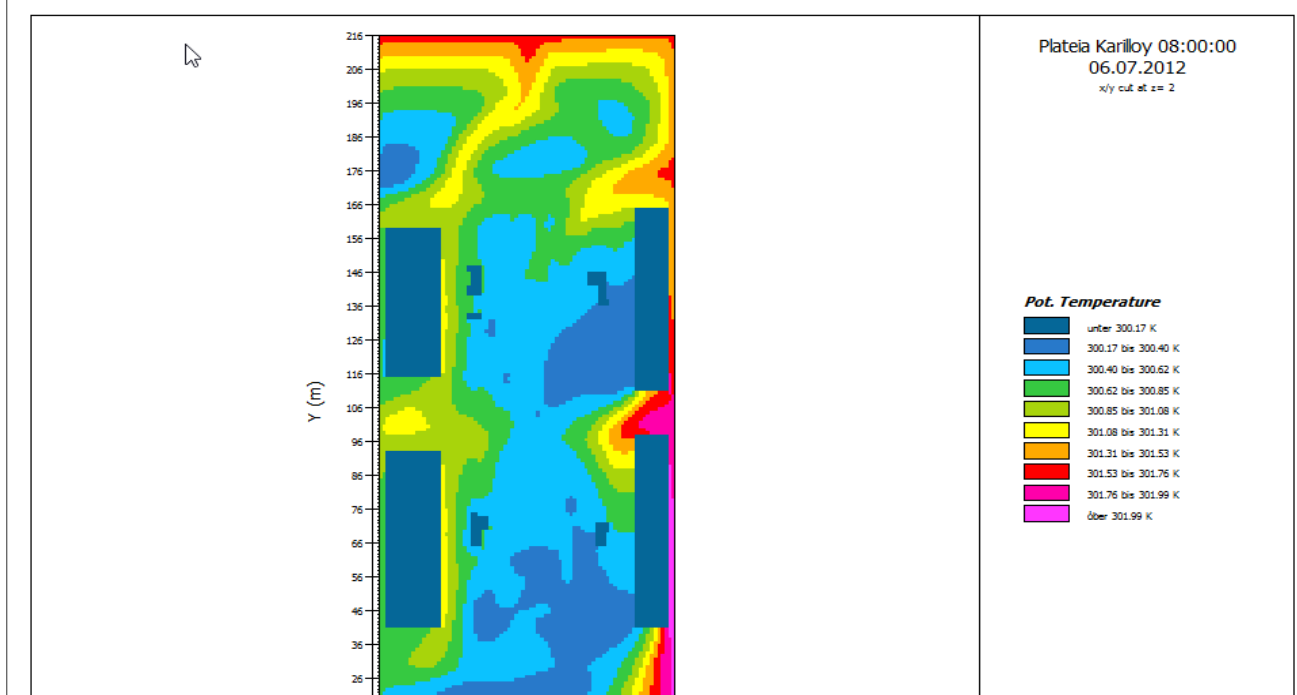
Εικ.6.16: Κύριο αρχείο διαμόρφωσης για την προσομοίωση της τυπικής ημέρας [Πηγή: ENVI-met].

6.2.2.3 Αποτελέσματα της 1ης προσομοίωσης

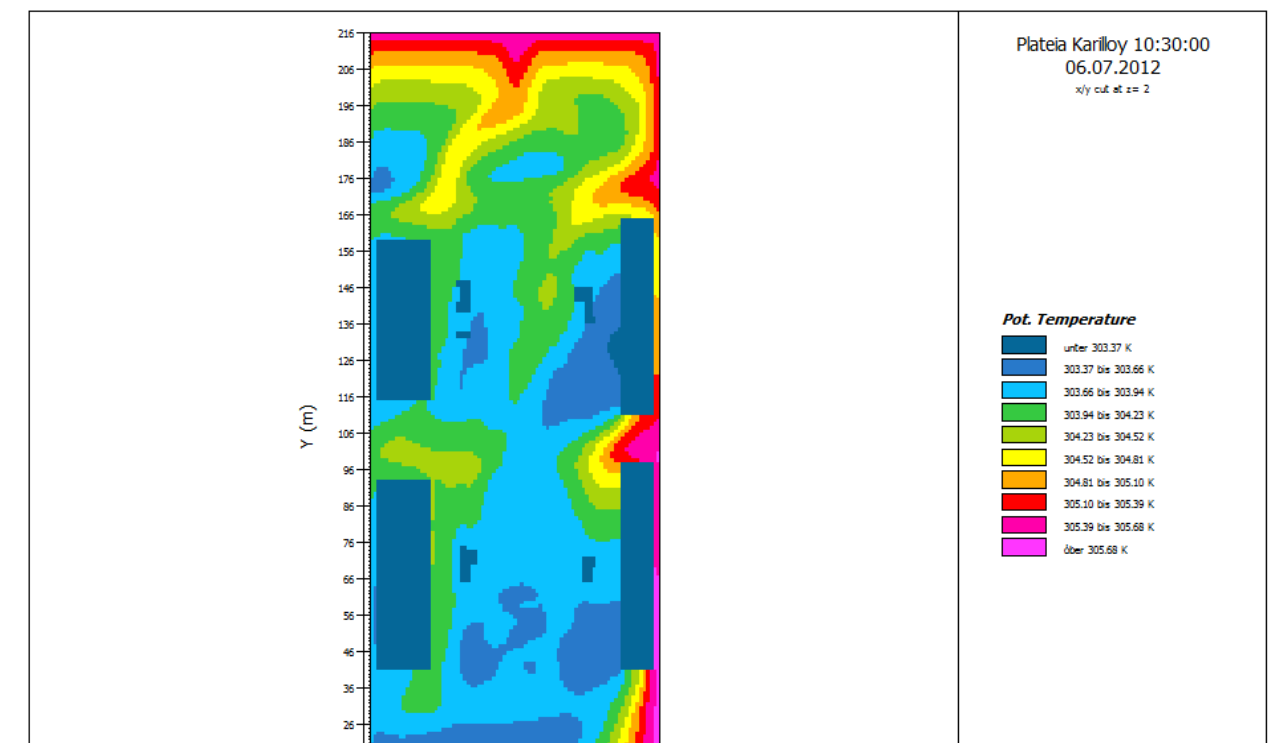
Με το πέρας της προσομοίωσης τα αποτελέσματα τα οποία ελήφθησαν και αποφασίστηκε να παρουσιαστούν είναι αυτά που αφορούσαν την θερμοκρασία (pot temperature) και τη σχετική υγρασία (relative humidity). Στη συνέχεια, μέσω του λογισμικού οπτικοποίησης Leonardo, παρουσιάζεται μία σειρά αποτελεσμάτων που αφορούν στην υφιστάμενη κατάσταση στην περιοχή της κυρίως πλατείας, για την τυπική θερινή ημέρα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η κατανομή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας.

Θερμοκρασία-Σχετική υγρασία

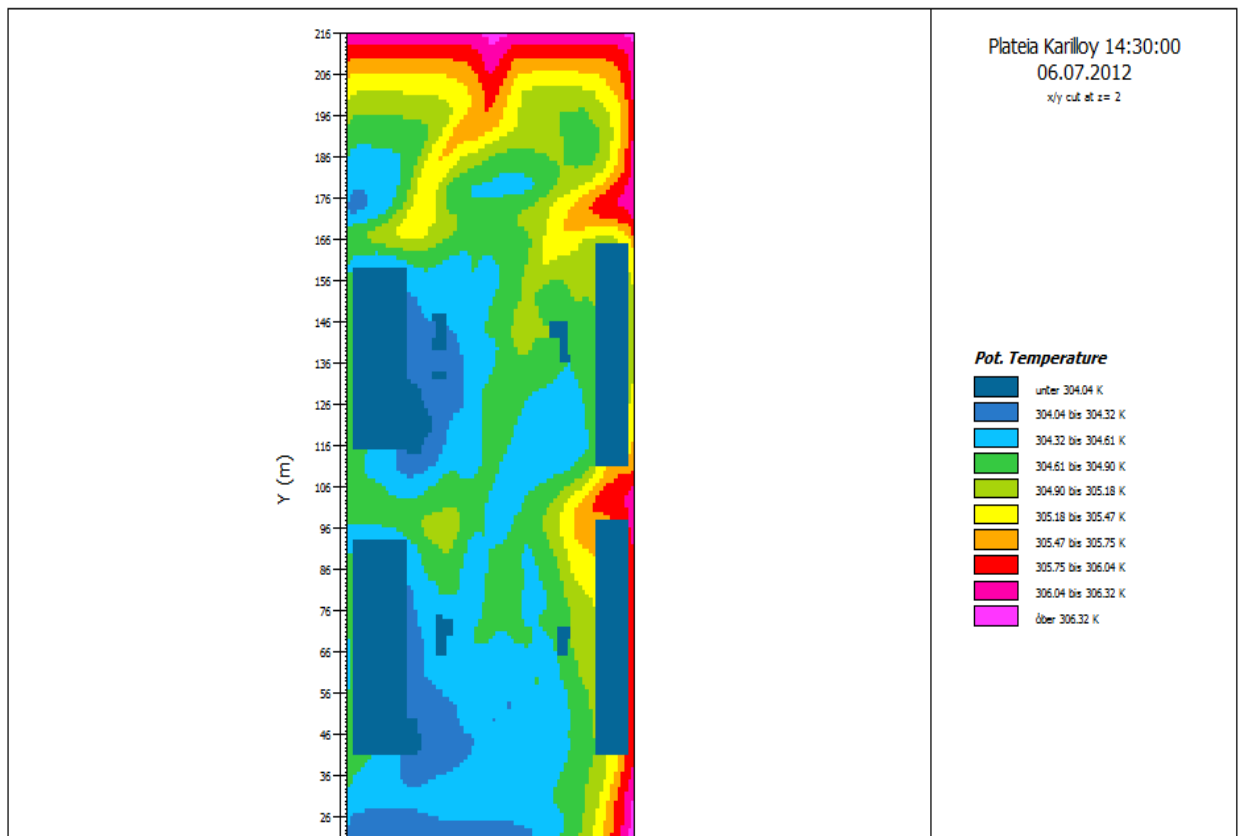
Από την επιλογή Leonardo graph (output:inflow) του Leonardo, ελήφθησαν τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας μετά το πέρας της προσομοίωσης.



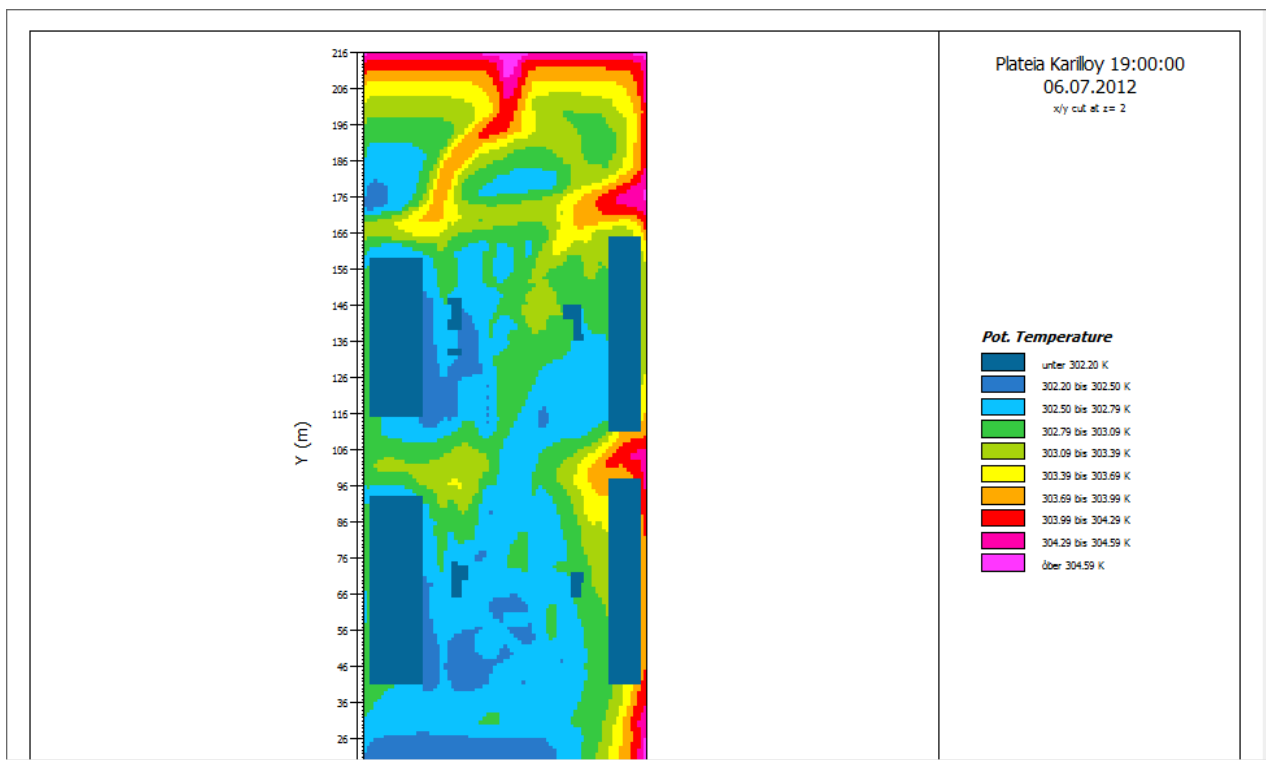
Εικ.6.17: Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 08:00, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



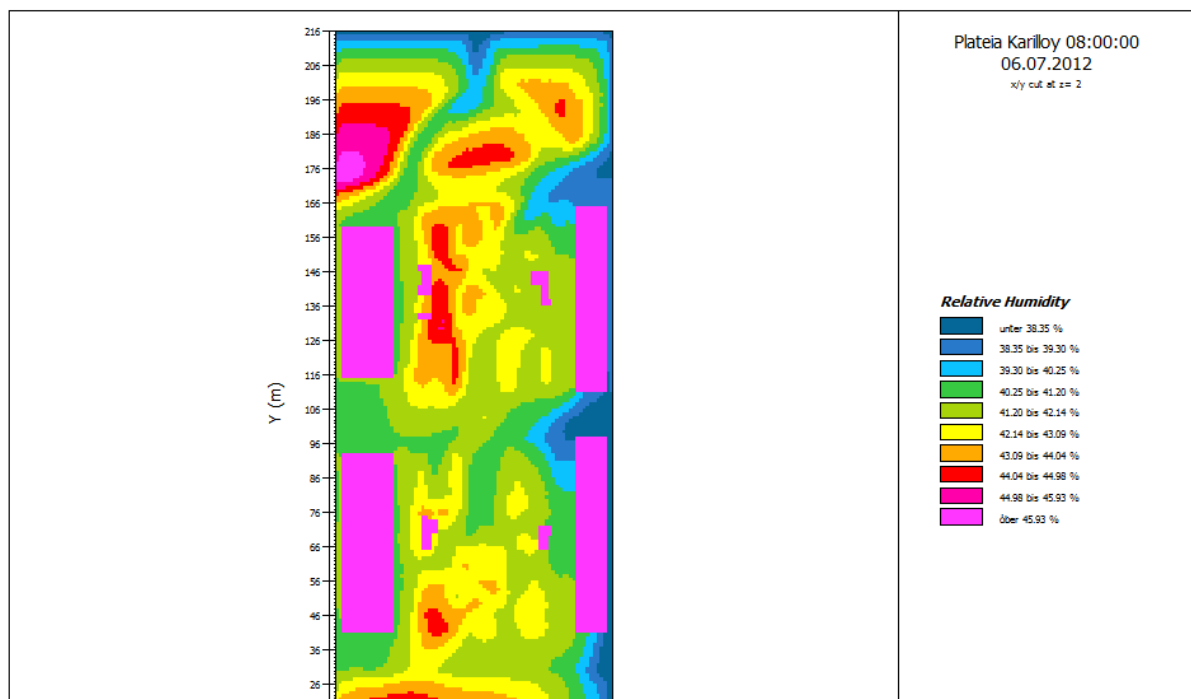
Εικ.6.18: Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 10:30, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



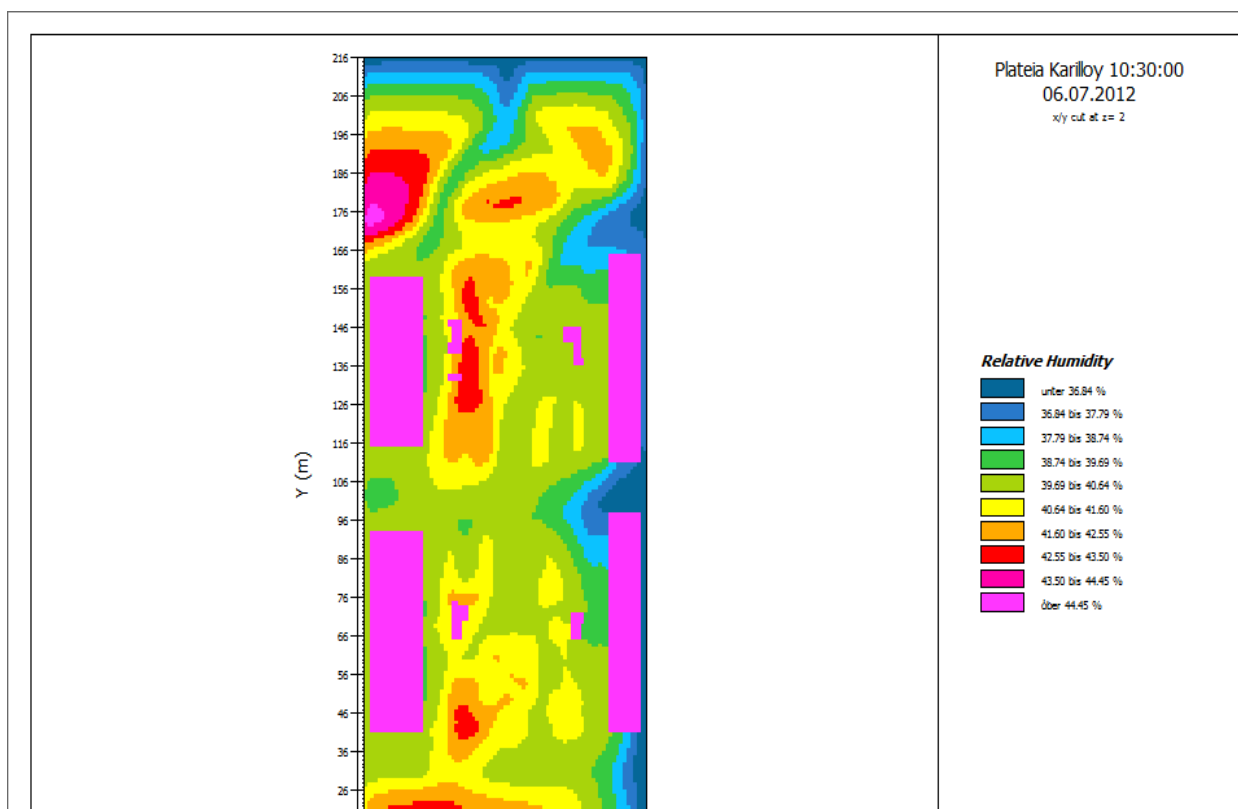
Εικ.6.19: Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 14:30, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



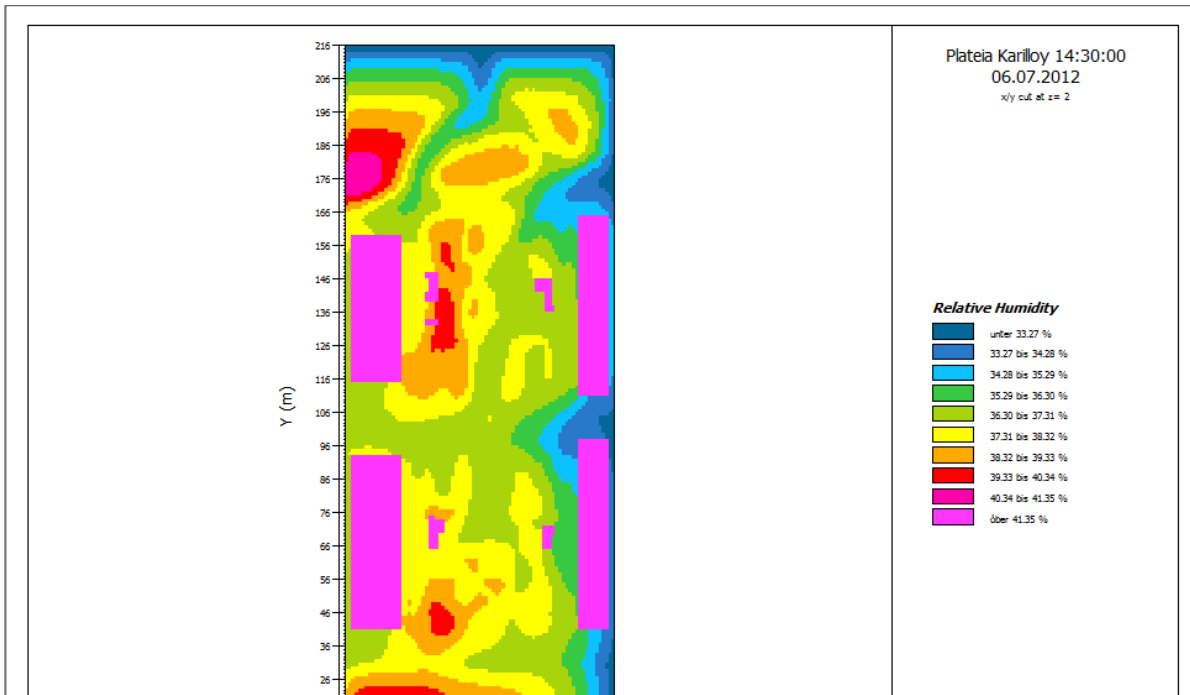
Εικ.6.20: Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 19:00, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



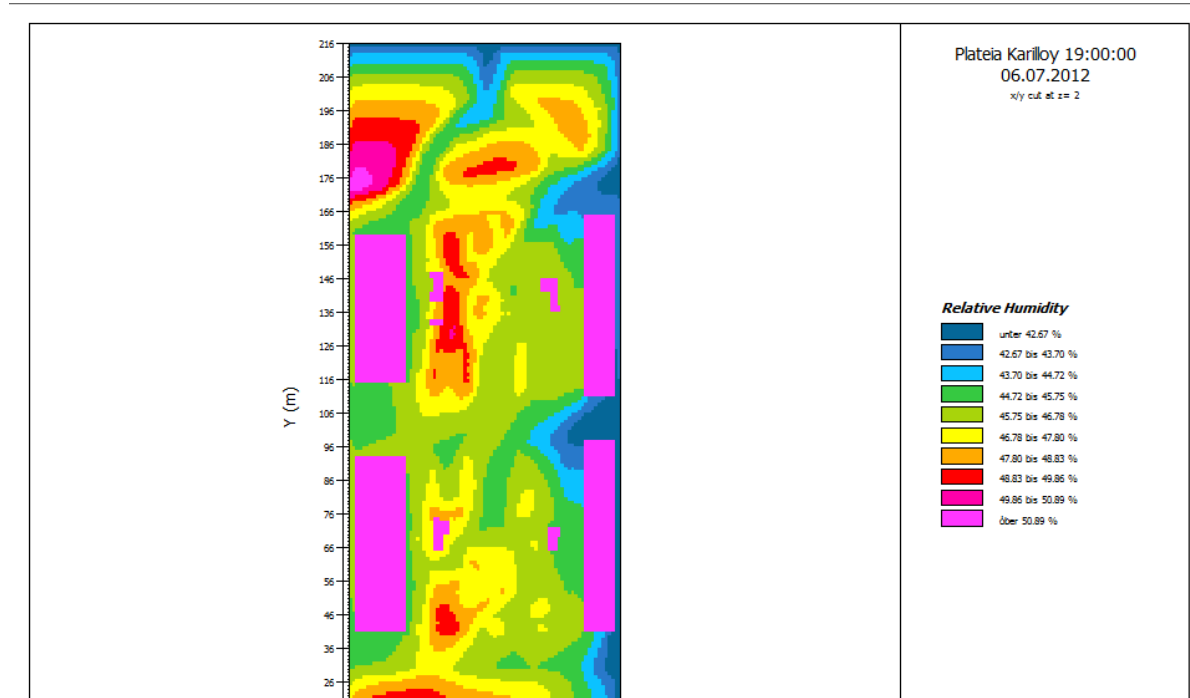
Εικ.6.21: Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 08:00, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



Εικ.6.22: Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 10:30, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



Εικ.6.23: Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 14:30, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].



Εικ.6.24: Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m την τυπική θερινή ημέρα στις 19:30, στην υφιστάμενη κατάσταση [Πηγή: Leonardo].

Μέσω του προγράμματος Xtract (παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο), το οποίο μας δίνει για κάθε κελί την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία, απομονώθηκε η περιοχή της πλατείας που έγιναν οι μετρήσεις, και υπολογίστηκαν η μέγιστη ,η ελάχιστη και η μέση τιμή για τις 2 μεταβλητές. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις δικές μας μετρήσεις και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα

Για μεγαλύτερη εποπτεία, τα εύρη των τιμών αλλά και οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στην περιοχή των δύο πλατειών τις διάφορες ώρες των μετρήσεων ανάλογα με την διαδικασία, παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

06/07/2012	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΑΡΥΛΛΟΥ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ			
	ENVI-MET		ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
	Εύρος °C	Μέση τιμή °C	Εύρος °C	Μέση τιμή °C
8.00	27.02-28.61	27.48	27,49-29.93	28.94
10:30	30.51-32.30	31.09	31.43-33.67	32.85
14.30	31.17-32.90	31.17	31.49-34.59	32.57
19.00	29.35-31.14	29.94	31.90-32.49	32.02

Εικ.6.25: Πίνακας τιμών θερμοκρασίας στον χώρο της πλατείας Καρύλλου στις 06/07/2012 με βάση την προσομοίωση στο Envi-met και τις επί τόπου μετρήσεις

06/07/2012	ΠΛΑΤΕΙΑ ΚΑΡΥΛΛΟΥ – ΣΧ. ΥΓΡΑΣΙΑ			
	ENVI-MET		ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
	Εύρος	Μέση τιμή	Εύρος	Μέση τιμή
8.00	40.25-45 %	42.85 %	40.8-55.4 %	45.33 %
10.30	36.84-43.5 %	40.72 %	33.93-47.8 %	40.4 %
14.30	33.27-41.35 %	38.35 %	32.97-54.6 %	39.6 %
19.00	42.67-49.86 %	46.61 %	39.11-50.0 %	41.15 %

Εικ.6.26: Πίνακας τιμών σχετικής υγρασίας στον χώρο της πλατείας Καρύλλου στις 06/07/2012 με βάση την προσομοίωση στο Envi-met και τις επί τόπου μετρήσεις

Σύγκριση αποτελεσμάτων Envi-met και μετρήσεων

Παρατηρώντας και συγκρίνοντας τα αντίστοιχα ζεύγη αποτελεσμάτων από το Envi-met και τις επί τόπου μετρήσεις σημειώνουμε τις εξής παρατηρήσεις :

Όσον αφορά τη θερμοκρασία

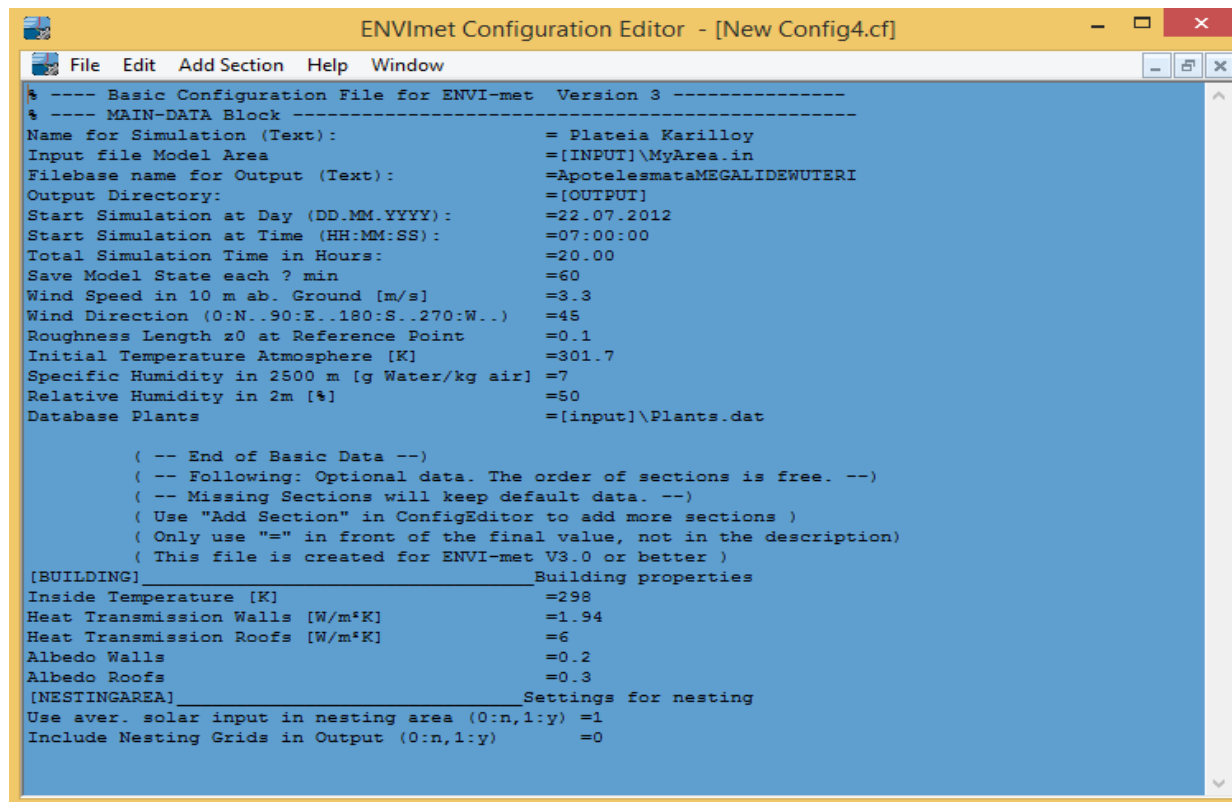
- Υπάρχει πολύ καλή προσέγγιση τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες, οι οποίες είναι και αυτές που ενδιαφέρουν περισσότερο σε μια μελέτη βελτίωσης του μικροκλίματος ενός εξωτερικού χώρου.
- Υποεκτιμάται από το πρόγραμμα τις απογευματινές ώρες (2°C)

Όσον αφορά τη σχετική υγρασία

- Τις απογευματινές ώρες υπάρχει μια απόκλιση της τάξης του 11% ,η οποία όμως θεωρείται αποδεκτή για εκτίμηση της πραγματικής κατάστασης.
- Τις πρωινές και μεσημεριανές οι τιμές από το Envi-met και τις μετρήσεις βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους, επομένως, μπορεί να θεωρηθεί πολύ ικανοποιητική η προσέγγιση.
- Τα εύρη τιμών, επίσης βρίσκονται σε πολύ καλή αντιστοιχία μεταξύ τους.

6.2.3 Δεύτερη προσομοίωση: Έλεγχος αξιοπιστίας ENVI-met

Για την προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης τη θερμότερη ημέρα, έγιναν αλλαγές μόνο στο κύριο αρχείο διαμόρφωσης .CF και συγκεκριμένα μόνο στην ημερομηνία. (Εικ. 6.27).



```
ENVI-met Configuration Editor - [New Config4.cf]
File Edit Add Section Help Window
* ---- Basic Configuration File for ENVI-met Version 3 ----
* ---- MAIN-DATA Block ----
Name for Simulation (Text):           = Plateia Karilloy
Input file Model Area                 =[INPUT]\MyArea.in
Filebase name for Output (Text):      =ApotelesmataMEGALIDEWUTERI
Output Directory:                    =[OUTPUT]
Start Simulation at Day (DD.MM.YYYY): =22.07.2012
Start Simulation at Time (HH:MM:SS):  =07:00:00
Total Simulation Time in Hours:       =20.00
Save Model State each ? min          =60
Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]  =3.3
Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..) =45
Roughness Length z0 at Reference Point =0.1
Initial Temperature Atmosphere [K]    =301.7
Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air] =7
Relative Humidity in 2m [%]           =50
Database Plants                       =[input]\Plants.dat

( -- End of Basic Data --)
( -- Following: Optional data. The order of sections is free. --)
( -- Missing Sections will keep default data. --)
( Use "Add Section" in ConfigEditor to add more sections )
( Only use "=" in front of the final value, not in the description)
( This file is created for ENVI-met V3.0 or better )

[BUILDING] Building properties
Inside Temperature [K]                =298
Heat Transmission Walls [W/m²K]       =1.94
Heat Transmission Roofs [W/m²K]      =6
Albedo Walls                          =0.2
Albedo Roofs                          =0.3

[NESTINGAREA] Settings for nesting
Use aver. solar input in nesting area (0:n,1:y) =1
Include Nesting Grids in Output (0:n,1:y) =0
```

Εικ.6.27.: Κύριο αρχείο διαμόρφωσης για την προσομοίωση της θερμότερης ημέρας [Πηγή: ENVI-met

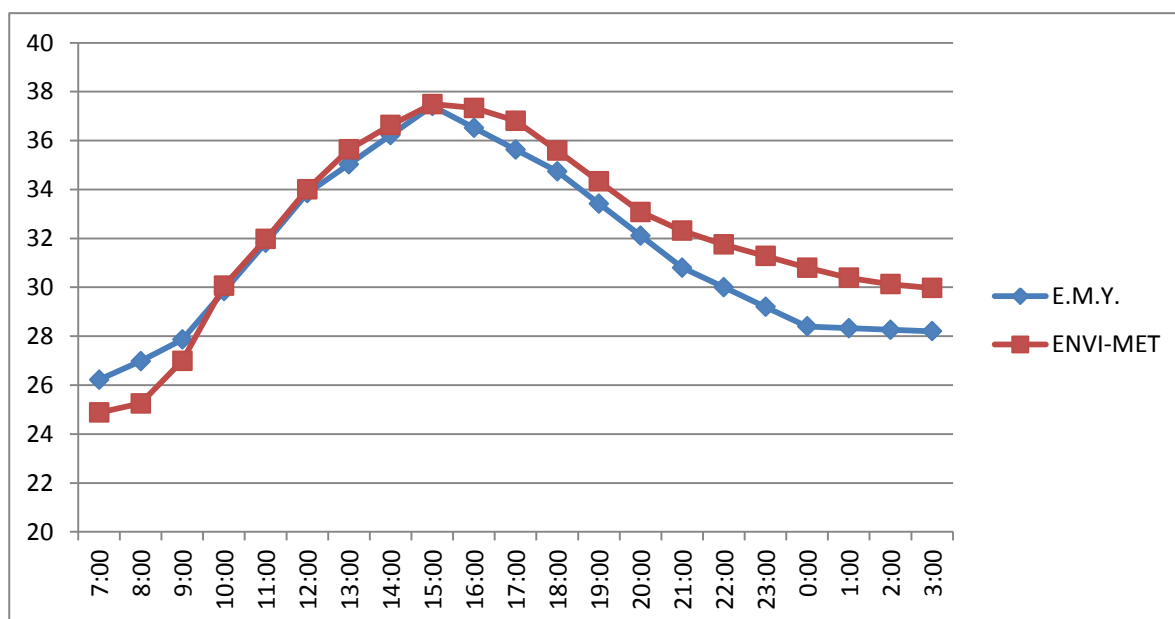
6.2.3.1 Αποτελέσματα της 2ης προσομοίωσης

Θερμοκρασία-Σχετική υγρασία

Από την επιλογή Leonardo graph (output:inflow) του Leonardo, ελήφθησαν τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας μετά το πέρας της προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα αυτά, αναφέρονται στον Πίνακα 6.28 ως ‘Θερμοκρασία ENVI-met’ ενώ ως ‘Θερμοκρασία E.M.Y.’ αναφέρονται οι τιμές που ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Ελληνικού. Επισυνάπτονται επομένως στο **Παράρτημα II**, τα γραφήματα αυτών με συχνότητα μιας ώρας.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	
	E.M.Y	Envi-Met
07:00	26,22	24,88
08:00	26,98	25,25
09:00	27,86	26,99
10:00	29,84	30,06
11:00	31,82	31,97
12:00	33,85	34,01
13:00	35,03	35,64
14:00	36,22	36,63
15:00	37,41	37,49
16:00	36,52	37,33
17:00	35,63	36,81
18:00	34,74	35,59
19:00	33,42	34,33
20:00	32,11	33,08
21:00	30,80	32,31
22:00	30,00	31,75
23:00	29,20	31,28
00:00	28,40	30,80
01:00	28,33	30,39
02:00	28,26	30,13
03:00	28,20	29,97

Εικ.6.28: Τιμές θερμοκρασίας από την E.M.Y και από το ENVI-met



Εικ.6.29: Αποτελέσματα ENVI-met για την θερμοκρασία, δεύτερη προσομοίωση

Συγκεκριμένα, στο διάγραμμα αυτό ο οριζόντιος άξονας απεικονίζει τις ώρες και ο κατακόρυφος άξονας τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας του αέρα σε βαθμούς Κελσίου. Οι δύο καμπύλες που συντάσσονται αναπαριστούν τις πραγματικές τιμές της θερμοκρασίας, μετρούμενες από τον μετεωρολογικό σταθμό, και τις τιμές της θερμοκρασίας που προέκυψαν από την προσομοίωση.

ΩΡΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	
	Envi-Met	E.M.Y
09:00	43,71	40
12:00	27,34	27
15:00	20,97	31
18:00	21,83	49
21:00	25,72	44
00:00	27,54	56

Εικ.6.30: Τιμές σχετικής υγρασίας από την E.M.Y και από το ENVI-met

Σύγκριση αποτελεσμάτων Envi-met και στοιχείων E.M.Y.

Παρατηρώντας και συγκρίνοντας τα αντίστοιχα ζεύγη αποτελεσμάτων από το Envi-met και των στοιχείων που μας παραχωρήθηκαν από την E.M.Y. επί τόπου μετρήσεις σημειώνουμε τις εξής παρατηρήσεις :

Όσον αφορά τη θερμοκρασία

Υπάρχει πάρα πολύ καλή προσέγγιση όλη την διάρκεια της ημέρας. Υπάρχουν ελάχιστες χρονικές στιγμές κατά τις οποίες η τιμή της θερμοκρασίας του αέρα από την E.M.Y. είναι υψηλότερη από αυτή των αποτελεσμάτων. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η προσομοίωση βρίσκεται στο ξεκίνημα της, επομένως το λογισμικό δεν έχει προλάβει να αναπαραστήσει εντελώς τις πραγματικές συνθήκες που του έχουν δοθεί και να ανταποκριθεί στην πραγματικότητα.

Η μέγιστη διαφορά που παρατηρήθηκε, εμφανίζεται στις 00:00 το βράδυ και είναι ίση με 2,4° C και ακολουθεί η τιμή της διαφοράς 2,06° C για την 1:00 το βράδυ και σχεδόν όλες οι υπόλοιπες διαφορές είναι αρκετά χαμηλότερες της μονάδας και πολλές φορές σχεδόν ταυτίζονται.

Ακόμα όμως και αν η διαφορά στις θερμοκρασίες ήταν μεγαλύτερη, ο δημιουργός του προγράμματος . Dr. Michael Bruse θεωρεί ανεκτές τις μικρές αλλά και μερικές μεγάλες αποκλίσεις για λόγους που θα αναφέρουμε στην επόμενη παράγραφο και θα αφορούν και την περίπτωση της πλατεία Καρύλλου.

Ο λόγος εμφάνισης των διαφορών αυτών για την εκάστοτε ώρα, δεν μπορεί δυστυχώς να αποδοθεί με ακρίβεια. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι ότι οι πραγματικές τιμές της θερμοκρασίας έχουν μετρηθεί στον μετεωρολογικό σταθμό του Ελληνικού, σε απόσταση δηλαδή από την πλατεία Καρύλλου, επομένως η διαφορά μικρής τάξεως ήταν αναμενόμενη και δικαιολογημένη. Ο μετεωρολογικός σταθμός στο Ελληνικό βρίσκεται σε παραθαλάσσια περιοχή επομένως ήταν φυσικό επόμενο, οι τιμές της θερμοκρασίας σε αυτόν να αποδειχθούν χαμηλές για ένα αστικό περιβάλλον,

όπως αυτό του κέντρου της Αθήνας, δηλαδή την πλατεία Καρύλλου. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι ο συνδυασμός των δομικών υλικών και του χρώματος επηρεάζει μέσω της ανακλαστικότητας τους, την θερμοκρασία τόσο των κτιρίων όσο και της ατμόσφαιρας. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Σημειώνεται επομένως ότι όσο μικρότερη η ανακλαστικότητα ενός υλικού τόσο περισσότερο συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Οι μεγάλης έκτασης ασφαλοστρωμένοι δρόμοι της πλατείας έχουν ιδιαίτερα χαμηλή ανακλαστικότητα (από 0,04 έως 0,12) ενώ οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων οι οποίες έχουν μαυρίσει από την ρύπανση έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα περίπου ίση με 0,10 και το γκρίζο πεζοδρόμιο της πλατείας παρουσιάζει ανακλαστικότητα μόλις 0,09. Προκύπτει δηλαδή ότι η εξεταζόμενη αστική περιοχή παρουσιάζει στο σύνολο της μειωμένη ανακλαστικότητα επομένως η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αναμενόμενη για τους εξής δύο λόγους:

- Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.
- Οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα περιμετρικά των δρόμων κτίρια αυξάνουν την απορρόφηση της.

Επίσης, το κάθε υλικό έχει μια θερμοχωρητικότητα η οποία είναι η ενέργεια που μπορεί να αποθηκεύσει στη μάζα του και την οποία αυτή ενέργεια αποδίδει με κάποια καθυστέρηση στο χώρο. Η θερμοχωρητικότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην αποθήκευση της εισερχόμενης ενέργειας στα κτίρια και στην απόδοση της αργότερα, συνεπώς το φαινόμενο αυτό οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, επομένως η παρουσία πολλών κατασκευών σκυροδέματος στην πλατεία Καρύλλου προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας, καθώς το σκυρόδεμα αποτελεί ένα υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Τέλος, αναφέρεται ότι το λογισμικό ENVI-met δεν λαμβάνει υπόψη του κατά τη διάρκεια των υπολογισμών το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Επομένως, από το δεδομένο αυτό μπορεί ακόμα να εξηγηθεί το γεγονός ότι παρατηρείται χαμηλότερη διαφορά των δύο καμπυλών κατά τη διάρκεια της ημέρας (9:00 με 21:00) με μέση τιμή στους 0.7° ενώ η διαφορά αυτή μεγιστοποιείται κατά τη διάρκεια της νύχτας (22:00 με 3:00) με μέση τιμή στους 2 ° C. Το συμπέρασμα που προκύπτει από το διάγραμμα είναι ότι το ENVI-met σε γενικές γραμμές έδωσε πολύ αξιόπιστα αποτελέσματα με σεβαστή ακρίβεια, η διαφορά των δύο τιμών ήταν πολύ μικρή και συνεπώς το λογισμικό κρίνεται κατάλληλο για μεταγενέστερες προσομοιώσεις.

Όσον αφορά τη σχετική υγρασία

Όσον αφορά το μέγεθος της σχετικής υγρασίας, δεδομένου ότι δεν υπήρχαν μετεωρολογικές μετρήσεις με συχνότητα μιας ώρας από την Ε.Μ.Υ. δεν ήταν δυνατή η κατάρτιση διαγράμματος σύγκρισης. Οι μετρήσεις που μπορούσε να μας παραχωρήσει οι Ε.Μ.Υ. είναι τριώρες. Η σχετική υγρασία που προκύπτει από τα στοιχεία της Ε.Μ.Υ. είναι αρκετά μεγαλύτερη τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες. Ένα μέρος της διαφοράς αυτής δικαιολογείται λόγω της θέσης του σταθμού της Ε.Μ.Υ. , ο οποίος είναι κοντά σε θάλασσα. σε περιοχή που περιβάλλεται από φυσικό έδαφος με βλάστηση σε μεγαλύτερο υψόμετρο.

6.2.4 Τρίτη προσομοίωση: Επιρροή της βλάστησης στο μικροκλίμα

Η πυκνή δόμηση επιδρά έντονα στο μικροκλίμα μιας περιοχής καθώς ο μεγάλος οικοδομικός όγκος, το ύψος των κτιρίων και τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα κτίρια είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες επίδρασης του και η κακή επιλογή αυτών οδηγεί σε δυσμενή καιρικά φαινόμενα. Από την άλλη πλευρά, η ύπαρξη βλάστησης αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό του βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς συμβάλλει στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος των ανοιχτών χώρων, δηλαδή βελτιώνει σημαντικά το μικρόκλιμα και δημιουργεί ένα ιδιαίτερο οικοσύστημα μέσα στις πόλεις το οποίο μπορεί να ενοποιηθεί με το φυσικό οικοσύστημα που υπάρχει στην ευρύτερη περιοχή των πόλεων. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι η βλάστηση συμβάλλει στην:

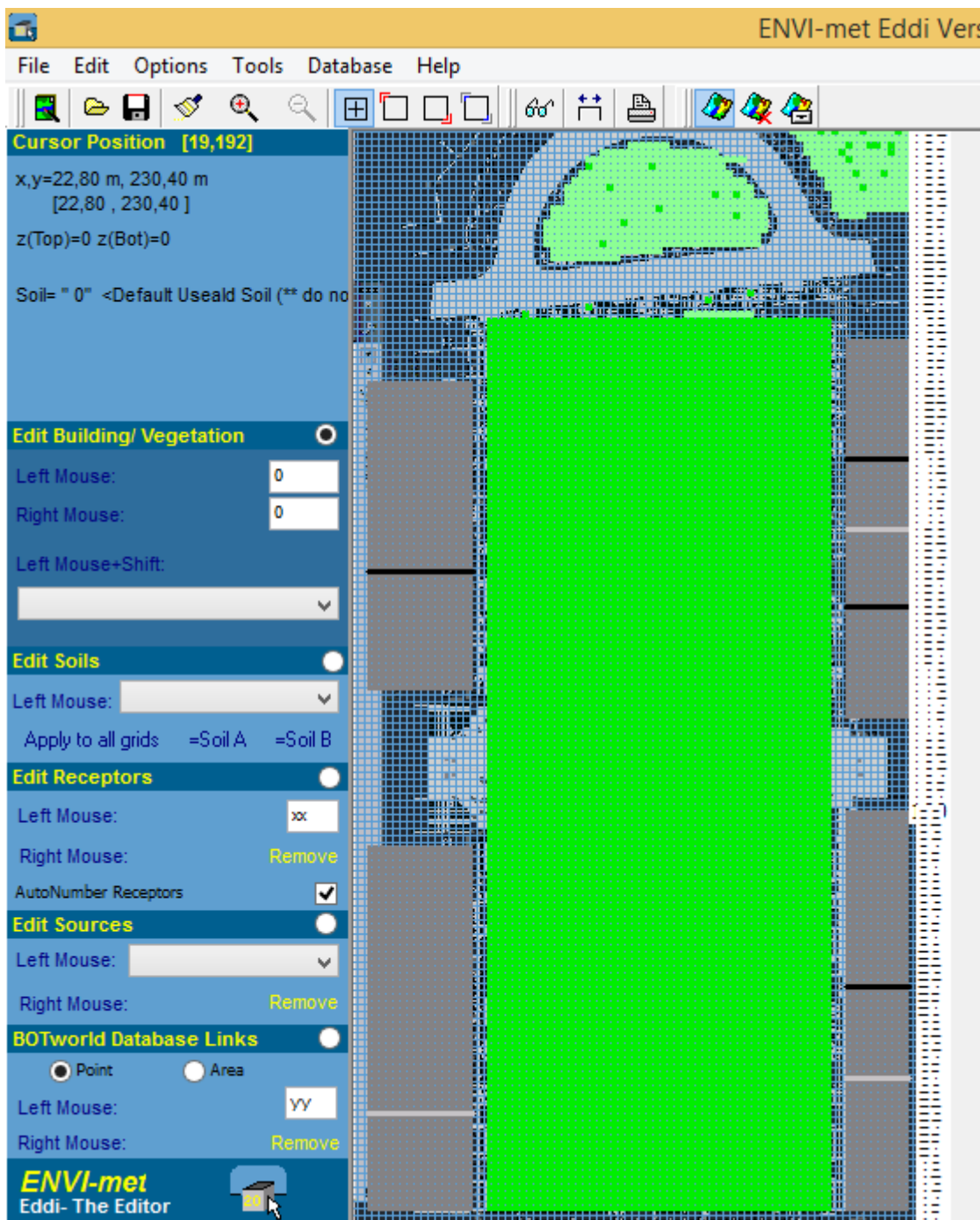
- Πτώση της θερμοκρασίας και συνεπώς στην δημιουργία συνθηκών δροσισμού για τους χρήστες.
- Αύξηση θερμικής άνεσης μέσα στις πόλεις μέσω της σκίασης και του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής.
- Προστασία από τον άνεμο καθώς τα φυτά χρησιμοποιούνται για να εμποδίσουν, να φιλτράρουν και να οδηγήσουν τη ροή του αέρα.
- Οπτική άνεση, καθώς αποσπούν το χρήστη από το δομημένο περιβάλλον και δημιουργούν ευχάριστα συναισθήματα στους ανθρώπους παρέχοντας ένα ψυχολογικό δεσμό με την φύση και την ύπαιθρο.
- Ακουστική άνεση, καθώς λειτουργούν ως ηχοπετάσματα και μειώνουν τον θόρυβο.

Βάσει των ανωτέρω, προκύπτει η ανάγκη διερεύνησης και ποσοτικώς της επίδρασης της βλάστησης σε έναν αστικό χώρο. Επομένως, εφόσον στην προηγούμενη ενότητα αποδείχθηκε η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του λογισμικού ENVI-met, αποφασίστηκε η πραγματοποίηση μιας νέας προσομοίωσης στον χώρο της πλατείας Καρύλλου ώστε να επιτευχθεί η διερεύνηση αυτή.

Συνεπώς, για να ξεκινήσει η προσομοίωση, πρέπει να καταρτιστεί το νέο αρχείο new area.in, δηλαδή της απεικόνισης της πλατείας με την προσθήκη βλάστησης. Για τον λόγο αυτό, αποφασίστηκε η υπογειοποίηση της οδού Αγίας Φωτεινής και η φύτευση ολόκληρης της πλατείας με ψηλά και πυκνά δέντρα, εκτός του πεζοδρόμου πλάτους 3μ. για την είσοδο στις πολυκατοικίες. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε και πάλι για την 22/7/2012. Στόχος της προσομοίωσης είναι η σύγκριση των δύο τιμών του λογισμικού, δηλαδή η σύγκριση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στην πλατεία Καρύλλου, της υφιστάμενης κατάστασης και στην περίπτωση που είναι πυκνά φυτοκαλύμενη (ένα μικρό πυκνό άλσος). Το στοιχείο της βλάστησης που χρησιμοποιήθηκε είναι το εξής :

- στοιχείο δέντρου με «γυμνό» κορμό – δηλαδή με φύλλωμα στα ανώτερα στρώματά του-, ύψους 8m (κωδικός **T8**), ύστερα από επεξεργασία του στοιχείου **T1**, «Tree 10 m very dense, leafless base».

Το configuration file έμεινε ως έχει. Τα αποτελέσματά της συγκρίθηκαν με αυτά της υπάρχουσας κατάστασης (δεύτερης προσομοίωσης) και παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικ.6.30: Κάτοψη του μοντέλου στο Envi-met - Με φύτευση στην πλατεία Καρύλλου.

6.2.4.1 Αποτελέσματα της 3ης προσομοίωσης

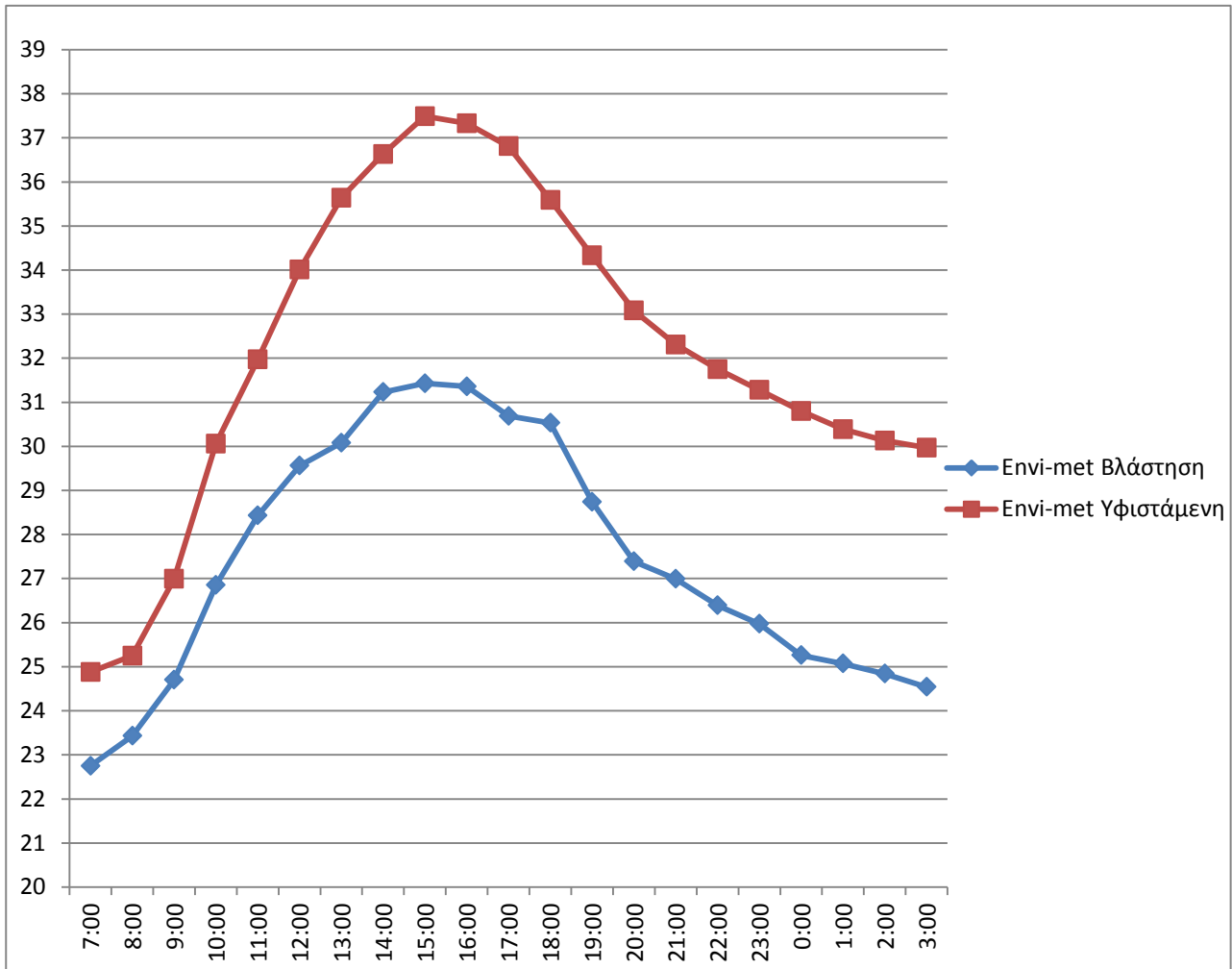
Με το πέρας της δεύτερης προσομοίωσης τα αποτελέσματα τα οποία ελήφθησαν και αποφασίστηκε να παρουσιαστούν είναι και πάλι αυτά που αφορούσαν την θερμοκρασία (pot temperature) και τη σχετική υγρασία (relative humidity). Επισυνάπτονται επομένως στο **Παράρτημα III**, τα σχετικά γραφήματα με συχνότητα μιας ώρας. Εκτός από τα γραφήματα ζωνών, αποφασίστηκε η εκ νέου εκτενής ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων ώστε να σχεδιάσθουν νέα διαγράμματα σύγκρισης των αποτελεσμάτων της πρώτης προσομοίωσης χωρίς βλάστηση και της δεύτερης προσομοίωσης, με βλάστηση

Θερμοκρασία-Σχετική υγρασία

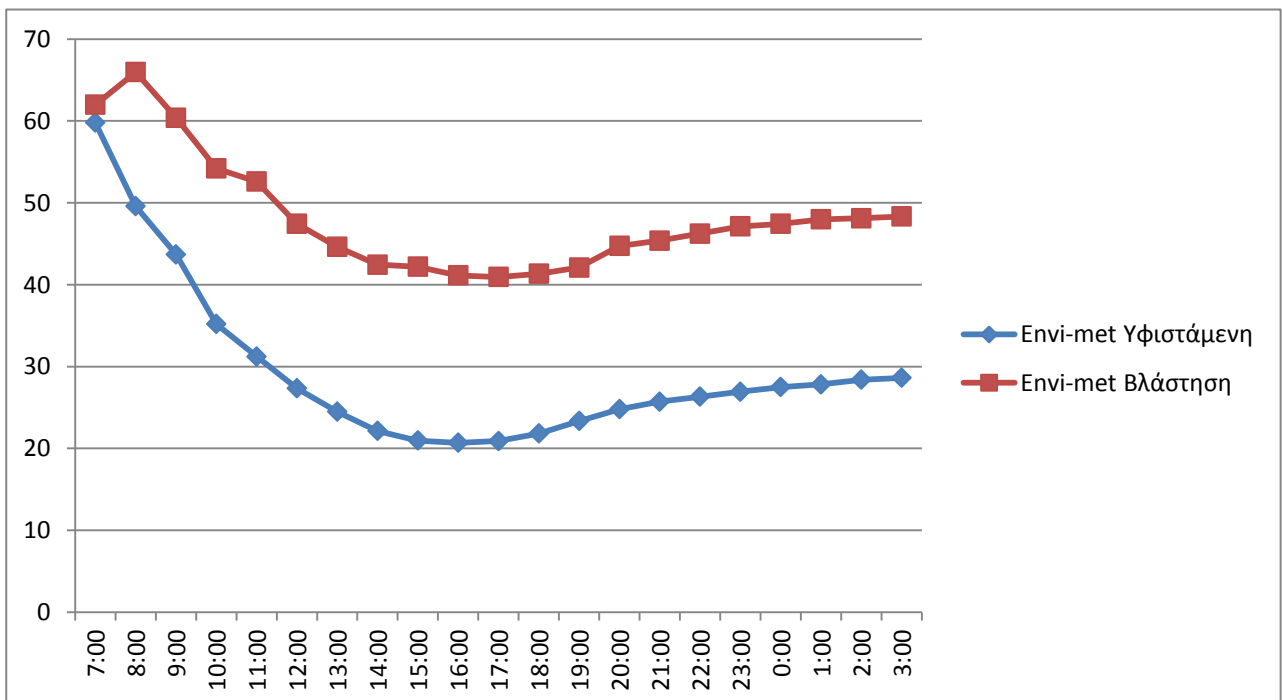
Από την επιλογή Leonardo graph (output:inflow) του Leonardo, ελήφθησαν τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας μετά το πέρας της προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα αυτά, αναφέρονται στον Πίνακα 6.31 και 6.34 αντίστοιχα και γίνεται εύκολα αντιληπτό ποια τιμή αντιπροσωπεύει η κάθε στήλη. Από τις τιμές αυτές προέκυψε το διάγραμμα 6.32 και 6.33. . Επισυνάπτονται επομένως **στο Παράρτημα ΙΙΙ**, τα γραφήματα αυτών με συχνότητα μιας ώρας.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
	Envi-Met Υφιστάμενη Κατάσταση	Envi-Met με Βλάστηση
07:00	24,88	22,75
08:00	25,25	23,43
09:00	26,99	24,7
10:00	30,06	26,85
11:00	31,97	28,43
12:00	34,01	29,56
13:00	35,64	30,08
14:00	36,63	31,23
15:00	37,49	31,43
16:00	37,33	31,36
17:00	36,81	30,69
18:00	35,59	30,53
19:00	34,33	28,74
20:00	33,08	27,39
21:00	32,31	26,99
22:00	31,75	26,39
23:00	31,28	25,97
00:00	30,80	25,26
01:00	30,39	25,07
02:00	30,13	24,84
03:00	29,97	24,54

Εικ.6.31: Τιμές θερμοκρασίας των δύο προσομοιώσεων, χωρίς βλάστηση και με βλάστηση



Εικ.6.32: Σύγκριση αποτελεσμάτων θερμοκρασίας ENVI-met των προσομοιώσεων χωρίς βλάστηση και με βλάστηση



Εικ.6.33: Σύγκριση αποτελεσμάτων σχετικής υγρασίας ENVI-met των προσομοιώσεων χωρίς βλάστηση και με βλάστηση

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ		
ΩΡΑ	Envi-Met Υφιστάμενη Κατάσταση	Envi-Met με Βλάστηση
07:00	59,78	61,98
08:00	49,58	65,96
09:00	43,7	60,4
10:00	35,2	54,2
11:00	31,22	52,6
12:00	27,34	47,43
13:00	24,48	44,62
14:00	22,13	42,44
15:00	20,97	42,2
16:00	20,69	41,13
17:00	20,9	40,94
18:00	21,83	41,33
19:00	23,35	42,09
20:00	24,8	44,73
21:00	25,72	45,38
22:00	26,32	46,23
23:00	26,93	47,12
00:00	27,5	47,43
01:00	27,83	47,98
02:00	28,4	48,12
03:00	28,62	48,34

Εικ.6.34: Τιμές θερμοκρασίας των δύο προσομοιώσεων, χωρίς βλάστηση και με βλάστηση

Σύγκριση αποτελεσμάτων Envi-met και στοιχείων Ε.Μ.Υ.

Όσον αφορά τη θερμοκρασία

Στο διάγραμμα αυτό, παρατηρείται ότι οι τιμές της θερμοκρασίας με βλάστηση προέκυψαν για όλες τις ώρες της ημέρας μικρότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές χωρίς βλάστηση. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο τιμές δεν είναι σταθερή και συγκεκριμένα κυμαίνεται από 1,82° C έως 6,12° C. Η μέγιστη διαφορά εμφανίζεται στις 15:00 το μεσημέρι ενώ η ελάχιστη διαφορά εμφανίζεται στις 08:00 το πρωί.

Παρατηρείται δηλαδή ότι η ύπαρξη βλάστησης είναι ευεργετική και οδηγεί σε αισθητή μείωση της θερμοκρασίας. Τέλος, σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η μέγιστη θερμοκρασία και για τις δύο προσομοιώσεις εμφανίζεται στις 15:00 το μεσημέρι, δηλαδή υπάρχει πλήρης αντιστοιχία των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά τη σχετική υγρασία

Παρατηρείται σημαντική αύξηση της τιμής της σχετικής υγρασίας με την προσθήκη βλάστησης. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο τιμές δεν είναι σταθερή και συγκεκριμένα κυμαίνεται από

2,2% έως 21,38%. Ωστόσο, αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι ενώ σαν γενική τιμή η σχετική υγρασία παρουσίασε αύξηση, παρατηρείται ότι τα μεγάλα ποσοστά υγρασίας εμφανίζονται μέσα στα όρια της πλατείας, ενώ στην περιμετρική περιοχή πίσω από τα κτίρια μειώνεται αισθητά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Συμπεράσματα

7.1 Συνολικά συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η αναλυτική παρουσίαση του πακέτου υπολογιστικής ρευστομηχανικής ENVI-met , η αξιολόγηση της αξιοπιστίας του προγράμματος μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων του με πραγματικές μετρήσεις, η παρουσίαση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού στους ανοιχτούς αστικούς χώρους αλλά και την εξέταση της επίδρασης συγκεκριμένων παραγόντων και επεμβάσεων, στο μικροκλίμα ενός ανοιχτού αστικού χώρου όπως είναι οι πλατεία που μελετήθηκε.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, τα οποία ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία εισήχθησαν στις μαθηματικές προσομοιώσεις με το λογισμικό ENVI-met. Επίσης αξιοποιήθηκε το πλούσιο υλικό της Τεχνική Υπηρεσίας του δήμου Νέας Σμύρνης, με τη χρήση τοπογραφικών διαγραμμάτων της πλατείας Καρύλλου, καταγραφών της βλάστησης και των υλικών κάλυψης των επιφανειών στην περιοχή της πλατείας και την αξιοποίηση κατόψεων και τομών των κτιρίων που περιβάλλουν την περιοχή ενδιαφέροντος, ώστε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο με μεγάλη ακρίβεια.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 προσομοιώσεις. Οι δύο πρώτες αφορούσαν την διερεύνηση της αξιοπιστίας του προγράμματος στην υφιστάμενη κατάσταση για μια τυπική θερινή ημέρα του Ιουλίου και μια από τις θερμότερες ημέρες του Ιουλίου αντίστοιχα, ενώ η τελευταία προσομοίωση αφορούσε την διερεύνηση της επιρροής της βλάστησης στο μικροκλίμα και συγκεκριμένα στις μεταβλητές τις θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας για την θερμότερη ημέρα του Ιουλίου. Σημειώνεται εδώ, ότι οι 3 παραπάνω προσομοιώσεις είναι αυτές που αναλύονται στο πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας και πως στην πραγματικότητα πραγματοποιήθηκαν πολλές περισσότερες, σε μια προσπάθεια συγκερασμού αποτελεσμάτων ικανοποιητικής ακρίβειας και υπολογιστικού χρόνου σε ανεκτά επίπεδα.

Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων έγινε με δυο τρόπους: επιτόπιες μετρήσεις και δανεισμός ορισμένων μετρήσεων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ούτως ώστε να είναι δυνατή η πραγμάτωση των προσομοιώσεων. Για την επίτευξη της διερεύνησης της αξιοπιστίας του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις στο χώρο της πλατείας Καρύλλου, με το λογισμικό ENVI-met για την 6/7/2012 (σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις επιτόπιες μετρήσεις) και 22/7/2012 (σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα στοιχεία της Ε.Μ.Υ). Αναλυτικότερα, οι 2 πρώτες προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν ακολουθώντας πιστά την σημερινή κάτοψη της πλατείας και τις μετεωρολογικές μετρήσεις ενώ η τρίτη προσομοίωση αναφέρεται σε υποθετικό σχέδιο της πλατείας, σε αυτό της πυκνής φυτοτεχνικής της κάλυψης, με σκοπό την διερεύνηση της επιρροής της βλάστησης στο δομημένο περιβάλλον.

Από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων με το λογισμικό ENVI-met, αλλά και συνολικά από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε για το βιοκλιματικό σχεδιασμό υπαίθριων αστικών χώρων, προέκυψαν πολλά και χρήσιμα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Με τη χρήση υψηλής ευκρίνειας μαθηματικών μοντέλων, επιτυγχάνεται η μελέτη του μικροκλίματος σε ανοιχτούς αστικούς χώρους και του τρόπου με τον οποίο επιδρούν σε αυτό η αστική μορφολογία, η βλάστηση και τα υλικά των επιφανειών. Επιπλέον, τα

μοντέλα αυτά αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση προτάσεων βιοκλιματικής ανάπλασης προβληματικών περιοχών και μπορούν να συμβάλλουν στην αποφυγή λαθών που γινόντουσαν κατά το παρελθόν. Έτσι, μέσω κατάλληλων παρεμβάσεων ή μέσω ενός εξαρχής σωστού σχεδιασμού, μπορούν να βελτιωθούν οι συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων των αστικών κέντρων, οι πόλεις να καταστούν λιγότερο ενεργοβόρες και το φυσικό περιβάλλον να διαταράσσεται όσο το δυνατόν λιγότερο.

- Η αξιοπιστία και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων με το λογισμικό ENVI-met κρίθηκαν πολύ ικανοποιητικές και συνιστάται η χρήση του για τη μελέτη και την πρόβλεψη του μικροκλίματος των υπαίθριων αστικών χώρων. Αυτό θα πρέπει να συνοδεύεται από μετρήσεις κοντινών μετεωρολογικών σταθμών ή, όταν αυτό καθίσταται δυνατό, από επί τόπου μετρήσεις για αύξηση της ακρίβειας των δεδομένων που εισάγονται στην εκάστοτε προσομοίωση. Έτσι, τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων θα μπορούν να συγκρίνονται με τις πραγματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής μελέτης.
- Ο ρόλος των χώρων πρασίνου και της βλάστησης στη βελτίωση του μικροκλίματος και των συνθηκών άνεσης στα αστικά κέντρα είναι καταλυτικός και πολύπλευρος. Θα πρέπει να λαμβάνονται απαραίτητως υπόψη κατά το σχεδιασμό, την επέκταση ή/και την ανάπλαση των ανοιχτών αστικών χώρων διότι, πέραν του αισθητικού αποτελέσματος, η απουσία τους μέσα στον αστικό ιστό έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση ενός διαφορετικού θερμικού ισοζυγίου από εκείνο στο ύπαιθρο και την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, ένα φαινόμενο που είναι ευρέως γνωστό με τον όρο αστική θερμική νησίδα. Η προσθήκη βλάστησης στον αστικό χώρο της πλατείας οδηγεί σε μείωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 1,8° C έως 6,2° C. Η ύπαρξη βλάστησης στην πλατεία οδηγεί σε αύξηση της σχετικής υγρασίας
- Η αστική θερμική νησίδα αποτελεί ένα σημαντικό φαινόμενο που σχετίζεται με το κλίμα, την τοπογραφία και τις βραχυπρόθεσμες καιρικές συνθήκες συνεπώς επηρεάζει αισθητά την θερμοκρασία και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.
- Ο άνεμος είναι ένα συνεχές φαινόμενο που επηρεάζει σημαντικά τις συνθήκες των πεζών σε ανοιχτό χώρο επομένως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη συνολικές παράμετροι σχεδιασμού ώστε να συνυπολογίζονται την επίδραση του. Στο ίδιο πλαίσιο, προσοχή απαιτείται και στον παράγοντα πυκνότητας δόμησης (χαμηλή-μεσαία-υψηλή) ο οποίος επηρεάζει το αστικό πεδίο ανέμων.
- Οι μικροκλιματικές συνθήκες γύρω από τα κτίρια, στους δρόμους και στους ελεύθερους χώρους βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με την άνεση των κατοίκων μιας αστικής περιοχής και των ατόμων που δραστηριοποιούνται σε αυτήν. Αυτές, σε μεγάλο βαθμό, μπορούν να ελεγχθούν και να τροποποιηθούν με κατάλληλο σχεδιασμό, δηλαδή η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου γύρω από τα κτίρια, στους δρόμους και στους ανοιχτούς χώρους, ο ηλιασμός των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων, η υγρασία και η συγκέντρωση σκόνης και ρύπων κοντά στο έδαφος, μπορούν να τροποποιηθούν ευνοϊκά με σωστές επιλογές κατά τον αρχικό σχεδιασμό των διάφορων αστικών χώρων ή με σωστές παρεμβάσεις σε υφιστάμενους χώρους, δηλαδή με ανασχεδιασμό και αναπλάσεις. Ο σχεδιασμός και οι παρεμβάσεις αφορούν σε μια σειρά από ζητήματα όπως : 1) Η επιλογή ευνοϊκής τοποθεσίας με κατάλληλη τοπογραφική διαμόρφωση για την ανάπτυξη μιας περιοχής. 2) Η ρύθμιση της πυκνότητας δόμησης. 3) Τα κατάλληλα μεγέθη και η χωροθέτηση

των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων. 4) Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των οδών. 5) Ο σχεδιασμός και η διάρθρωση των χώρων πρασίνου.

- Η επίτευξη της θερμικής άνεσης στον αστικό χώρο, αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού σύγχρονων και βιώσιμων αστικών κέντρων. Η προσέγγιση που εξετάζει μόνο την ανθρώπινη φυσιολογία είναι ανεπαρκής για να χαρακτηρίσει τις εξωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης, με το θέμα της προσαρμοστικότητας να γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό. Επιπλέον, η άνεση εντός του ιστού των πόλεων επηρεάζεται και από μια σειρά άλλων παραμέτρων. Έτσι, θέματα προς συνεχή διερεύνηση είναι η διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών ανέμου στους ανοιχτούς αστικούς χώρους και στους δρόμους όπως και η δημιουργία ενός άνετου ακουστικού περιβάλλοντος. Τέλος, το ζήτημα της οπτικής άνεσης και της αισθητικής των χώρων αποτελεί σημαντικό κομμάτι ενός άρτιου σχεδιασμού.

Τέλος, μέσω της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε πλήρης εμβάθυνση στο υπολογιστικό μοντέλο ENVI-met, συνεπώς έχει δημιουργηθεί μία ισχυρή βάση δεδομένων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό προϋποθέσεις για μελλοντική έρευνα.

7.2 Προτάσεις

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της υλοποίησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα και οδήγησε σε χρήσιμα συμπεράσματα. Μελετήθηκε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των αστικών κέντρων, οι συνθήκες άνεσης των κατοίκων σε αυτά και η προσομοίωση του μικροκλίματος με το λογισμικό ENVI-met. Βεβαίως, τα θέματα αυτά βρίσκονται υπό συνεχή διερεύνηση και ανάπτυξη, συμβαδίζοντας με την τεχνολογική εξέλιξη και τη συσσώρευση εμπειρίας. Για τους παραπάνω λόγους και λαμβανομένης υπόψη της αναγκαιότητας για στροφή στην πράσινη ανάπτυξη και στην προστασία του πλανήτη μας, στη συνέχεια προτείνεται μία σειρά από θέματα για περαιτέρω διερεύνηση:

- Η ανάλυση της πλατείας Καρύλλου, επιζητώντας και πάλι τιμές για την θερμοκρασία, την ταχύτητα του ανέμου και την σχετική υγρασία αλλά για διαφορετικές μέρες του χρόνου, παραδείγματος χάριν του χειμώνα, του φθινοπώρου ή της άνοιξης, ούτως ώστε να προσδιοριστεί η συμπεριφορά της και για τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου.
- Η επέκταση της έρευνας αυτής, δηλαδή η ανάλυση της πλατείας της Καρύλλου, αλλά ως προς άλλα χαρακτηριστικά αυτή την φορά (παραδείγματος χάριν για την θερμοκρασία της επιφάνειας και σύγκριση αυτής με την θερμοκρασία του αέρα, για τους δείκτες θερμικής άνεσης, για την ειδική υγρασία και άλλα), δεδομένου ότι το λογισμικό ENVI-met έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας και παρουσίασης αποτελεσμάτων για μια πληθώρα κλιματικών και εδαφικών μεγεθών, πέρα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα.
- Η διερεύνηση προτάσεων βελτίωσης της πλατείας, πέραν της τοποθέτησης βλάστησης για σκιασμό και δροσισμό που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, όπως παραδείγματος χάριν η αναζήτηση βέλτιστου υλικού επίστρωσης μεγάλης ανακλαστικότητας ή η κατασκευή υδάτινης επιφάνειας για ενίσχυση εξατμιστικού δροσισμού.
- Ο προσδιορισμός των δεικτών PMV ΚΑΙ PPD, δηλαδή η διερεύνηση θερμικής άνεσης στο χώρο της πλατείας. Συγκεκριμένα, ενδιαφέρον θα είχε ο προσδιορισμός αυτών μέσω του προγράμματος και η μετέπειτα σύγκριση τους με μετρήσεις πεζών μέσω ερωτηματολογίου με το πώς αυτοί αντιλαμβάνονται την θερμική άνεση.

- Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η μοντελοποίηση χώρων κοντά σε μεγάλες ποσότητες νερού (μικρή λίμνη ή θάλασσα) και η σύγκριση με χώρους με αντίστοιχα χαρακτηριστικά που βρίσκονται μεταξύ κτιρίων.
- Το λογισμικό διαθέτει βάσεις δεδομένων που αφορούν στη βλάστηση, στα υλικά των επιφανειών και στο έδαφος και τη σύστασή του. Θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο, αυτές να εμπλουτιστούν με περισσότερα είδη φυτών και υλικά. Βέβαια, η προσπάθεια αυτή θα πρέπει να γίνει με τη βοήθεια ειδικών βοτανολόγων, γεωπόνων, γεωλόγων, φυσικών και σχετικών επιστημόνων, ώστε να αποδοθούν οι σωστές ιδιότητες στα υλικά και τα πραγματικά χαρακτηριστικά στα φυτά.
- Ένα χαρακτηριστικό του ENVI-met είναι ότι ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να παρεμβαίνει στον κώδικα του λογισμικού. Γνωρίζει τις εξισώσεις ρευστομηχανικής που χρησιμοποιούνται, όμως δεν του επιτρέπεται να κάνει τροποποιήσεις ή επεκτάσεις. Δεδομένων των δυνατοτήτων του Ε.Μ.Π. σε υπολογιστική δύναμη και επιστημονικό δυναμικό προτείνεται, σε συνεργασία και με τη σύμφωνη γνώμη του δημιουργού του, η περαιτέρω ανάπτυξη και βελτίωση του συγκεκριμένου λογισμικού, ενδεχομένως στο πλαίσιο μιας διδακτορικής διατριβής.
- Η αναμενόμενη έλευση της νέας κατά πολύ βελτιωμένης έκδοσης του προγράμματος Envi- met (4.0) ανοίγει τον δρόμο για λεπτομερέστερη μοντελοποίηση και μελέτη ανάλογων ή και αρκετά πιο πολύπλοκων αστικών χώρων.

Το λογισμικό ENVI-met, μέσα από ένα σχετικά μεγάλο αριθμό προσομοιώσεων και έπειτα από την αξιολόγηση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων και τη σύγκρισή τους με κλιματικά δεδομένα αξιόπιστων πηγών (Επιτόπιες μετρήσεις, Ε.Μ.Υ), κρίθηκε ως ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την πραγματοποίηση βιοκλιματικών μελετών. Ένα ακόμη πλεονέκτημά του είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως, πέρα από ερευνητές, σε αρχιτεκτονικά γραφεία και από μηχανικούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο μοντέλο είναι αρκετά απλό σε σχέση με άλλα αντίστοιχα μοντέλα υπολογιστικής ρευστοδυναμικής. Επιπλέον, μετά από κάθε προσομοίωση ο χρήστης έχει στη διάθεσή του μία πληθώρα από δεδομένα για την περιοχή μελέτης, τα οποία εύκολα μπορεί να οπτικοποιήσει και να βγάλει γρήγορα συμπεράσματα. Για τους παραπάνω λόγους προτείνεται η χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού για μελλοντικές μελέτες βιοκλιματικών αναπλάσεων αλλά και για το σχεδιασμό νέων χώρων.

Βιβλιογραφία

1. Αραβαντινός Α., Πολεοδομικός σχεδιασμός, για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1997
2. Γιάννας, Σ. Βιοκλιματικές αρχές πολεοδομικού σχεδιασμού. Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων, τόμος Α. (2001).
3. Δήμος Νέας Σμύρνης, Διεύθυνση Κοινοχρήστων Χώρων, Τμήμα Μελετών
4. Θεοχάρη, Χ. Η επίδραση των χώρων πρασίνου στο μικροκλίμα και τον οργανισμό. (2002).
5. ΚΑΠΕ, Πρόγραμμα Βιοκλιματικών Αναβαθμίσεων Δημόσιων Ανοικτών Χώρων, Οδηγός Μελετών ΚΑΠΕ, Αθήνα 2011
6. Καψανάκη Ε. Η συμβολή των αστικών κενών στη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος και μικροκλίματος. Η περίπτωση της περιοχής του Ψυρρή. (2005).
7. Καζάκου Α. Βιοκλιματικός σχεδιασμός αστικού χώρου Αθήνα 2010
8. Μελαμπιανάκη Ευγενία, Οι πλατείες της Αθήνας 1834-1945, διαδικασία διαμόρφωσης, Αθήνα 2006
9. Μπάκα, Περιβαλλοντικές Συνιστώσες του Σχεδιασμού και της Οικιστικής Ανάπτυξης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2009
10. Μπαρμπόπουλος, Ν., Μηλάκης, Δ. και Βλαστός, Θ. Αναζητώντας τη μορφή της βιώσιμης πόλης: Κριτική προσέγγιση του συμπαγούς πολεοδομικού μοντέλου. Αειχώρος, τόμος 4, τεύχος 1 (2005).
11. Νικολοπούλου Μ, Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια. Design Guidelines, RUROS: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces, Κ.Α.Π.Ε. ,2004.
12. Παπουτσής Δ. Βιοκλιματικός σχεδιασμός και περιβαλλοντική άνεση στον αστικό χώρο (2012)
13. Πατούνης Χ., Σίμος Ν. Βιοκλιματική θεώρηση αστικών χώρων. Αθήνα 2012.
14. Πετράκης, Κλιματική Αλλαγή και Αστικό Περιβάλλον, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών-Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος, Βιβλιοθήκη ΤΕΕ, Αθήνα
15. Πολυχρονόπουλος, Δ., Δυνατότητες μορφοποίησης του αστικού μικροκλίματος μέσα από τη διαδικασία του πολεοδομικού σχεδιασμού. Τεύχος σημειώσεων του μαθ ήματος «Αστικός Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός», Ε.Μ . Π.
16. Σανταμούρης, Μ., Οικολογική Δόμηση. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα. Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Διεύθυνση Οικιστικής Πολιτικής και Κατοικίας) . (2000)
17. Τζώρτζη, Ν. και Σαρίκου, Σ. Ενοποίηση και σχεδιασμός μικρών αστικών χώρων με βιοκλιματικές συνθήκες
18. Χριστοφιλοπούλου, Δ. Αστικός και χωροταξικός σχεδιασμός-Προγραμματισμός, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα. (1990).
19. Akram Rosheidat, Dan Hoffman, Harvey Bryan, PhD. Student, Environment Design and planning, College of design, Arizona State University, 2008, Visualizing Pedestrian Comfort Using ENVI-met
20. ASHRAE Standard 55 (1981). Thermal environmental conditions for human occupancy (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, USA).
21. B.Givoni, Climate Considerations in Building & Urban Design, Ed. VAN NOSTRAND REINHOLD, 1998.
22. Bjerregaard, E. and Nielsen, F. (1981). Wind Environment around buildings, Danish Buildings Research Institute.
23. Bruse, M., H. Flerer, Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. Environ. Modell. Softw. 13, 373-384, 1998.
24. Bruse.M , ENVI-met 3.0: Updated Model Overview, Update of Environmental Modelling and

Software, 1998.

25. Bruse, M., Particle filtering capacity of urban vegetation: A microscale numerical approach, 2008
26. Bruse, M. Analyzing human outdoor Thermal Comfort and OpenSpace Usage with the Multi-Agent System BOT-world, Johannes Gutenberg Universität Mainz, Germany (2009).
27. Bruse, M. and Skinner, C. J. Rooftop Greening and Local Climate: A case study in Melbourne, University of Bochum, Institute for Geography, Germany & Bureau of Meteorology, Melbourne.
28. Bryan, H. and Stuebing, S. Natural light as an urban amenity, (1986).
29. Carmona, M.etal.(2003). Public Places – Urban Spaces, Architectural Press (2003).
30. Chatzidimitriou A, Chrissomallisou N., Tannas S., Microclimate modifications of an urban street in northern Greece.
31. Davenport, A.G (1972). An approach to human comfort criteria for environmental wind condition, Swedish National Building Research Institute Stockholm.
32. D.Babalis (edited), Bioclimatic Design & Urban Regeneration for sustainable development, Ed. POLISTAMPA, 2003.
33. Egan, M.D. (1988). Architectural Acoustics, McGraw-Hill, New York
34. Gaitani N., Mihalakou G. and Santamouris M. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. Building and Environment, Volume 42, Issue1, January 2007, (2007).
35. Givoni, B. Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers, London (1976).
36. Givoni, B. Climate Considerations in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, New York (1998).
37. Golany, G. S. Urban design morphology and thermal performance. Atmospheric Environment, Volume 30, Issue 3, February 1996, Pages 455-465 (1992).
38. Helmut Mayer and Andreas Matzarakis, Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Nr. 18 (2008); 5th Japanese-German Meeting on Urban Climatology, October 2008, pp. 307-312
39. Huttner, S. and Bruse, M. Numerical Modeling of the urban climate-A preview on ENVI-met 4.0, Johannes Gutenberg Universität ,Mainz, Germany.
40. Huttner, S., Bruse, M. and Dostal, P. Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities, Geographisches Institut (Environmental Modeling Group), Johannes Gutenberg University of Mainz, Germany.
41. ISO 7730 (1994). Moderate thermal environment-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, International Standards Organization, Geneva.
42. Katzschner, L., Bosch, U. and Röttgen, M. Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions, In Design with the Environment, Proceedings of the 19th International Conference PLEA (Passive and Low Energy Architecture), Toulouse-France, 22nd - 24th July 2002.
43. Lozano, E.E. (1974). Visual needs in the urban environment, Town Planning Review.
44. Mayer, H. and Matzarakis, A. Human-biometeorological assessment of urban microclimate's thermal component. Proc. Of the second Japanese -German meeting "Klimaanalyse in der Stadtplanung" - Toward Reconstruction in Kobe - Report of research center for urban safety and security, Kobe University. Special Report Nr. 1, Pages 109-122. . (1998).
45. Nikolopoulou, M. and Steemers, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. Energy and Buildings, Volume 35, Issue 1, January 2003, Pages 95-101. (2003).
46. Nikolopoulou, M., Baker, N. and Steemers, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces:

Understanding the human parameter. Solar Energy, Volume 70, Issue 3, 2001, Pages 227-235. (2001).

47. Proshansky, H.M. (1976). Environmental Psychology: People and their physical settings, Holt R. and W., New York.
48. Santamouris, M., Energy and Climate in the Urban Built Environment.
49. Thorsson S., Honjo T., Lindberg F. et al. Thermal comfort conditions and patterns of behaviour in outdoor urban spaces in Tokyo, Japan. (2004).
50. UrbanHeat Καινοτόμο Σύστημα για τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ποιότητας, Καταγραφή της υφιστάμενης υποδομής-Αξιολόγηση της καταλληλότητας των θερμικών δορυφορικών δεκτών για τη μελέτη του φαινομένου της θερμικής νησίδας, UrbanHeat Παραδοτέο 7,2009

Ιστοσελίδες

51. www.anelixi.org
52. <http://www.begmicroclima.it>
53. <http://www.cres.gr>
54. <http://www.envi-met.com/>
55. <http://www.geminidataloggers.com/data-loggers/tinytag-ultra-2>
56. <http://www.hnms.gr/>
57. <http://www.ktimatologio.gr/>
58. <http://www.meteo.gr/>
59. <http://www.minenv.gr>
60. <http://www.noa.gr/>
61. <http://www.nocomments.gr>
62. <http://www.neasmyrni.gr>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πρώτη μέτρηση

06/07/2012 07:32:59	27,498 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:35:14	27,813 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:33:02	27,506 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:35:17	27,825 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:33:05	27,522 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:35:20	27,828 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:33:08	27,522 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:35:23	27,836 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:33:11	27,538 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:35:26	27,843 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:14	27,545 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:35:29	27,845 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:33:17	27,554 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:35:32	27,854 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:20	27,566 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:35:35	27,852 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:23	27,572 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:35:38	27,861 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:26	27,587 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:35:41	27,867 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:29	27,592 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:35:44	27,872 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:33:32	27,604 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:35:47	27,876 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:35	27,608 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:35:50	27,884 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:38	27,613 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:35:53	27,890 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:41	27,625 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:35:56	27,902 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:44	27,632 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:35:59	27,913 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:47	27,635 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:36:02	27,913 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:33:50	27,649 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:36:05	27,926 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:53	27,656 °C	42,3 %RH	06/07/2012 07:36:08	27,931 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:56	27,659 °C	42,3 %RH	06/07/2012 07:36:11	27,944 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:33:59	27,670 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:36:14	27,946 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:34:02	27,676 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:36:17	27,959 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:05	27,680 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:36:20	27,968 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:34:08	27,686 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:36:23	27,977 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:34:11	27,695 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:26	27,986 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:14	27,703 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:29	27,991 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:34:17	27,703 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:36:32	27,999 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:20	27,717 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:36:35	28,012 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:23	27,721 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:36:38	28,015 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:26	27,723 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:36:41	28,026 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:34:29	27,732 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:44	28,036 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:34:32	27,739 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:36:47	28,047 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:34:35	27,745 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:50	28,051 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:34:38	27,747 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:53	28,059 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:34:41	27,753 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:36:56	28,070 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:34:44	27,762 °C	42,3 %RH	06/07/2012 07:36:59	28,080 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:34:47	27,765 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:37:02	28,086 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:34:50	27,769 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:37:05	28,086 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:34:53	27,771 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:37:08	28,098 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:34:56	27,781 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:37:11	28,115 °C	46,8 %RH
06/07/2012 07:34:59	27,784 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:37:14	28,122 °C	46,8 %RH
06/07/2012 07:35:02	27,792 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:37:17	28,126 °C	47,0 %RH
06/07/2012 07:35:05	27,801 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:37:20	28,136 °C	47,3 %RH
06/07/2012 07:35:08	27,802 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:37:23	28,150 °C	47,3 %RH
06/07/2012 07:35:11	27,810 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:37:26	28,156 °C	45,8 %RH
			06/07/2012 07:37:29	28,162 °C	46,8 %RH

06/07/2012 07:37:32	28,178 °C	47,3 %RH	06/07/2012 07:39:50	28,567 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:37:35	28,188 °C	47,0 %RH	06/07/2012 07:39:53	28,568 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:37:38	28,198 °C	47,3 %RH	06/07/2012 07:39:56	28,573 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:37:41	28,209 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:39:59	28,574 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:37:44	28,215 °C	47,3 %RH	06/07/2012 07:40:02	28,576 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:37:47	28,222 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:40:05	28,579 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:37:50	28,239 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:40:08	28,582 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:37:53	28,250 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:40:11	28,582 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:37:56	28,260 °C	45,8 %RH	06/07/2012 07:40:14	28,586 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:37:59	28,272 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:17	28,585 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:38:02	28,277 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:20	28,583 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:38:05	28,286 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:23	28,586 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:38:08	28,300 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:26	28,589 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:38:11	28,312 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:29	28,591 °C	41,3 %RH
06/07/2012 07:38:14	28,324 °C	48,5 %RH	06/07/2012 07:40:32	28,591 °C	41,3 %RH
06/07/2012 07:38:17	28,334 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:35	28,589 °C	41,3 %RH
06/07/2012 07:38:20	28,344 °C	48,5 %RH	06/07/2012 07:40:38	28,592 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:38:23	28,356 °C	48,5 %RH	06/07/2012 07:40:41	28,600 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:38:26	28,365 °C	48,8 %RH	06/07/2012 07:40:44	28,597 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:29	28,375 °C	48,8 %RH	06/07/2012 07:40:47	28,605 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:32	28,392 °C	48,8 %RH	06/07/2012 07:40:50	28,602 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:38:35	28,400 °C	47,0 %RH	06/07/2012 07:40:53	28,603 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:38:38	28,410 °C	47,8 %RH	06/07/2012 07:40:56	28,602 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:38:41	28,422 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:40:59	28,608 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:38:44	28,436 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:41:02	28,608 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:47	28,438 °C	47,8 %RH	06/07/2012 07:41:05	28,612 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:50	28,457 °C	47,3 %RH	06/07/2012 07:41:08	28,609 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:53	28,468 °C	47,8 %RH	06/07/2012 07:41:11	28,615 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:38:56	28,469 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:41:14	28,611 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:38:59	28,485 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:41:17	28,615 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:39:02	28,491 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:41:20	28,614 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:39:05	28,503 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:41:23	28,617 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:39:08	28,512 °C	46,3 %RH	06/07/2012 07:41:26	28,623 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:39:11	28,518 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:41:29	28,621 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:39:14	28,526 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:41:32	28,623 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:39:17	28,532 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:41:35	28,627 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:39:20	28,538 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:41:38	28,629 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:39:23	28,539 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:41:41	28,630 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:39:26	28,547 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:41:44	28,633 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:39:29	28,551 °C	42,3 %RH	06/07/2012 07:41:47	28,636 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:39:32	28,554 °C	42,3 %RH	06/07/2012 07:41:50	28,632 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:39:35	28,556 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:41:53	28,643 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:39:38	28,557 °C	41,8 %RH	06/07/2012 07:41:56	28,638 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:39:41	28,564 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:41:59	28,635 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:39:44	28,567 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:42:02	28,650 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:39:47	28,564 °C	42,1 %RH	06/07/2012 07:42:05	28,641 °C	46,8 %RH

06/07/2012 07:42:08	28,647 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:44:26	28,711 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:42:11	28,640 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:44:29	28,709 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:14	28,647 °C	46,5 %RH	06/07/2012 07:44:32	28,714 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:17	28,647 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:44:35	28,723 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:20	28,649 °C	49,3 %RH	06/07/2012 07:44:38	28,719 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:23	28,649 °C	49,3 %RH	06/07/2012 07:44:41	28,720 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:42:26	28,650 °C	49,3 %RH	06/07/2012 07:44:44	28,717 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:29	28,649 °C	48,8 %RH	06/07/2012 07:44:47	28,725 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:32	28,655 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:44:50	28,722 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:42:35	28,653 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:44:53	28,726 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:42:38	28,658 °C	46,1 %RH	06/07/2012 07:44:56	28,735 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:41	28,656 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:44:59	28,729 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:44	28,662 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:45:02	28,728 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:42:47	28,662 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:45:05	28,728 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:42:50	28,664 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:08	28,732 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:42:53	28,671 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:11	28,732 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:42:56	28,670 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:45:14	28,737 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:42:59	28,670 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:17	28,734 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:43:02	28,668 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:20	28,740 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:43:05	28,670 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:23	28,738 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:43:08	28,673 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:45:26	28,741 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:43:11	28,671 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:45:29	28,741 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:43:14	28,675 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:45:32	28,741 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:43:17	28,679 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:45:35	28,744 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:43:20	28,679 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:38	28,749 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:43:23	28,684 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:45:41	28,748 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:43:26	28,684 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:45:44	28,751 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:43:29	28,682 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:45:47	28,755 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:43:32	28,684 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:45:50	28,752 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:43:35	28,684 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:45:53	28,749 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:43:38	28,691 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:45:56	28,763 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:43:41	28,687 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:45:59	28,763 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:43:44	28,687 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:46:02	28,766 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:43:47	28,687 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:46:05	28,766 °C	45,6 %RH
06/07/2012 07:43:50	28,694 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:46:08	28,770 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:43:53	28,693 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:46:11	28,776 °C	46,3 %RH
06/07/2012 07:43:56	28,697 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:46:14	28,778 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:43:59	28,697 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:46:17	28,781 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:44:02	28,697 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:46:20	28,787 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:44:05	28,697 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:46:23	28,792 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:44:08	28,703 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:46:26	28,796 °C	47,0 %RH
06/07/2012 07:44:11	28,702 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:46:29	28,801 °C	47,0 %RH
06/07/2012 07:44:14	28,706 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:46:32	28,807 °C	48,8 %RH
06/07/2012 07:44:17	28,705 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:46:35	28,818 °C	48,5 %RH
06/07/2012 07:44:20	28,702 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:46:38	28,824 °C	48,5 %RH
06/07/2012 07:44:23	28,706 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:46:41	28,830 °C	49,3 %RH

06/07/2012 07:46:44	28,843 °C	49,8 %RH	06/07/2012 07:49:02	29,178 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:46:47	28,848 °C	49,8 %RH	06/07/2012 07:49:05	29,179 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:46:50	28,863 °C	49,8 %RH	06/07/2012 07:49:08	29,182 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:46:53	28,874 °C	50,1 %RH	06/07/2012 07:49:11	29,187 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:46:56	28,880 °C	50,1 %RH	06/07/2012 07:49:14	29,190 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:46:59	28,898 °C	50,3 %RH	06/07/2012 07:49:17	29,193 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:47:02	28,912 °C	50,3 %RH	06/07/2012 07:49:20	29,196 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:47:05	28,923 °C	50,6 %RH	06/07/2012 07:49:23	29,199 °C	46,3 %RH
06/07/2012 07:47:08	28,938 °C	51,1 %RH	06/07/2012 07:49:26	29,207 °C	46,1 %RH
06/07/2012 07:47:11	28,952 °C	54,9 %RH	06/07/2012 07:49:29	29,211 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:47:14	28,969 °C	55,4 %RH	06/07/2012 07:49:32	29,211 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:47:17	28,975 °C	54,1 %RH	06/07/2012 07:49:35	29,216 °C	45,6 %RH
06/07/2012 07:47:20	28,993 °C	53,3 %RH	06/07/2012 07:49:38	29,219 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:47:23	29,008 °C	52,1 %RH	06/07/2012 07:49:41	29,227 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:47:26	29,023 °C	51,6 %RH	06/07/2012 07:49:44	29,234 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:47:29	29,036 °C	50,1 %RH	06/07/2012 07:49:47	29,237 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:47:32	29,043 °C	48,5 %RH	06/07/2012 07:49:50	29,244 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:47:35	29,052 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:49:53	29,253 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:47:38	29,063 °C	47,3 %RH	06/07/2012 07:49:56	29,256 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:47:41	29,072 °C	47,0 %RH	06/07/2012 07:49:59	29,259 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:47:44	29,081 °C	46,8 %RH	06/07/2012 07:50:02	29,267 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:47:47	29,089 °C	46,5 %RH	06/07/2012 07:50:05	29,271 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:47:50	29,086 °C	46,1 %RH	06/07/2012 07:50:08	29,274 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:47:53	29,089 °C	45,8 %RH	06/07/2012 07:50:11	29,282 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:47:56	29,106 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:50:14	29,286 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:47:59	29,114 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:50:17	29,285 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:48:02	29,117 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:50:20	29,291 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:48:05	29,118 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:50:23	29,291 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:48:08	29,121 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:50:26	29,300 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:48:11	29,127 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:50:29	29,302 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:48:14	29,127 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:50:32	29,303 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:17	29,135 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:50:35	29,303 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:20	29,135 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:50:38	29,309 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:23	29,138 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:50:41	29,309 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:26	29,144 °C	42,8 %RH	06/07/2012 07:50:44	29,308 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:29	29,143 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:50:47	29,312 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:48:32	29,146 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:50:50	29,309 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:48:35	29,144 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:50:53	29,316 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:48:38	29,150 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:50:56	29,317 °C	44,6 %RH
06/07/2012 07:48:41	29,147 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:50:59	29,317 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:48:44	29,155 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:51:02	29,323 °C	44,8 %RH
06/07/2012 07:48:47	29,158 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:51:05	29,322 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:48:50	29,159 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:51:08	29,326 °C	45,6 %RH
06/07/2012 07:48:53	29,166 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:51:11	29,328 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:48:56	29,172 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:51:14	29,332 °C	46,3 %RH
06/07/2012 07:48:59	29,170 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:51:17	29,328 °C	46,5 %RH

06/07/2012 07:51:20	29,335 °C	46,5 %RH	06/07/2012 07:53:38	29,355 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:51:23	29,334 °C	46,3 %RH	06/07/2012 07:53:41	29,357 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:51:26	29,340 °C	46,3 %RH	06/07/2012 07:53:44	29,354 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:51:29	29,342 °C	46,1 %RH	06/07/2012 07:53:47	29,352 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:51:32	29,343 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:53:50	29,352 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:51:35	29,339 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:53:53	29,355 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:51:38	29,355 °C	45,8 %RH	06/07/2012 07:53:56	29,348 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:51:41	29,349 °C	45,8 %RH	06/07/2012 07:53:59	29,351 °C	42,1 %RH
06/07/2012 07:51:44	29,351 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:54:02	29,349 °C	41,3 %RH
06/07/2012 07:51:47	29,352 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:54:05	29,352 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:51:50	29,352 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:54:08	29,351 °C	41,6 %RH
06/07/2012 07:51:53	29,354 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:54:11	29,351 °C	41,3 %RH
06/07/2012 07:51:56	29,363 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:54:14	29,352 °C	41,8 %RH
06/07/2012 07:51:59	29,351 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:54:17	29,349 °C	42,3 %RH
06/07/2012 07:52:02	29,357 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:54:20	29,349 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:52:05	29,355 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:54:23	29,358 °C	42,6 %RH
06/07/2012 07:52:08	29,355 °C	45,3 %RH	06/07/2012 07:54:26	29,346 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:52:11	29,363 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:54:29	29,346 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:52:14	29,358 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:54:32	29,346 °C	45,1 %RH
06/07/2012 07:52:17	29,365 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:54:35	29,349 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:52:20	29,361 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:54:38	29,363 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:52:23	29,361 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:54:41	29,357 °C	46,3 %RH
06/07/2012 07:52:26	29,365 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:54:44	29,358 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:52:29	29,363 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:54:47	29,354 °C	45,6 %RH
06/07/2012 07:52:32	29,366 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:54:50	29,357 °C	45,3 %RH
06/07/2012 07:52:35	29,368 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:54:53	29,361 °C	44,3 %RH
06/07/2012 07:52:38	29,369 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:54:56	29,365 °C	43,8 %RH
06/07/2012 07:52:41	29,361 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:54:59	29,363 °C	43,3 %RH
06/07/2012 07:52:44	29,368 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:55:02	29,368 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:52:47	29,368 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:55:05	29,369 °C	43,6 %RH
06/07/2012 07:52:50	29,369 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:55:08	29,371 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:52:53	29,363 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:55:11	29,368 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:52:56	29,360 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:55:14	29,372 °C	43,1 %RH
06/07/2012 07:52:59	29,366 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:55:17	29,374 °C	42,8 %RH
06/07/2012 07:53:02	29,357 °C	44,6 %RH	06/07/2012 07:55:20	29,377 °C	44,1 %RH
06/07/2012 07:53:05	29,368 °C	44,3 %RH	06/07/2012 07:55:23	29,378 °C	46,1 %RH
06/07/2012 07:53:08	29,357 °C	44,1 %RH	06/07/2012 07:55:26	29,372 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:53:11	29,366 °C	43,8 %RH	06/07/2012 07:55:29	29,380 °C	47,0 %RH
06/07/2012 07:53:14	29,360 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:55:32	29,380 °C	46,5 %RH
06/07/2012 07:53:17	29,363 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:55:35	29,378 °C	46,1 %RH
06/07/2012 07:53:20	29,363 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:55:38	29,389 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:53:23	29,360 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:55:41	29,391 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:53:26	29,361 °C	43,1 %RH	06/07/2012 07:55:44	29,394 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:53:29	29,357 °C	42,6 %RH	06/07/2012 07:55:47	29,398 °C	46,1 %RH
06/07/2012 07:53:32	29,360 °C	43,3 %RH	06/07/2012 07:55:50	29,397 °C	45,8 %RH
06/07/2012 07:53:35	29,361 °C	43,6 %RH	06/07/2012 07:55:53	29,401 °C	45,8 %RH

06/07/2012 07:55:56	29,401 °C	45,6 %RH	06/07/2012 07:58:14	29,678 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:55:59	29,407 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:58:17	29,679 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:02	29,407 °C	44,8 %RH	06/07/2012 07:58:20	29,688 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:05	29,412 °C	45,1 %RH	06/07/2012 07:58:23	29,695 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:08	29,412 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:58:26	29,704 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:11	29,415 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:58:29	29,704 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:14	29,418 °C	47,8 %RH	06/07/2012 07:58:32	29,713 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:56:17	29,420 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:58:35	29,725 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:56:20	29,421 °C	48,3 %RH	06/07/2012 07:58:38	29,728 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:23	29,427 °C	48,0 %RH	06/07/2012 07:58:41	29,733 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:56:26	29,429 °C	47,8 %RH	06/07/2012 07:58:44	29,744 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:29	29,432 °C	47,5 %RH	06/07/2012 07:58:47	29,755 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:32	29,441 °C	48,0 %RH	06/07/2012 07:58:50	29,758 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:56:35	29,440 °C	49,8 %RH	06/07/2012 07:58:53	29,759 °C	52,1 %RH
06/07/2012 07:56:38	29,450 °C	49,6 %RH	06/07/2012 07:58:56	29,773 °C	52,3 %RH
06/07/2012 07:56:41	29,450 °C	49,3 %RH	06/07/2012 07:58:59	29,779 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:44	29,453 °C	49,3 %RH	06/07/2012 07:59:02	29,779 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:47	29,457 °C	49,8 %RH	06/07/2012 07:59:05	29,782 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:50	29,464 °C	50,1 %RH	06/07/2012 07:59:08	29,787 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:53	29,470 °C	51,1 %RH	06/07/2012 07:59:11	29,787 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:56	29,473 °C	51,6 %RH	06/07/2012 07:59:14	29,798 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:56:59	29,481 °C	52,3 %RH	06/07/2012 07:59:17	29,801 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:57:02	29,487 °C	52,3 %RH	06/07/2012 07:59:20	29,809 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:05	29,495 °C	52,3 %RH	06/07/2012 07:59:23	29,824 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:57:08	29,507 °C	52,3 %RH	06/07/2012 07:59:26	29,822 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:11	29,506 °C	52,1 %RH	06/07/2012 07:59:29	29,832 °C	52,3 %RH
06/07/2012 07:57:14	29,521 °C	50,6 %RH	06/07/2012 07:59:32	29,832 °C	51,8 %RH
06/07/2012 07:57:17	29,523 °C	51,1 %RH	06/07/2012 07:59:35	29,819 °C	52,6 %RH
06/07/2012 07:57:20	29,535 °C	52,1 %RH	06/07/2012 07:59:38	29,842 °C	52,3 %RH
06/07/2012 07:57:23	29,550 °C	52,6 %RH	06/07/2012 07:59:41	29,846 °C	51,1 %RH
06/07/2012 07:57:26	29,549 °C	52,8 %RH	06/07/2012 07:59:44	29,842 °C	49,6 %RH
06/07/2012 07:57:29	29,556 °C	53,1 %RH	06/07/2012 07:59:47	29,850 °C	50,6 %RH
06/07/2012 07:57:32	29,566 °C	53,3 %RH	06/07/2012 07:59:50	29,858 °C	51,3 %RH
06/07/2012 07:57:35	29,572 °C	53,3 %RH	06/07/2012 07:59:53	29,859 °C	51,8 %RH
06/07/2012 07:57:38	29,582 °C	53,6 %RH	06/07/2012 07:59:56	29,866 °C	52,1 %RH
06/07/2012 07:57:41	29,579 °C	52,6 %RH	06/07/2012 07:59:59	29,876 °C	52,3 %RH
06/07/2012 07:57:44	29,596 °C	51,6 %RH	06/07/2012 08:00:02	29,875 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:47	29,605 °C	51,6 %RH	06/07/2012 08:00:05	29,881 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:50	29,613 °C	51,8 %RH	06/07/2012 08:00:08	29,881 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:53	29,619 °C	52,1 %RH	06/07/2012 08:00:11	29,883 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:56	29,633 °C	52,3 %RH	06/07/2012 08:00:14	29,889 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:57:59	29,658 °C	52,6 %RH	06/07/2012 08:00:17	29,890 °C	52,8 %RH
06/07/2012 07:58:02	29,636 °C	52,6 %RH	06/07/2012 08:00:20	29,895 °C	52,1 %RH
06/07/2012 07:58:05	29,650 °C	52,8 %RH	06/07/2012 08:00:23	29,899 °C	51,6 %RH
06/07/2012 07:58:08	29,659 °C	52,8 %RH	06/07/2012 08:00:26	29,904 °C	51,1 %RH
06/07/2012 07:58:11	29,667 °C	52,8 %RH	06/07/2012 08:00:29	29,907 °C	51,1 %RH

06/07/2012 08:00:32	29,912 °C	51,1 %RH	06/07/2012 08:02:50	29,708 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:00:35	29,913 °C	51,6 %RH	06/07/2012 08:02:53	29,705 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:00:38	29,913 °C	52,3 %RH	06/07/2012 08:02:56	29,699 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:00:41	29,920 °C	50,8 %RH	06/07/2012 08:02:59	29,701 °C	43,6 %RH
06/07/2012 08:00:44	29,923 °C	49,3 %RH	06/07/2012 08:03:02	29,699 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:00:47	29,923 °C	48,3 %RH	06/07/2012 08:03:05	29,696 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:00:50	29,930 °C	48,0 %RH	06/07/2012 08:03:08	29,693 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:00:53	29,929 °C	46,8 %RH	06/07/2012 08:03:11	29,693 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:00:56	29,929 °C	45,8 %RH	06/07/2012 08:03:14	29,687 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:00:59	29,929 °C	44,1 %RH	06/07/2012 08:03:17	29,685 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:02	29,929 °C	43,3 %RH	06/07/2012 08:03:20	29,682 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:05	29,930 °C	44,1 %RH	06/07/2012 08:03:23	29,685 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:08	29,924 °C	44,1 %RH	06/07/2012 08:03:26	29,676 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:01:11	29,927 °C	43,6 %RH	06/07/2012 08:03:29	29,681 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:14	29,918 °C	43,3 %RH	06/07/2012 08:03:32	29,673 °C	42,1 %RH
06/07/2012 08:01:17	29,912 °C	42,8 %RH	06/07/2012 08:03:35	29,675 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:20	29,915 °C	42,6 %RH	06/07/2012 08:03:38	29,669 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:01:23	29,906 °C	42,8 %RH	06/07/2012 08:03:41	29,664 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:01:26	29,903 °C	42,1 %RH	06/07/2012 08:03:44	29,665 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:29	29,898 °C	42,6 %RH	06/07/2012 08:03:47	29,658 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:32	29,892 °C	42,1 %RH	06/07/2012 08:03:50	29,656 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:35	29,884 °C	40,8 %RH	06/07/2012 08:03:53	29,655 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:38	29,876 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:03:56	29,650 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:41	29,870 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:03:59	29,642 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:01:44	29,864 °C	41,3 %RH	06/07/2012 08:04:02	29,642 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:01:47	29,856 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:04:05	29,639 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:01:50	29,852 °C	41,3 %RH	06/07/2012 08:04:08	29,638 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:01:53	29,844 °C	41,3 %RH	06/07/2012 08:04:11	29,636 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:01:56	29,836 °C	41,3 %RH	06/07/2012 08:04:14	29,629 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:01:59	29,829 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:04:17	29,630 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:02:02	29,819 °C	40,8 %RH	06/07/2012 08:04:20	29,625 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:02:05	29,815 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:04:23	29,625 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:02:08	29,804 °C	41,3 %RH	06/07/2012 08:04:26	29,621 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:02:11	29,796 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:04:29	29,622 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:02:14	29,787 °C	40,8 %RH	06/07/2012 08:04:32	29,619 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:02:17	29,782 °C	40,8 %RH	06/07/2012 08:04:35	29,613 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:02:20	29,775 °C	40,8 %RH	06/07/2012 08:04:38	29,612 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:02:23	29,764 °C	41,1 %RH	06/07/2012 08:04:41	29,613 °C	41,8 %RH
06/07/2012 08:02:26	29,755 °C	41,8 %RH	06/07/2012 08:04:44	29,604 °C	41,8 %RH
06/07/2012 08:02:29	29,752 °C	42,3 %RH	06/07/2012 08:04:47	29,605 °C	41,8 %RH
06/07/2012 08:02:32	29,747 °C	42,1 %RH	06/07/2012 08:04:50	29,605 °C	42,1 %RH
06/07/2012 08:02:35	29,736 °C	42,3 %RH	06/07/2012 08:04:53	29,599 °C	42,1 %RH
06/07/2012 08:02:38	29,732 °C	42,3 %RH	06/07/2012 08:04:56	29,599 °C	41,8 %RH
06/07/2012 08:02:41	29,724 °C	42,3 %RH	06/07/2012 08:04:59	29,596 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:02:44	29,716 °C	42,6 %RH	06/07/2012 08:05:02	29,590 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:02:47	29,712 °C	42,8 %RH	06/07/2012 08:05:05	29,590 °C	42,3 %RH

06/07/2012 08:05:08	29,587 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:05:11	29,586 °C	42,3 %RH
06/07/2012 08:05:14	29,578 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:05:17	29,578 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:05:20	29,578 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:05:23	29,576 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:05:26	29,573 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:05:29	29,572 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:05:32	29,572 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:05:35	29,572 °C	43,6 %RH
06/07/2012 08:05:38	29,569 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:05:41	29,569 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:05:44	29,567 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:05:47	29,569 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:05:50	29,566 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:05:53	29,567 °C	42,6 %RH
06/07/2012 08:05:56	29,570 °C	42,8 %RH
06/07/2012 08:05:59	29,567 °C	43,1 %RH
06/07/2012 08:06:02	29,566 °C	43,3 %RH
06/07/2012 08:06:05	29,564 °C	44,6 %RH
06/07/2012 08:06:08	29,562 °C	45,1 %RH
06/07/2012 08:06:11	29,559 °C	44,8 %RH
06/07/2012 08:06:14	29,561 °C	44,3 %RH
06/07/2012 08:06:17	29,556 °C	44,3 %RH
06/07/2012 08:06:20	29,558 °C	44,3 %RH
06/07/2012 08:06:23	29,555 °C	44,1 %RH
06/07/2012 08:06:26	29,553 °C	44,1 %RH
06/07/2012 08:06:29	29,553 °C	43,8 %RH
06/07/2012 08:06:32	29,550 °C	43,8 %RH
06/07/2012 08:06:35	29,549 °C	43,8 %RH
06/07/2012 08:06:38	29,549 °C	44,1 %RH
06/07/2012 08:06:41	29,550 °C	44,1 %RH
06/07/2012 08:06:44	29,547 °C	43,8 %RH
06/07/2012 08:06:47	29,550 °C	44,1 %RH

Αποτελέσματα πρώτης μέτρησης:

	MAX	MIN	M.O
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	29,93031	27,4984	28,94033
ΣΧ ΥΓΡΑΣΙΑ	55,369	40,848	45,33722

Δεύτερη μέτρηση

06/07/2012 10:00:59	32,321 °C	45,8 %RH	06/07/2012 10:03:08	32,166 °C	41,8 %RH
06/07/2012 10:01:02	32,323 °C	45,8 %RH	06/07/2012 10:03:11	32,153 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:01:05	32,321 °C	45,8 %RH	06/07/2012 10:03:14	32,149 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:01:08	32,320 °C	46,1 %RH	06/07/2012 10:03:17	32,137 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:01:11	32,323 °C	46,1 %RH	06/07/2012 10:03:20	32,125 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:01:14	32,314 °C	46,8 %RH	06/07/2012 10:03:23	32,112 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:01:17	32,320 °C	46,3 %RH	06/07/2012 10:03:26	32,104 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:01:20	32,326 °C	46,3 %RH	06/07/2012 10:03:29	32,096 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:01:23	32,323 °C	46,5 %RH	06/07/2012 10:03:32	32,080 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:01:26	32,325 °C	47,8 %RH	06/07/2012 10:03:35	32,072 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:01:29	32,321 °C	47,0 %RH	06/07/2012 10:03:38	32,060 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:01:32	32,326 °C	46,8 %RH	06/07/2012 10:03:41	32,047 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:01:35	32,326 °C	46,8 %RH	06/07/2012 10:03:44	32,041 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:01:38	32,329 °C	47,3 %RH	06/07/2012 10:03:47	32,028 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:01:41	32,333 °C	47,0 %RH	06/07/2012 10:03:50	32,014 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:01:44	32,325 °C	46,8 %RH	06/07/2012 10:03:53	32,004 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:01:47	32,326 °C	46,3 %RH	06/07/2012 10:03:56	31,995 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:01:50	32,326 °C	46,3 %RH	06/07/2012 10:03:59	31,979 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:01:53	32,320 °C	46,1 %RH	06/07/2012 10:04:02	31,968 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:01:56	32,318 °C	46,5 %RH	06/07/2012 10:04:05	31,957 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:01:59	32,320 °C	46,3 %RH	06/07/2012 10:04:08	31,946 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:02:02	32,321 °C	45,3 %RH	06/07/2012 10:04:11	31,935 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:02:05	32,323 °C	44,6 %RH	06/07/2012 10:04:14	31,927 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:02:08	32,320 °C	44,3 %RH	06/07/2012 10:04:17	31,914 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:02:11	32,318 °C	44,1 %RH	06/07/2012 10:04:20	31,900 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:02:14	32,309 °C	43,8 %RH	06/07/2012 10:04:23	31,892 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:02:17	32,306 °C	43,3 %RH	06/07/2012 10:04:26	31,883 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:02:20	32,296 °C	43,3 %RH	06/07/2012 10:04:29	31,868 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:02:23	32,294 °C	43,1 %RH	06/07/2012 10:04:32	31,856 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:02:26	32,287 °C	42,8 %RH	06/07/2012 10:04:35	31,849 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:02:29	32,288 °C	42,6 %RH	06/07/2012 10:04:38	31,835 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:02:32	32,271 °C	42,6 %RH	06/07/2012 10:04:41	31,826 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:02:35	32,269 °C	42,3 %RH	06/07/2012 10:04:44	31,821 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:02:38	32,260 °C	42,3 %RH	06/07/2012 10:04:47	31,810 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:02:41	32,252 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:04:50	31,804 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:02:44	32,241 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:04:53	31,794 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:02:47	32,234 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:04:56	31,783 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:02:50	32,223 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:04:59	31,775 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:02:53	32,215 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:05:02	31,767 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:02:56	32,206 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:05:05	31,758 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:02:59	32,193 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:05:08	31,755 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:03:02	32,188 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:05:11	31,745 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:03:05	32,180 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:05:14	31,739 °C	42,6 %RH
			06/07/2012 10:05:17	31,731 °C	42,1 %RH
			06/07/2012 10:05:20	31,726 °C	41,6 %RH
			06/07/2012 10:05:23	31,715 °C	41,3 %RH

06/07/2012 10:05:26	31,707 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:07:44	31,453 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:05:29	31,700 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:07:47	31,453 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:05:32	31,692 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:07:50	31,451 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:05:35	31,689 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:07:53	31,448 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:05:38	31,673 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:07:56	31,442 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:05:41	31,671 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:07:59	31,438 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:05:44	31,660 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:02	31,435 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:05:47	31,652 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:05	31,438 °C	44,6 %RH
06/07/2012 10:05:50	31,641 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:08	31,435 °C	44,6 %RH
06/07/2012 10:05:53	31,637 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:11	31,432 °C	44,3 %RH
06/07/2012 10:05:56	31,630 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:14	31,435 °C	44,1 %RH
06/07/2012 10:05:59	31,621 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:17	31,437 °C	44,1 %RH
06/07/2012 10:06:02	31,613 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:20	31,435 °C	44,1 %RH
06/07/2012 10:06:05	31,611 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:08:23	31,435 °C	44,3 %RH
06/07/2012 10:06:08	31,611 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:08:26	31,438 °C	44,6 %RH
06/07/2012 10:06:11	31,611 °C	43,1 %RH	06/07/2012 10:08:29	31,440 °C	44,8 %RH
06/07/2012 10:06:14	31,604 °C	43,1 %RH	06/07/2012 10:08:32	31,435 °C	46,3 %RH
06/07/2012 10:06:17	31,596 °C	42,6 %RH	06/07/2012 10:08:35	31,453 °C	46,3 %RH
06/07/2012 10:06:20	31,589 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:08:38	31,449 °C	45,6 %RH
06/07/2012 10:06:23	31,572 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:08:41	31,454 °C	44,8 %RH
06/07/2012 10:06:26	31,567 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:08:44	31,454 °C	43,8 %RH
06/07/2012 10:06:29	31,564 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:08:47	31,454 °C	43,3 %RH
06/07/2012 10:06:32	31,555 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:50	31,460 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:06:35	31,552 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:53	31,462 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:06:38	31,541 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:56	31,464 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:06:41	31,539 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:08:59	31,467 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:06:44	31,531 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:09:02	31,467 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:06:47	31,523 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:09:05	31,476 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:06:50	31,517 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:09:08	31,484 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:06:53	31,512 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:09:11	31,487 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:06:56	31,504 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:09:14	31,486 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:06:59	31,501 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:09:17	31,487 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:07:02	31,495 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:09:20	31,495 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:07:05	31,484 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:09:23	31,503 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:07:08	31,482 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:09:26	31,508 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:07:11	31,486 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:09:29	31,512 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:07:14	31,486 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:09:32	31,515 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:07:17	31,476 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:09:35	31,523 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:07:20	31,479 °C	42,6 %RH	06/07/2012 10:09:38	31,526 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:07:23	31,475 °C	42,8 %RH	06/07/2012 10:09:41	31,530 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:07:26	31,476 °C	42,3 %RH	06/07/2012 10:09:44	31,531 °C	41,8 %RH
06/07/2012 10:07:29	31,468 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:09:47	31,537 °C	41,8 %RH
06/07/2012 10:07:32	31,465 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:09:50	31,544 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:07:35	31,459 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:09:53	31,550 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:07:38	31,454 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:09:56	31,552 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:07:41	31,454 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:09:59	31,553 °C	41,3 %RH

06/07/2012 10:10:02	31,566 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:12:20	32,052 °C	43,3 %RH
06/07/2012 10:10:05	31,569 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:12:23	32,076 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:10:08	31,575 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:12:26	32,082 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:10:11	31,577 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:12:29	32,106 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:10:14	31,580 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:12:32	32,118 °C	41,8 %RH
06/07/2012 10:10:17	31,592 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:12:35	32,123 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:10:20	31,604 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:12:38	32,144 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:10:23	31,608 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:12:41	32,156 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:26	31,616 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:12:44	32,180 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:29	31,626 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:12:47	32,198 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:10:32	31,640 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:12:50	32,212 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:10:35	31,649 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:12:53	32,233 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:38	31,654 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:12:56	32,250 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:10:41	31,667 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:12:59	32,264 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:44	31,676 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:02	32,282 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:10:47	31,682 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:05	32,293 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:50	31,696 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:08	32,307 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:10:53	31,703 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:11	32,325 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:10:56	31,711 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:14	32,342 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:10:59	31,714 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:13:17	32,366 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:11:02	31,728 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:13:20	32,387 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:11:05	31,742 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:13:23	32,407 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:11:08	31,753 °C	42,3 %RH	06/07/2012 10:13:26	32,426 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:11:11	31,763 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:13:29	32,444 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:11:14	31,769 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:13:32	32,466 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:17	31,772 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:35	32,492 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:11:20	31,786 °C	41,3 %RH	06/07/2012 10:13:38	32,501 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:11:23	31,794 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:13:41	32,527 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:11:26	31,804 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:13:44	32,549 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:11:29	31,813 °C	41,6 %RH	06/07/2012 10:13:47	32,578 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:11:32	31,821 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:13:50	32,598 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:35	31,835 °C	41,8 %RH	06/07/2012 10:13:53	32,622 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:11:38	31,845 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:13:56	32,643 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:41	31,851 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:13:59	32,665 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:44	31,864 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:14:02	32,685 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:47	31,875 °C	42,3 %RH	06/07/2012 10:14:05	32,704 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:11:50	31,886 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:14:08	32,717 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:11:53	31,892 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:14:11	32,729 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:11:56	31,900 °C	42,1 %RH	06/07/2012 10:14:14	32,747 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:11:59	31,919 °C	42,6 %RH	06/07/2012 10:14:17	32,766 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:12:02	31,928 °C	43,3 %RH	06/07/2012 10:14:20	32,789 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:12:05	31,957 °C	43,8 %RH	06/07/2012 10:14:23	32,804 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:12:08	31,974 °C	44,1 %RH	06/07/2012 10:14:26	32,825 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:12:11	31,996 °C	43,6 %RH	06/07/2012 10:14:29	32,843 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:12:14	32,014 °C	43,3 %RH	06/07/2012 10:14:32	32,859 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:12:17	32,031 °C	43,1 %RH	06/07/2012 10:14:35	32,876 °C	39,1 %RH

06/07/2012 10:14:38	32,899 °C	39,1 %RH	06/07/2012 10:16:56	33,403 °C	38,6 %RH
06/07/2012 10:14:41	32,921 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:16:59	33,412 °C	38,4 %RH
06/07/2012 10:14:44	32,942 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:17:02	33,418 °C	38,6 %RH
06/07/2012 10:14:47	32,960 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:17:05	33,424 °C	38,4 %RH
06/07/2012 10:14:50	32,981 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:17:08	33,432 °C	38,4 %RH
06/07/2012 10:14:53	32,990 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:17:11	33,444 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:14:56	32,997 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:17:14	33,450 °C	37,6 %RH
06/07/2012 10:14:59	33,001 °C	37,6 %RH	06/07/2012 10:17:17	33,457 °C	37,6 %RH
06/07/2012 10:15:02	33,013 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:17:20	33,466 °C	37,6 %RH
06/07/2012 10:15:05	33,018 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:17:23	33,474 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:15:08	33,038 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:17:26	33,481 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:15:11	33,034 °C	37,1 %RH	06/07/2012 10:17:29	33,494 °C	37,1 %RH
06/07/2012 10:15:14	33,062 °C	37,1 %RH	06/07/2012 10:17:32	33,489 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:15:17	33,064 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:17:35	33,499 °C	36,9 %RH
06/07/2012 10:15:20	33,075 °C	37,1 %RH	06/07/2012 10:17:38	33,500 °C	36,9 %RH
06/07/2012 10:15:23	33,087 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:17:41	33,521 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:15:26	33,096 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:17:44	33,531 °C	37,9 %RH
06/07/2012 10:15:29	33,106 °C	37,1 %RH	06/07/2012 10:17:47	33,541 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:15:32	33,117 °C	37,1 %RH	06/07/2012 10:17:50	33,539 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:15:35	33,114 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:17:53	33,536 °C	36,4 %RH
06/07/2012 10:15:38	33,141 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:17:56	33,544 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:15:41	33,146 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:17:59	33,542 °C	35,2 %RH
06/07/2012 10:15:44	33,159 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:18:02	33,547 °C	34,7 %RH
06/07/2012 10:15:47	33,170 °C	36,9 %RH	06/07/2012 10:18:05	33,544 °C	34,9 %RH
06/07/2012 10:15:50	33,184 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:18:08	33,560 °C	35,2 %RH
06/07/2012 10:15:53	33,201 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:18:11	33,571 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:15:56	33,215 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:18:14	33,579 °C	35,9 %RH
06/07/2012 10:15:59	33,223 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:18:17	33,584 °C	35,9 %RH
06/07/2012 10:16:02	33,239 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:18:20	33,591 °C	36,1 %RH
06/07/2012 10:16:05	33,250 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:18:23	33,599 °C	36,4 %RH
06/07/2012 10:16:08	33,257 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:18:26	33,607 °C	36,6 %RH
06/07/2012 10:16:11	33,273 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:18:29	33,618 °C	37,1 %RH
06/07/2012 10:16:14	33,284 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:18:32	33,620 °C	37,9 %RH
06/07/2012 10:16:17	33,291 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:18:35	33,628 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:16:20	33,300 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:18:38	33,636 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:16:23	33,312 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:18:41	33,639 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:16:26	33,321 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:18:44	33,644 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:16:29	33,336 °C	39,4 %RH	06/07/2012 10:18:47	33,641 °C	37,4 %RH
06/07/2012 10:16:32	33,342 °C	39,9 %RH	06/07/2012 10:18:50	33,646 °C	36,4 %RH
06/07/2012 10:16:35	33,349 °C	39,6 %RH	06/07/2012 10:18:53	33,646 °C	35,9 %RH
06/07/2012 10:16:38	33,355 °C	39,4 %RH	06/07/2012 10:18:56	33,649 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:16:41	33,362 °C	39,6 %RH	06/07/2012 10:18:59	33,652 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:16:44	33,370 °C	39,1 %RH	06/07/2012 10:19:02	33,654 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:16:47	33,374 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:19:05	33,659 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:16:50	33,389 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:19:08	33,657 °C	35,2 %RH
06/07/2012 10:16:53	33,395 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:19:11	33,660 °C	34,7 %RH

06/07/2012 10:19:14	33,664 °C	34,7 %RH	06/07/2012 10:21:32	33,518 °C	35,9 %RH
06/07/2012 10:19:17	33,662 °C	34,7 %RH	06/07/2012 10:21:35	33,515 °C	36,1 %RH
06/07/2012 10:19:20	33,667 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:21:38	33,508 °C	36,1 %RH
06/07/2012 10:19:23	33,664 °C	34,2 %RH	06/07/2012 10:21:41	33,504 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:19:26	33,668 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:21:44	33,499 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:19:29	33,668 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:21:47	33,491 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:19:32	33,672 °C	34,2 %RH	06/07/2012 10:21:50	33,489 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:19:35	33,665 °C	34,2 %RH	06/07/2012 10:21:53	33,484 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:38	33,667 °C	33,9 %RH	06/07/2012 10:21:56	33,473 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:41	33,665 °C	33,9 %RH	06/07/2012 10:21:59	33,473 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:44	33,664 °C	33,9 %RH	06/07/2012 10:22:02	33,465 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:47	33,664 °C	34,2 %RH	06/07/2012 10:22:05	33,458 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:50	33,657 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:22:08	33,462 °C	35,4 %RH
06/07/2012 10:19:53	33,659 °C	34,2 %RH	06/07/2012 10:22:11	33,455 °C	35,6 %RH
06/07/2012 10:19:56	33,654 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:22:14	33,450 °C	36,1 %RH
06/07/2012 10:19:59	33,655 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:22:17	33,447 °C	37,6 %RH
06/07/2012 10:20:02	33,652 °C	34,4 %RH	06/07/2012 10:22:20	33,445 °C	38,6 %RH
06/07/2012 10:20:05	33,651 °C	34,7 %RH	06/07/2012 10:22:23	33,447 °C	38,6 %RH
06/07/2012 10:20:08	33,651 °C	34,9 %RH	06/07/2012 10:22:26	33,444 °C	38,9 %RH
06/07/2012 10:20:11	33,651 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:22:29	33,449 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:20:14	33,652 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:22:32	33,450 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:20:17	33,652 °C	34,9 %RH	06/07/2012 10:22:35	33,450 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:20:20	33,643 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:22:38	33,444 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:20:23	33,638 °C	35,6 %RH	06/07/2012 10:22:41	33,450 °C	39,4 %RH
06/07/2012 10:20:26	33,630 °C	35,9 %RH	06/07/2012 10:22:44	33,445 °C	39,1 %RH
06/07/2012 10:20:29	33,634 °C	36,1 %RH	06/07/2012 10:22:47	33,445 °C	39,1 %RH
06/07/2012 10:20:32	33,625 °C	35,9 %RH	06/07/2012 10:22:50	33,445 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:20:35	33,623 °C	35,6 %RH	06/07/2012 10:22:53	33,445 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:20:38	33,617 °C	35,4 %RH	06/07/2012 10:22:56	33,439 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:20:41	33,610 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:22:59	33,444 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:20:44	33,605 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:02	33,444 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:20:47	33,600 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:05	33,442 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:20:50	33,596 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:08	33,447 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:20:53	33,594 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:11	33,449 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:20:56	33,584 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:14	33,458 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:20:59	33,578 °C	35,2 %RH	06/07/2012 10:23:17	33,457 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:21:02	33,578 °C	35,4 %RH	06/07/2012 10:23:20	33,462 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:21:05	33,571 °C	35,4 %RH	06/07/2012 10:23:23	33,465 °C	42,3 %RH
06/07/2012 10:21:08	33,567 °C	35,4 %RH	06/07/2012 10:23:26	33,470 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:21:11	33,557 °C	35,6 %RH	06/07/2012 10:23:29	33,471 °C	39,9 %RH
06/07/2012 10:21:14	33,552 °C	35,9 %RH	06/07/2012 10:23:32	33,474 °C	39,6 %RH
06/07/2012 10:21:17	33,550 °C	36,1 %RH	06/07/2012 10:23:35	33,478 °C	39,1 %RH
06/07/2012 10:21:20	33,542 °C	35,9 %RH	06/07/2012 10:23:38	33,481 °C	38,9 %RH
06/07/2012 10:21:23	33,536 °C	36,1 %RH	06/07/2012 10:23:41	33,483 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:21:26	33,529 °C	36,4 %RH	06/07/2012 10:23:44	33,489 °C	38,1 %RH
06/07/2012 10:21:29	33,526 °C	36,1 %RH	06/07/2012 10:23:47	33,491 °C	37,9 %RH

06/07/2012 10:23:50	33,491 °C	37,6 %RH	06/07/2012 10:26:08	33,106 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:23:53	33,494 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:26:11	33,117 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:23:56	33,497 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:26:14	33,114 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:23:59	33,505 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:26:17	33,141 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:24:02	33,502 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:26:20	33,146 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:24:05	33,512 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:26:23	33,159 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:24:08	33,512 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:26:26	33,170 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:24:11	33,510 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:26:29	33,184 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:24:14	33,518 °C	37,9 %RH	06/07/2012 10:26:32	33,201 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:24:17	33,518 °C	37,6 %RH	06/07/2012 10:26:35	33,215 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:24:20	33,521 °C	37,4 %RH	06/07/2012 10:26:38	33,223 °C	42,8 %RH
06/07/2012 10:24:23	33,531 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:26:41	33,239 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:24:26	33,537 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:26:44	33,250 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:24:29	33,549 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:26:47	33,257 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:24:32	33,552 °C	39,1 %RH	06/07/2012 10:26:50	33,273 °C	41,6 %RH
06/07/2012 10:24:35	33,560 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:26:53	33,284 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:24:38	33,563 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:26:56	33,291 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:24:41	33,570 °C	38,6 %RH	06/07/2012 10:26:59	33,300 °C	41,3 %RH
06/07/2012 10:24:44	33,576 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:27:02	33,312 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:24:47	33,583 °C	38,1 %RH	06/07/2012 10:27:05	33,321 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:24:50	33,586 °C	38,4 %RH	06/07/2012 10:27:08	33,336 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:24:53	33,592 °C	38,9 %RH	06/07/2012 10:27:11	33,342 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:24:56	33,602 °C	39,1 %RH	06/07/2012 10:27:14	33,349 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:24:59	33,607 °C	39,4 %RH	06/07/2012 10:27:17	33,355 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:02	33,613 °C	39,1 %RH	06/07/2012 10:27:20	33,362 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:05	32,825 °C	41,1 %RH	06/07/2012 10:27:23	33,370 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:25:08	32,843 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:27:26	33,374 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:25:11	32,859 °C	40,8 %RH	06/07/2012 10:27:29	33,389 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:25:14	32,876 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:27:32	33,395 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:25:17	32,899 °C	40,6 %RH	06/07/2012 10:27:35	33,403 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:25:20	32,921 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:27:38	33,412 °C	42,1 %RH
06/07/2012 10:25:23	32,942 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:27:41	33,418 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:25:26	32,960 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:27:44	33,424 °C	43,1 %RH
06/07/2012 10:25:29	32,981 °C	39,9 %RH	06/07/2012 10:27:47	33,432 °C	42,6 %RH
06/07/2012 10:25:32	32,990 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:27:50	33,444 °C	41,8 %RH
06/07/2012 10:25:35	32,997 °C	39,6 %RH	06/07/2012 10:27:53	33,450 °C	41,1 %RH
06/07/2012 10:25:38	33,001 °C	39,6 %RH	06/07/2012 10:27:56	33,457 °C	40,8 %RH
06/07/2012 10:25:41	33,013 °C	39,9 %RH	06/07/2012 10:27:59	33,466 °C	40,6 %RH
06/07/2012 10:25:44	33,018 °C	39,9 %RH	06/07/2012 10:28:02	33,474 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:47	33,038 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:28:05	33,481 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:50	33,034 °C	39,9 %RH	06/07/2012 10:28:08	33,494 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:53	33,062 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:28:11	33,489 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:56	33,064 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:28:14	33,499 °C	40,4 %RH
06/07/2012 10:25:59	33,075 °C	40,1 %RH	06/07/2012 10:28:17	33,500 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:26:02	33,087 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:28:20	33,521 °C	40,1 %RH
06/07/2012 10:26:05	33,096 °C	40,4 %RH	06/07/2012 10:28:23	33,531 °C	40,4 %RH

06/07/2012 10:28:26 33,541 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:28:29 33,539 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:28:32 33,536 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:28:35 33,544 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:28:38 33,542 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:28:41 33,547 °C 40,8 %RH
 06/07/2012 10:28:44 33,544 °C 41,6 %RH
 06/07/2012 10:28:47 33,560 °C 42,1 %RH
 06/07/2012 10:28:50 33,571 °C 42,6 %RH
 06/07/2012 10:28:53 33,579 °C 42,8 %RH
 06/07/2012 10:28:56 33,584 °C 42,3 %RH
 06/07/2012 10:28:59 33,591 °C 42,1 %RH
 06/07/2012 10:29:02 33,599 °C 41,6 %RH
 06/07/2012 10:29:05 33,607 °C 41,1 %RH
 06/07/2012 10:29:08 33,618 °C 41,1 %RH
 06/07/2012 10:29:11 33,620 °C 40,8 %RH
 06/07/2012 10:29:14 33,628 °C 40,8 %RH
 06/07/2012 10:29:17 33,636 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:29:20 33,639 °C 41,6 %RH
 06/07/2012 10:29:23 33,644 °C 42,3 %RH
 06/07/2012 10:29:26 33,641 °C 43,1 %RH
 06/07/2012 10:29:29 33,646 °C 42,8 %RH
 06/07/2012 10:29:32 33,646 °C 43,1 %RH
 06/07/2012 10:29:35 33,649 °C 44,6 %RH
 06/07/2012 10:29:38 33,652 °C 44,6 %RH
 06/07/2012 10:29:41 33,654 °C 44,3 %RH
 06/07/2012 10:29:44 33,659 °C 44,1 %RH
 06/07/2012 10:29:47 33,657 °C 44,1 %RH
 06/07/2012 10:29:50 33,660 °C 44,1 %RH
 06/07/2012 10:29:53 33,664 °C 44,3 %RH
 06/07/2012 10:29:56 33,662 °C 44,6 %RH
 06/07/2012 10:29:59 33,667 °C 44,8 %RH
 06/07/2012 10:30:02 33,664 °C 46,3 %RH
 06/07/2012 10:30:05 33,668 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:08 33,668 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:11 33,672 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:14 33,665 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:17 33,667 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:20 33,665 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:23 33,664 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:26 33,664 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:29 33,657 °C 41,1 %RH
 06/07/2012 10:30:32 33,659 °C 40,8 %RH
 06/07/2012 10:30:35 33,654 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:30:38 33,655 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:41 33,652 °C 40,4 %RH

06/07/2012 10:30:44 33,651 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:47 33,651 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:50 33,651 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:30:53 33,652 °C 40,1 %RH
 06/07/2012 10:30:56 33,652 °C 40,1 %RH
 06/07/2012 10:30:59 33,643 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:31:02 33,638 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:31:05 33,630 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:31:08 33,634 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:31:11 33,625 °C 40,6 %RH
 06/07/2012 10:31:14 33,623 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:31:17 33,617 °C 40,4 %RH
 06/07/2012 10:31:20 33,610 °C 40,4 %RH

Αποτελέσματα δεύτερης μέτρησης

	MAX	MIN	M.O
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	33,67163	31,432	32,85341
ΣΧ ΥΓΡΑΣΙΑ	47,788	33,937	40,40031

Τρίτη μέτρηση

06/07/2012 14:08:50	31,497 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:11:02	31,641 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:08:53	31,498 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:05	31,649 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:08:56	31,501 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:08	31,654 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:08:59	31,508 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:11	31,657 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:02	31,506 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:14	31,654 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:05	31,515 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:17	31,660 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:08	31,515 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:11:20	31,665 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:11	31,519 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:23	31,668 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:14	31,519 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:26	31,670 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:17	31,525 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:29	31,676 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:20	31,528 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:32	31,676 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:23	31,536 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:35	31,678 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:26	31,536 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:38	31,685 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:29	31,541 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:41	31,689 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:09:32	31,542 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:44	31,690 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:35	31,548 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:47	31,696 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:38	31,547 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:50	31,698 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:41	31,550 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:53	31,700 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:09:44	31,559 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:56	31,707 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:09:47	31,563 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:11:59	31,704 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:09:50	31,561 °C	42,1 %RH	06/07/2012 14:12:02	31,709 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:09:53	31,569 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:05	31,712 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:09:56	31,572 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:08	31,719 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:09:59	31,574 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:11	31,719 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:10:02	31,577 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:12:14	31,723 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:10:05	31,581 °C	41,3 %RH	06/07/2012 14:12:17	31,730 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:10:08	31,581 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:20	31,726 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:10:11	31,586 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:23	31,731 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:10:14	31,592 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:26	31,739 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:10:17	31,592 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:29	31,741 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:20	31,599 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:32	31,744 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:10:23	31,605 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:35	31,745 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:26	31,607 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:38	31,748 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:29	31,608 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:41	31,753 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:32	31,613 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:12:44	31,755 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:35	31,615 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:47	31,763 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:38	31,616 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:50	31,761 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:41	31,618 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:53	31,769 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:10:44	31,626 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:56	31,764 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:10:47	31,627 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:12:59	31,774 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:10:50	31,633 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:13:02	31,769 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:10:53	31,638 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:13:05	31,777 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:10:56	31,638 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:13:08	31,780 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:10:59	31,643 °C	41,6 %RH	06/07/2012 14:13:11	31,782 °C	41,3 %RH
			06/07/2012 14:13:14	31,786 °C	41,3 %RH
			06/07/2012 14:13:17	31,789 °C	41,3 %RH

06/07/2012 14:13:20	31,789 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:15:37	31,916 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:23	31,797 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:15:40	31,921 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:26	31,797 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:15:43	31,922 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:29	31,797 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:15:46	31,919 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:13:32	31,799 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:15:49	31,924 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:13:35	31,804 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:15:52	31,924 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:38	31,810 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:15:55	31,933 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:41	31,808 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:15:58	31,928 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:44	31,816 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:01	31,940 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:47	31,815 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:04	31,940 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:49	31,823 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:07	31,941 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:52	31,823 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:10	31,941 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:55	31,823 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:13	31,944 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:13:58	31,826 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:16	31,947 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:14:01	31,829 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:19	31,944 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:14:04	31,835 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:22	31,947 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:14:07	31,835 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:25	31,954 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:14:10	31,838 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:16:28	31,954 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:14:13	31,845 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:31	31,955 °C	40,8 %RH
06/07/2012 14:14:16	31,848 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:16:34	31,955 °C	40,6 %RH
06/07/2012 14:14:19	31,848 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:37	31,963 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:14:22	31,853 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:40	31,962 °C	40,4 %RH
06/07/2012 14:14:25	31,853 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:43	31,966 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:14:28	31,856 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:46	31,965 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:14:31	31,856 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:49	31,973 °C	40,4 %RH
06/07/2012 14:14:34	31,864 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:52	31,970 °C	40,4 %RH
06/07/2012 14:14:37	31,861 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:16:55	31,971 °C	40,6 %RH
06/07/2012 14:14:40	31,864 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:16:58	31,976 °C	40,4 %RH
06/07/2012 14:14:43	31,872 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:01	31,993 °C	43,3 %RH
06/07/2012 14:14:46	31,873 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:04	32,000 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:14:49	31,876 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:07	32,019 °C	41,1 %RH
06/07/2012 14:14:52	31,873 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:10	32,038 °C	42,3 %RH
06/07/2012 14:14:55	31,878 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:13	32,061 °C	42,6 %RH
06/07/2012 14:14:58	31,883 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:16	32,068 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:15:01	31,883 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:19	32,074 °C	37,6 %RH
06/07/2012 14:15:04	31,886 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:22	32,076 °C	37,9 %RH
06/07/2012 14:15:07	31,889 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:25	32,079 °C	37,4 %RH
06/07/2012 14:15:10	31,891 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:28	32,090 °C	37,9 %RH
06/07/2012 14:15:13	31,892 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:31	32,101 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:15:16	31,894 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:17:34	32,110 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:15:19	31,900 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:37	32,126 °C	36,4 %RH
06/07/2012 14:15:22	31,898 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:40	32,136 °C	36,4 %RH
06/07/2012 14:15:25	31,905 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:43	32,153 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:15:28	31,908 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:46	32,164 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:15:31	31,903 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:49	32,177 °C	36,4 %RH
06/07/2012 14:15:34	31,909 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:17:52	32,185 °C	37,6 %RH

06/07/2012 14:17:55	32,207 °C	36,9 %RH	06/07/2012 14:20:13	32,920 °C	41,3 %RH
06/07/2012 14:17:58	32,220 °C	36,9 %RH	06/07/2012 14:20:16	32,945 °C	42,3 %RH
06/07/2012 14:18:01	32,236 °C	38,1 %RH	06/07/2012 14:20:19	32,961 °C	42,8 %RH
06/07/2012 14:18:04	32,250 °C	40,1 %RH	06/07/2012 14:20:22	32,984 °C	43,8 %RH
06/07/2012 14:18:07	32,269 °C	40,8 %RH	06/07/2012 14:20:25	32,995 °C	43,8 %RH
06/07/2012 14:18:10	32,285 °C	41,3 %RH	06/07/2012 14:20:28	33,009 °C	43,6 %RH
06/07/2012 14:18:13	32,299 °C	39,9 %RH	06/07/2012 14:20:31	33,029 °C	40,6 %RH
06/07/2012 14:18:16	32,318 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:20:34	33,040 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:18:19	32,342 °C	42,8 %RH	06/07/2012 14:20:37	33,069 °C	38,6 %RH
06/07/2012 14:18:22	32,366 °C	44,1 %RH	06/07/2012 14:20:40	33,077 °C	38,9 %RH
06/07/2012 14:18:25	32,398 °C	47,0 %RH	06/07/2012 14:20:43	33,090 °C	43,8 %RH
06/07/2012 14:18:28	32,409 °C	48,3 %RH	06/07/2012 14:20:46	33,106 °C	42,3 %RH
06/07/2012 14:18:31	32,430 °C	50,6 %RH	06/07/2012 14:20:49	33,115 °C	41,6 %RH
06/07/2012 14:18:34	32,444 °C	52,6 %RH	06/07/2012 14:20:52	33,136 °C	39,1 %RH
06/07/2012 14:18:37	32,460 °C	53,9 %RH	06/07/2012 14:20:55	33,157 °C	36,4 %RH
06/07/2012 14:18:40	32,466 °C	54,6 %RH	06/07/2012 14:20:58	33,173 °C	34,7 %RH
06/07/2012 14:18:43	32,482 °C	52,1 %RH	06/07/2012 14:21:01	33,193 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:18:46	32,495 °C	51,1 %RH	06/07/2012 14:21:04	33,210 °C	37,1 %RH
06/07/2012 14:18:49	32,509 °C	43,1 %RH	06/07/2012 14:21:07	33,231 °C	39,1 %RH
06/07/2012 14:18:52	32,527 °C	41,3 %RH	06/07/2012 14:21:10	33,242 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:18:55	32,543 °C	41,1 %RH	06/07/2012 14:21:13	33,255 °C	38,1 %RH
06/07/2012 14:18:58	32,557 °C	38,9 %RH	06/07/2012 14:21:16	33,276 °C	37,1 %RH
06/07/2012 14:19:01	32,568 °C	39,4 %RH	06/07/2012 14:21:19	33,299 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:19:04	32,584 °C	39,1 %RH	06/07/2012 14:21:22	33,321 °C	36,4 %RH
06/07/2012 14:19:07	32,603 °C	37,4 %RH	06/07/2012 14:21:25	33,339 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:19:10	32,616 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:21:28	33,357 °C	35,4 %RH
06/07/2012 14:19:13	32,622 °C	35,6 %RH	06/07/2012 14:21:31	33,378 °C	35,6 %RH
06/07/2012 14:19:16	32,632 °C	35,6 %RH	06/07/2012 14:21:34	33,397 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:19:19	32,648 °C	35,6 %RH	06/07/2012 14:21:37	33,416 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:19:22	32,661 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:21:40	33,429 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:19:25	32,680 °C	35,4 %RH	06/07/2012 14:21:43	33,449 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:19:28	32,689 °C	33,9 %RH	06/07/2012 14:21:46	33,462 °C	38,1 %RH
06/07/2012 14:19:31	32,709 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:21:49	33,471 °C	37,4 %RH
06/07/2012 14:19:34	32,731 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:21:52	33,489 °C	39,1 %RH
06/07/2012 14:19:37	32,747 °C	37,6 %RH	06/07/2012 14:21:55	33,500 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:19:40	32,761 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:21:58	33,513 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:19:43	32,777 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:22:01	33,524 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:19:46	32,789 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:22:04	33,539 °C	38,4 %RH
06/07/2012 14:19:49	32,801 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:22:07	33,555 °C	43,6 %RH
06/07/2012 14:19:52	32,816 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:22:10	33,573 °C	41,8 %RH
06/07/2012 14:19:55	32,835 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:22:13	33,586 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:19:58	32,836 °C	43,6 %RH	06/07/2012 14:22:16	33,602 °C	34,4 %RH
06/07/2012 14:20:01	32,852 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:22:19	33,615 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:20:04	32,860 °C	37,9 %RH	06/07/2012 14:22:22	33,638 °C	38,6 %RH
06/07/2012 14:20:07	32,876 °C	36,6 %RH	06/07/2012 14:22:25	33,649 °C	38,9 %RH
06/07/2012 14:20:10	32,899 °C	39,4 %RH	06/07/2012 14:22:28	33,657 °C	37,4 %RH

06/07/2012 14:22:31	33,668 °C	36,6 %RH	06/07/2012 14:24:48	34,278 °C	36,6 %RH
06/07/2012 14:22:34	33,689 °C	39,6 %RH	06/07/2012 14:24:51	34,293 °C	35,9 %RH
06/07/2012 14:22:37	33,702 °C	37,4 %RH	06/07/2012 14:24:54	34,301 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:22:40	33,715 °C	40,6 %RH	06/07/2012 14:24:57	34,311 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:22:43	33,740 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:25:00	34,312 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:22:46	33,748 °C	37,9 %RH	06/07/2012 14:25:03	34,332 °C	35,9 %RH
06/07/2012 14:22:49	33,757 °C	37,6 %RH	06/07/2012 14:25:06	34,348 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:22:52	33,775 °C	37,9 %RH	06/07/2012 14:25:09	34,361 °C	34,7 %RH
06/07/2012 14:22:55	33,788 °C	36,4 %RH	06/07/2012 14:25:12	34,379 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:22:58	33,808 °C	39,6 %RH	06/07/2012 14:25:15	34,399 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:01	33,821 °C	43,8 %RH	06/07/2012 14:25:18	34,423 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:04	33,835 °C	44,3 %RH	06/07/2012 14:25:21	34,437 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:23:07	33,848 °C	39,1 %RH	06/07/2012 14:25:24	34,443 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:23:10	33,850 °C	37,6 %RH	06/07/2012 14:25:27	34,451 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:23:13	33,863 °C	37,4 %RH	06/07/2012 14:25:30	34,455 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:23:16	33,869 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:25:33	34,479 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:19	33,877 °C	36,4 %RH	06/07/2012 14:25:36	34,482 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:23:22	33,894 °C	36,1 %RH	06/07/2012 14:25:39	34,500 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:25	33,907 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:25:42	34,507 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:28	33,920 °C	40,4 %RH	06/07/2012 14:25:45	34,518 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:23:31	33,923 °C	38,4 %RH	06/07/2012 14:25:48	34,522 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:23:34	33,938 °C	36,9 %RH	06/07/2012 14:25:51	34,536 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:23:37	33,946 °C	38,1 %RH	06/07/2012 14:25:54	34,559 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:23:40	33,959 °C	37,1 %RH	06/07/2012 14:25:57	34,579 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:23:43	33,962 °C	38,4 %RH	06/07/2012 14:26:00	34,599 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:23:46	33,975 °C	39,6 %RH	06/07/2012 14:26:03	33,848 °C	39,1 %RH
06/07/2012 14:23:48	33,986 °C	39,1 %RH	06/07/2012 14:26:06	33,850 °C	43,1 %RH
06/07/2012 14:23:51	34,004 °C	43,1 %RH	06/07/2012 14:26:09	33,863 °C	43,8 %RH
06/07/2012 14:23:54	34,025 °C	43,8 %RH	06/07/2012 14:26:12	33,869 °C	41,8 %RH
06/07/2012 14:23:57	34,050 °C	41,8 %RH	06/07/2012 14:26:15	33,877 °C	40,1 %RH
06/07/2012 14:24:00	34,071 °C	40,1 %RH	06/07/2012 14:26:18	33,894 °C	39,4 %RH
06/07/2012 14:24:03	34,087 °C	39,4 %RH	06/07/2012 14:26:21	33,907 °C	38,6 %RH
06/07/2012 14:24:06	34,105 °C	38,6 %RH	06/07/2012 14:26:24	33,920 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:24:09	34,126 °C	36,9 %RH	06/07/2012 14:26:27	33,923 °C	37,1 %RH
06/07/2012 14:24:12	34,138 °C	37,1 %RH	06/07/2012 14:26:30	33,938 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:24:15	34,146 °C	36,9 %RH	06/07/2012 14:26:33	33,946 °C	34,4 %RH
06/07/2012 14:24:18	34,169 °C	34,4 %RH	06/07/2012 14:26:36	33,959 °C	34,7 %RH
06/07/2012 14:24:21	34,178 °C	34,7 %RH	06/07/2012 14:26:39	33,962 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:24:24	34,198 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:26:42	33,975 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:24:27	34,205 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:26:45	33,986 °C	35,6 %RH
06/07/2012 14:24:30	34,209 °C	35,6 %RH	06/07/2012 14:26:48	34,004 °C	37,1 %RH
06/07/2012 14:24:33	34,227 °C	37,1 %RH	06/07/2012 14:26:51	34,025 °C	35,4 %RH
06/07/2012 14:24:36	34,237 °C	35,4 %RH	06/07/2012 14:26:54	34,050 °C	35,9 %RH
06/07/2012 14:24:39	34,252 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:26:57	34,071 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:24:42	34,260 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:27:00	34,087 °C	35,4 %RH
06/07/2012 14:24:45	34,273 °C	35,4 %RH	06/07/2012 14:27:03	34,105 °C	36,6 %RH

06/07/2012 14:27:06	34,126 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:29:24	33,378 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:27:09	34,138 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:29:27	33,397 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:27:12	34,146 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:29:30	33,416 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:27:15	34,169 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:29:33	33,136 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:27:18	34,178 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:29:36	33,157 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:27:21	34,198 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:29:39	33,173 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:27:24	34,205 °C	34,7 %RH	06/07/2012 14:29:42	33,193 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:27:27	34,209 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:29:45	33,210 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:27:30	34,227 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:29:48	33,231 °C	34,8 %RH
06/07/2012 14:27:33	34,237 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:29:51	33,242 °C	35,1 %RH
06/07/2012 14:27:36	34,252 °C	33,2 %RH	06/07/2012 14:29:54	33,255 °C	35,3 %RH
06/07/2012 14:27:39	34,260 °C	33,2 %RH	06/07/2012 14:29:57	33,276 °C	35,6 %RH
06/07/2012 14:27:42	34,273 °C	33,0 %RH	06/07/2012 14:30:00	33,299 °C	35,8 %RH
06/07/2012 14:27:45	34,278 °C	33,0 %RH	06/07/2012 14:30:03	33,321 °C	36,1 %RH
06/07/2012 14:27:48	34,293 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:06	33,339 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:27:51	34,301 °C	33,2 %RH	06/07/2012 14:30:09	33,357 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:27:54	34,311 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:12	33,378 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:27:57	34,312 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:15	33,397 °C	35,9 %RH
06/07/2012 14:28:00	34,332 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:30:18	33,416 °C	35,2 %RH
06/07/2012 14:28:03	34,348 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:30:21	33,429 °C	34,7 %RH
06/07/2012 14:28:06	34,361 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:30:24	33,449 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:28:09	34,379 °C	33,7 %RH	06/07/2012 14:30:27	33,462 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:12	34,399 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:30	33,471 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:15	34,423 °C	33,7 %RH	06/07/2012 14:30:33	33,489 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:28:18	34,437 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:30:36	33,869 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:28:21	34,443 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:30:39	33,877 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:28:24	34,451 °C	34,7 %RH	06/07/2012 14:30:42	33,894 °C	33,0 %RH
06/07/2012 14:28:27	34,455 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:30:45	33,907 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:30	34,479 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:48	33,920 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:28:33	34,482 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:30:51	33,923 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:36	34,500 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:30:54	33,938 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:39	34,507 °C	35,4 %RH	06/07/2012 14:30:57	33,946 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:28:42	34,518 °C	36,6 %RH	06/07/2012 14:31:00	33,959 °C	33,2 %RH
06/07/2012 14:28:45	34,522 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:31:03	33,962 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:48	34,536 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:31:06	33,975 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:28:51	34,559 °C	34,9 %RH	06/07/2012 14:31:09	33,986 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:28:54	34,579 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:31:12	34,004 °C	34,2 %RH
06/07/2012 14:28:57	34,599 °C	35,9 %RH	06/07/2012 14:31:15	34,025 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:29:00	33,231 °C	35,2 %RH	06/07/2012 14:31:18	34,050 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:29:03	33,242 °C	34,7 %RH	06/07/2012 14:31:21	34,071 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:29:06	33,255 °C	34,2 %RH	06/07/2012 14:31:24	34,087 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:29:09	33,276 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:31:27	34,105 °C	39,1 %RH
06/07/2012 14:29:12	33,299 °C	33,5 %RH	06/07/2012 14:31:30	34,126 °C	43,1 %RH
06/07/2012 14:29:15	33,321 °C	33,2 %RH	06/07/2012 14:31:33	34,138 °C	43,8 %RH
06/07/2012 14:29:18	33,339 °C	33,2 %RH	06/07/2012 14:31:36	33,231 °C	41,8 %RH
06/07/2012 14:29:21	33,357 °C	33,0 %RH	06/07/2012 14:31:39	33,242 °C	40,1 %RH

06/07/2012 14:31:42	33,255 °C	39,4 %RH
06/07/2012 14:31:45	33,276 °C	38,6 %RH
06/07/2012 14:31:48	33,299 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:31:51	33,321 °C	37,1 %RH
06/07/2012 14:31:54	33,339 °C	36,9 %RH
06/07/2012 14:31:57	33,357 °C	34,4 %RH
06/07/2012 14:32:00	33,378 °C	34,7 %RH
06/07/2012 14:32:03	33,397 °C	34,9 %RH
06/07/2012 14:32:06	33,416 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:32:09	34,312 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:32:12	34,332 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:32:15	34,348 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:32:18	34,361 °C	33,5 %RH
06/07/2012 14:32:21	34,379 °C	33,7 %RH
06/07/2012 14:32:24	34,399 °C	33,7 %RH

Αποτελέσματα τρίτης μέτρησης

	MAX	MIN	M.O
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	34,59871	31,497	32,57688
ΣΧ ΥΓΡΑΣΙΑ	54,61	32,965	39,66738

Τέταρτη Μέτρηση

06/07/2012 18:45:44	32,103 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:47:56	32,061 °C	39,6 %RH
06/07/2012 18:45:47	32,099 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:47:59	32,061 °C	39,9 %RH
06/07/2012 18:45:50	32,101 °C	42,1 %RH	06/07/2012 18:48:02	32,060 °C	39,9 %RH
06/07/2012 18:45:53	32,101 °C	42,1 %RH	06/07/2012 18:48:05	32,058 °C	39,9 %RH
06/07/2012 18:45:56	32,098 °C	41,6 %RH	06/07/2012 18:48:08	32,057 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:45:59	32,098 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:48:11	32,055 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:46:02	32,096 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:48:14	32,053 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:46:05	32,096 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:48:17	32,052 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:08	32,091 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:48:20	32,053 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:46:11	32,091 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:48:23	32,053 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:14	32,095 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:26	32,052 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:17	32,093 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:48:29	32,049 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:20	32,093 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:32	32,049 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:23	32,093 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:35	32,049 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:26	32,088 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:48:38	32,049 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:29	32,093 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:41	32,044 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:32	32,087 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:44	32,047 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:35	32,087 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:47	32,044 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:38	32,087 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:50	32,042 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:41	32,084 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:53	32,044 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:44	32,085 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:56	32,039 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:47	32,085 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:48:59	32,041 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:50	32,080 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:02	32,041 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:53	32,082 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:05	32,034 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:56	32,077 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:08	32,038 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:46:59	32,079 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:11	32,038 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:02	32,077 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:14	32,033 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:05	32,076 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:17	32,034 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:08	32,072 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:20	32,033 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:11	32,074 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:23	32,034 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:14	32,074 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:26	32,031 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:17	32,074 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:29	32,031 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:20	32,076 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:32	32,025 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:23	32,072 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:35	32,031 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:26	32,068 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:38	32,027 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:29	32,072 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:41	32,027 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:47:32	32,065 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:49:44	32,028 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:35	32,066 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:47	32,025 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:38	32,069 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:50	32,025 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:41	32,065 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:53	32,022 °C	39,9 %RH
06/07/2012 18:47:44	32,063 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:49:56	32,027 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:47	32,066 °C	39,6 %RH	06/07/2012 18:49:59	32,019 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:50	32,063 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:50:02	32,020 °C	40,1 %RH
06/07/2012 18:47:53	32,065 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:50:05	32,014 °C	39,9 %RH
			06/07/2012 18:50:08	32,019 °C	39,9 %RH
			06/07/2012 18:50:11	32,015 °C	39,9 %RH

06/07/2012 18:50:14	32,012 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:32	31,974 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:50:17	32,019 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:52:35	31,974 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:50:20	32,012 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:38	31,979 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:50:23	32,017 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:41	31,976 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:50:26	32,012 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:44	31,976 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:50:29	32,014 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:47	31,974 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:50:32	32,008 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:52:50	31,971 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:50:35	32,009 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:53	31,970 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:50:38	32,009 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:52:56	31,970 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:50:41	32,008 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:52:59	31,966 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:50:44	32,008 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:02	31,970 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:50:47	32,004 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:53:05	31,968 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:50:50	32,008 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:08	31,966 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:50:53	32,003 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:53:11	31,965 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:50:56	32,008 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:53:14	31,965 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:50:59	32,004 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:53:17	31,965 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:51:02	32,001 °C	39,9 %RH	06/07/2012 18:53:20	31,965 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:51:05	32,004 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:23	31,963 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:51:08	31,996 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:26	31,962 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:51:11	32,000 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:29	31,962 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:51:14	31,998 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:32	31,957 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:51:17	31,998 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:35	31,955 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:51:20	31,998 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:38	31,957 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:51:23	31,993 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:41	31,957 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:51:26	31,992 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:44	31,959 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:51:29	31,996 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:47	31,957 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:51:32	31,996 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:50	31,959 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:51:35	31,992 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:53	31,951 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:51:38	31,989 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:56	31,954 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:51:41	31,989 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:53:59	31,954 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:51:44	31,993 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:54:02	31,951 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:51:47	31,985 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:54:05	31,952 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:51:50	31,989 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:08	31,954 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:51:53	31,987 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:11	31,952 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:51:56	31,985 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:14	31,949 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:51:59	31,985 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:17	31,947 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:52:02	31,984 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:54:20	31,947 °C	43,3 %RH
06/07/2012 18:52:05	31,984 °C	40,1 %RH	06/07/2012 18:54:23	31,943 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:52:08	31,982 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:26	31,949 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:52:11	31,982 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:29	31,946 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:52:14	31,981 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:32	31,949 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:52:17	31,981 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:54:35	31,944 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:52:20	31,981 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:54:38	31,944 °C	41,8 %RH
06/07/2012 18:52:23	31,976 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:54:41	31,943 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:52:26	31,974 °C	40,4 %RH	06/07/2012 18:54:44	31,940 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:52:29	31,982 °C	42,3 %RH	06/07/2012 18:54:47	31,938 °C	41,8 %RH

06/07/2012 18:54:50	31,944 °C	41,6 %RH	06/07/2012 18:57:08	31,916 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:54:53	31,938 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:11	31,914 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:54:56	31,938 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:57:14	31,919 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:54:59	31,938 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:17	31,914 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:55:02	31,938 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:57:20	31,916 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:55:05	31,936 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:23	31,916 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:55:08	31,943 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:26	31,914 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:55:11	31,938 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:29	31,914 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:55:14	31,940 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:32	31,916 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:17	31,938 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:35	31,916 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:20	31,935 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:38	31,914 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:55:23	31,936 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:57:41	31,911 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:55:26	31,933 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:44	31,914 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:55:29	31,932 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:47	31,913 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:55:32	31,932 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:57:50	31,916 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:55:35	31,932 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:57:53	31,914 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:55:38	31,930 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:57:56	31,911 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:41	31,928 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:57:59	31,909 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:55:44	31,932 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:02	31,913 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:47	31,932 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:05	31,914 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:50	31,928 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:08	31,911 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:53	31,927 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:58:11	31,914 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:55:56	31,927 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:14	31,913 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:55:59	31,930 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:58:17	31,908 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:02	31,928 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:58:20	31,909 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:56:05	31,928 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:58:23	31,909 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:56:08	31,925 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:58:26	31,909 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:56:11	31,928 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:58:29	31,911 °C	41,6 %RH
06/07/2012 18:56:14	31,927 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:58:32	31,911 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:17	31,930 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:58:35	31,909 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:56:20	31,925 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:38	31,908 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:23	31,922 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:58:41	31,911 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:26	31,924 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:44	31,909 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:56:29	31,927 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:47	31,906 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:56:32	31,924 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:50	31,903 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:56:35	31,924 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:58:53	31,906 °C	40,4 %RH
06/07/2012 18:56:38	31,921 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:58:56	31,905 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:56:41	31,921 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:58:59	31,906 °C	40,6 %RH
06/07/2012 18:56:44	31,919 °C	41,3 %RH	06/07/2012 18:59:02	31,908 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:56:47	31,922 °C	41,1 %RH	06/07/2012 18:59:05	31,905 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:50	31,924 °C	40,8 %RH	06/07/2012 18:59:08	31,905 °C	40,8 %RH
06/07/2012 18:56:53	31,921 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:59:11	31,908 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:56	31,921 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:59:14	31,905 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:56:59	31,919 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:59:17	31,903 °C	41,1 %RH
06/07/2012 18:57:02	31,917 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:59:20	31,905 °C	41,3 %RH
06/07/2012 18:57:05	31,919 °C	40,6 %RH	06/07/2012 18:59:23	31,902 °C	41,6 %RH

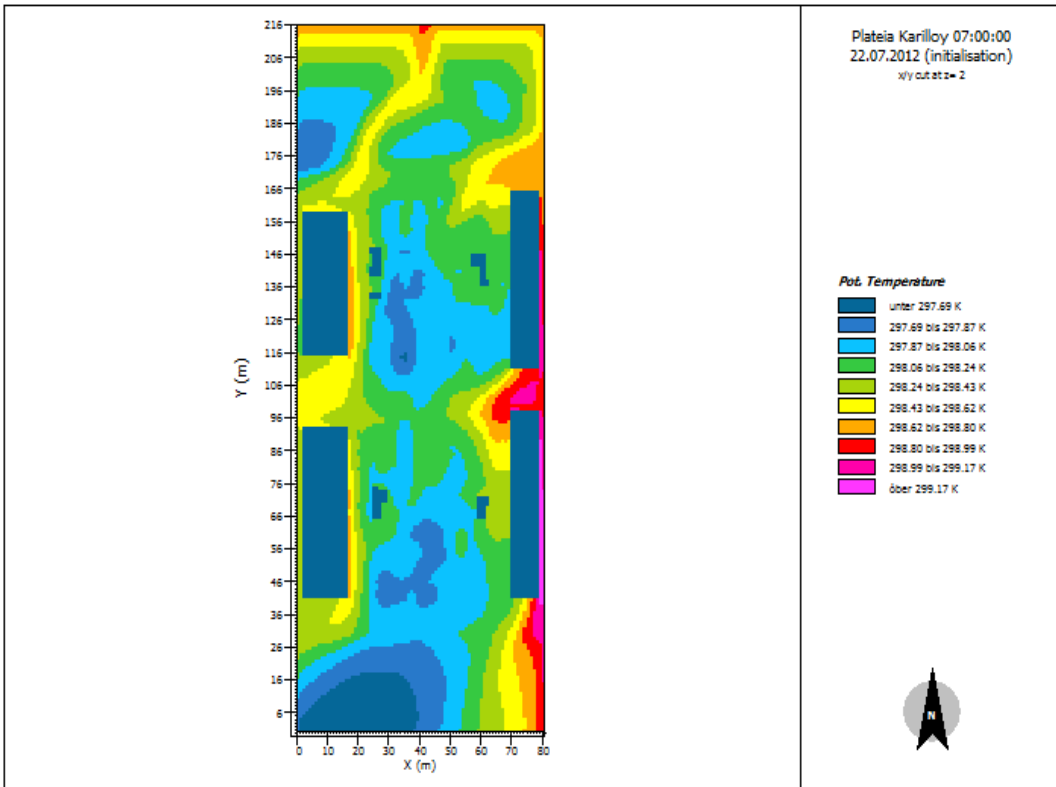
06/07/2012 18:59:26	31,903 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:01:44	31,998 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:59:29	31,903 °C	41,6 %RH	06/07/2012 19:01:47	32,003 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:32	31,903 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:01:50	32,011 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:35	31,906 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:01:53	32,012 °C	42,1 %RH
06/07/2012 18:59:38	31,906 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:01:56	32,020 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:41	31,906 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:01:59	32,020 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:44	31,905 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:02	32,028 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:47	31,906 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:05	32,034 °C	42,3 %RH
06/07/2012 18:59:50	31,903 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:08	32,044 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:59:53	31,905 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:02:11	32,042 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:59:56	31,905 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:02:14	32,049 °C	42,6 %RH
06/07/2012 18:59:59	31,905 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:02:17	32,060 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:02	31,908 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:20	32,061 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:05	31,902 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:02:23	32,068 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:08	31,911 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:02:26	32,074 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:11	31,906 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:02:29	32,076 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:14	31,908 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:32	32,082 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:17	31,909 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:02:35	32,090 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:20	31,909 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:02:38	32,096 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:23	31,913 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:02:41	32,101 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:26	31,913 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:02:44	32,109 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:00:29	31,917 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:47	32,115 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:32	31,919 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:02:50	32,120 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:35	31,921 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:53	32,129 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:00:38	31,921 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:02:56	32,137 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:00:41	31,921 °C	42,8 %RH	06/07/2012 19:02:59	32,139 °C	41,8 %RH
06/07/2012 19:00:44	31,924 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:03:02	32,149 °C	41,8 %RH
06/07/2012 19:00:47	31,925 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:03:05	32,156 °C	41,8 %RH
06/07/2012 19:00:50	31,928 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:03:08	32,161 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:00:53	31,935 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:11	32,171 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:00:56	31,936 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:03:14	32,177 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:00:59	31,940 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:03:17	32,179 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:01:02	31,941 °C	41,8 %RH	06/07/2012 19:03:20	32,187 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:01:05	31,944 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:23	32,191 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:01:08	31,949 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:26	32,202 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:01:11	31,952 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:29	32,209 °C	42,3 %RH
06/07/2012 19:01:14	31,949 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:32	32,217 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:17	31,959 °C	42,1 %RH	06/07/2012 19:03:35	32,223 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:20	31,963 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:03:38	32,228 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:23	31,970 °C	42,3 %RH	06/07/2012 19:03:41	32,236 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:26	31,971 °C	42,8 %RH	06/07/2012 19:03:44	32,244 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:29	31,976 °C	42,6 %RH	06/07/2012 19:03:47	32,250 °C	42,6 %RH
06/07/2012 19:01:32	31,982 °C	43,1 %RH	06/07/2012 19:03:50	32,258 °C	42,1 %RH
06/07/2012 19:01:35	31,984 °C	43,1 %RH	06/07/2012 19:03:53	32,269 °C	41,8 %RH
06/07/2012 19:01:38	31,989 °C	43,1 %RH	06/07/2012 19:03:56	32,271 °C	41,8 %RH
06/07/2012 19:01:41	31,993 °C	42,8 %RH	06/07/2012 19:03:59	32,282 °C	41,8 %RH

06/07/2012 19:04:02	32,291 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:05	32,296 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:08	32,298 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:11	32,310 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:14	32,320 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:17	32,325 °C	40,6 %RH
06/07/2012 19:04:20	32,331 °C	40,8 %RH
06/07/2012 19:04:23	32,339 °C	41,1 %RH
06/07/2012 19:04:26	32,347 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:29	32,353 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:32	32,361 °C	40,8 %RH
06/07/2012 19:04:35	32,371 °C	41,1 %RH
06/07/2012 19:04:38	32,380 °C	41,1 %RH
06/07/2012 19:04:41	32,387 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:44	32,398 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:47	32,399 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:50	32,407 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:53	32,415 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:04:56	32,422 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:04:59	32,431 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:05:02	32,441 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:05:05	32,447 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:05:08	32,452 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:05:11	32,461 °C	41,6 %RH
06/07/2012 19:05:14	32,468 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:05:17	32,476 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:05:20	32,485 °C	41,3 %RH
06/07/2012 19:05:23	32,493 °C	41,3 %RH

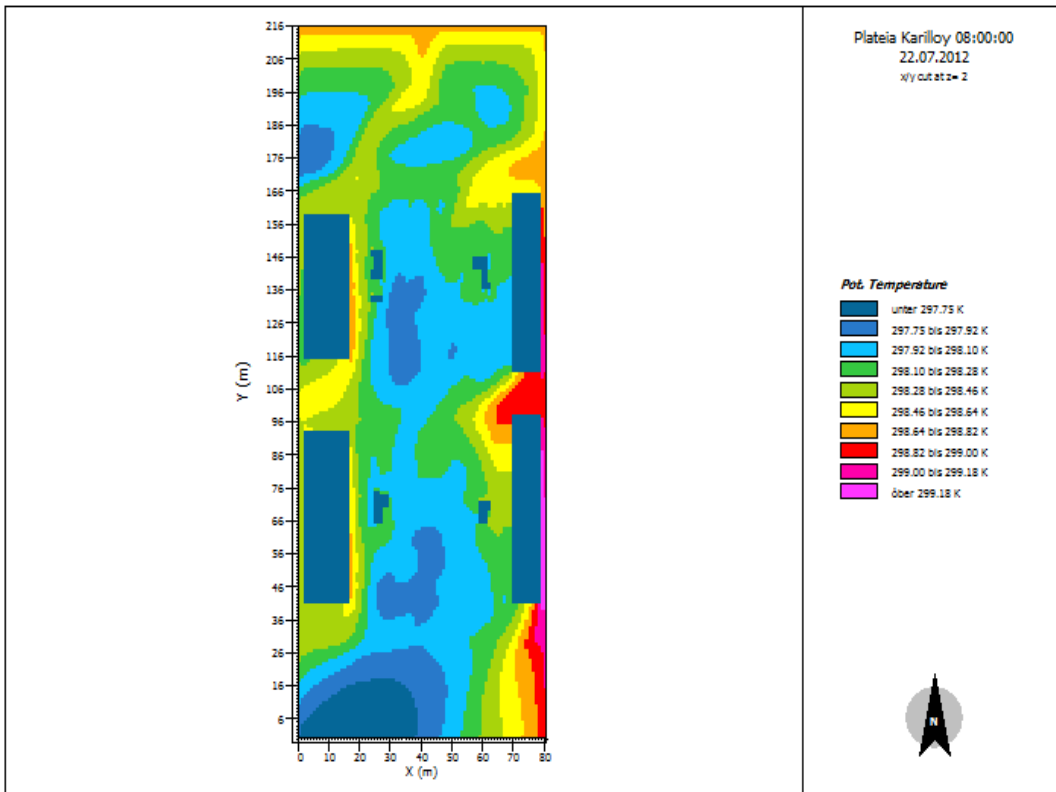
Αποτελέσματα τέταρτης μέτρησης

	MAX	MIN	M.O
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	32,49329	31,902	32,02428
ΣΧ ΥΓΡΑΣΙΑ	43,326	39,113	41,15242

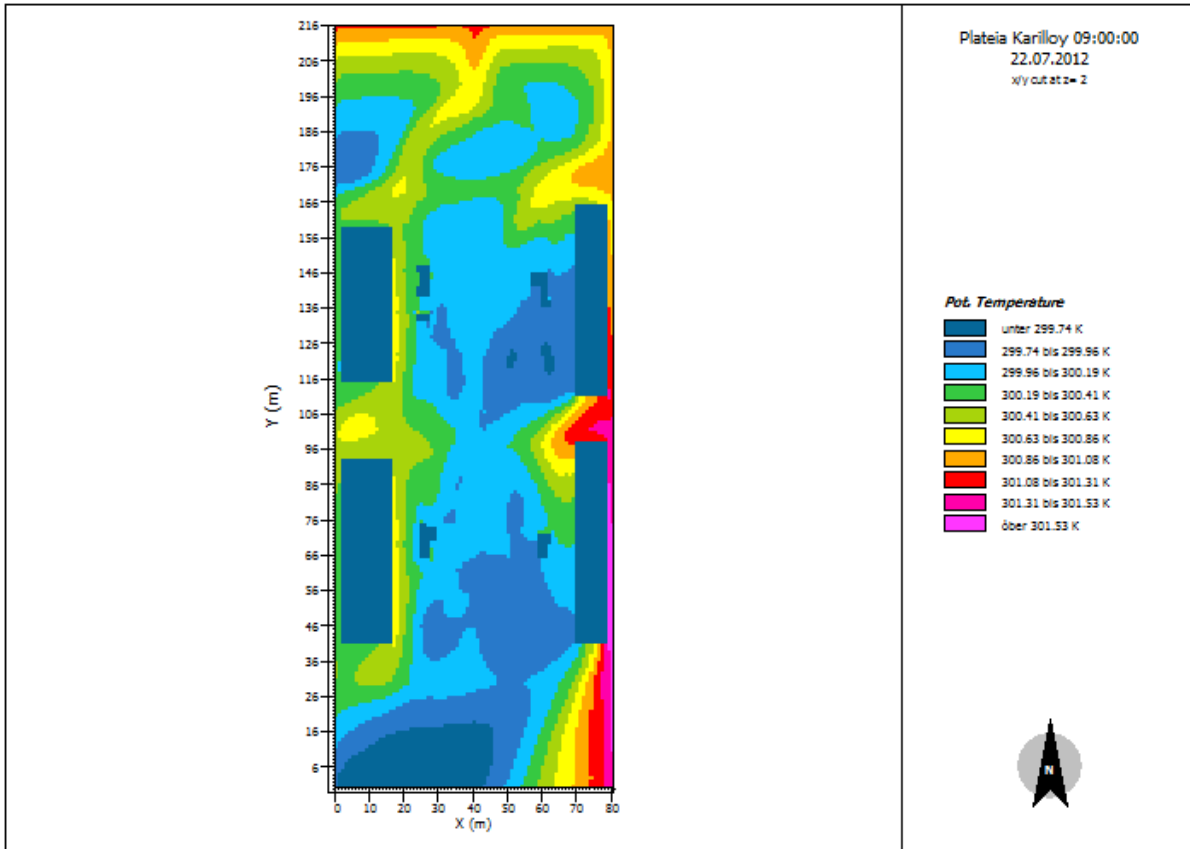
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ-Αποτελέσματα δεύτερης προσομοίωσης



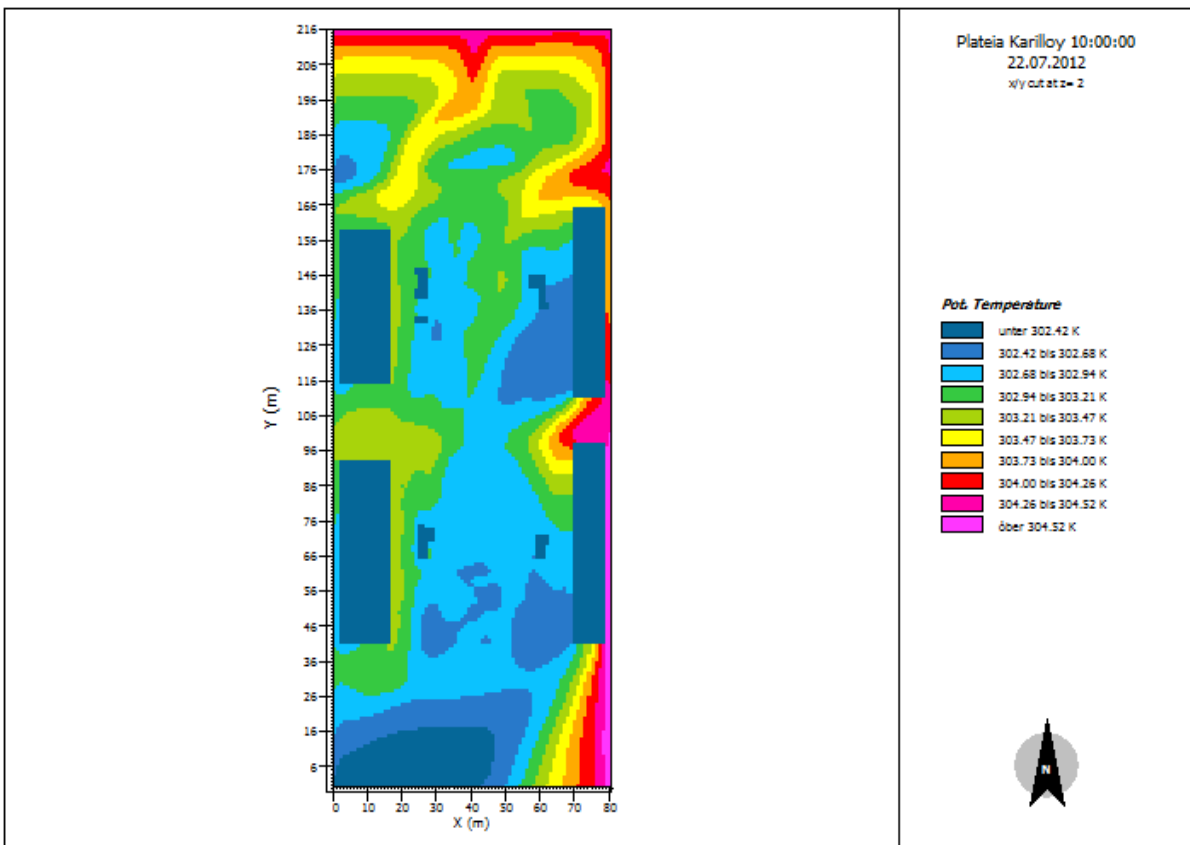
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 07:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



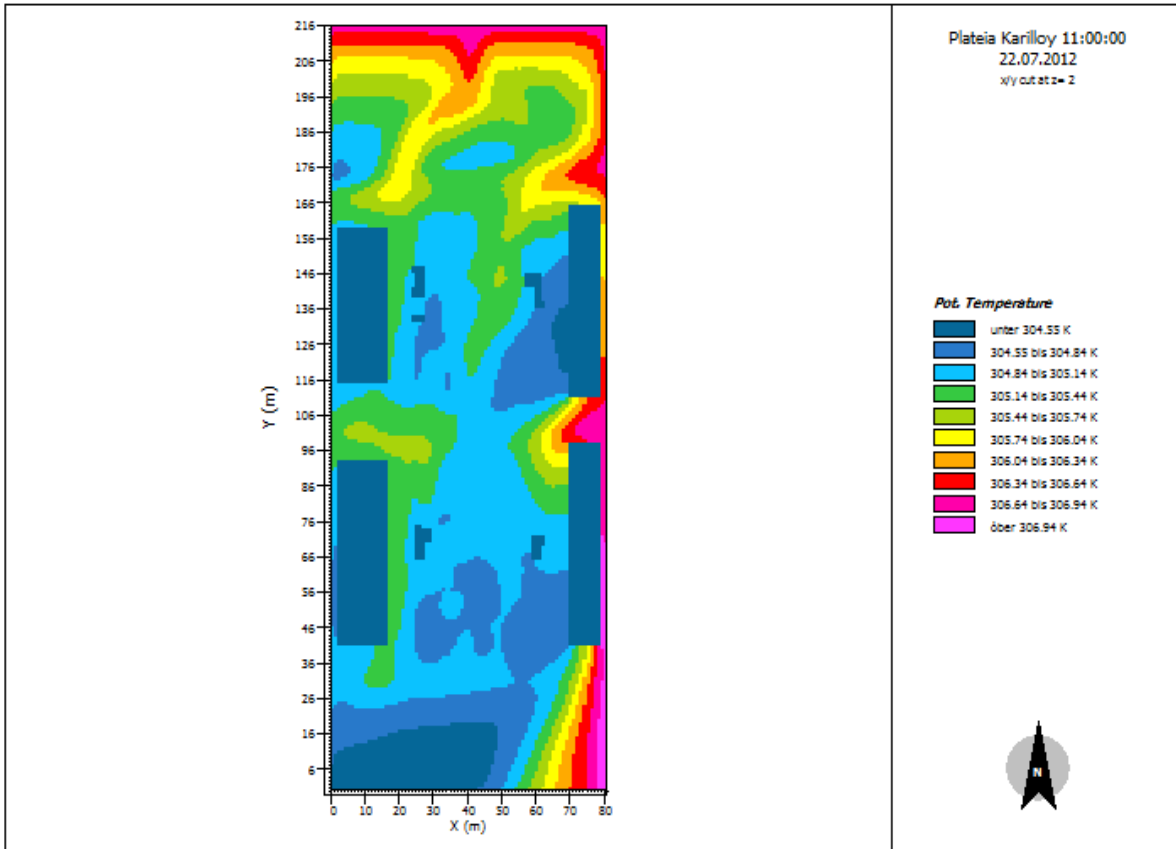
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 08:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



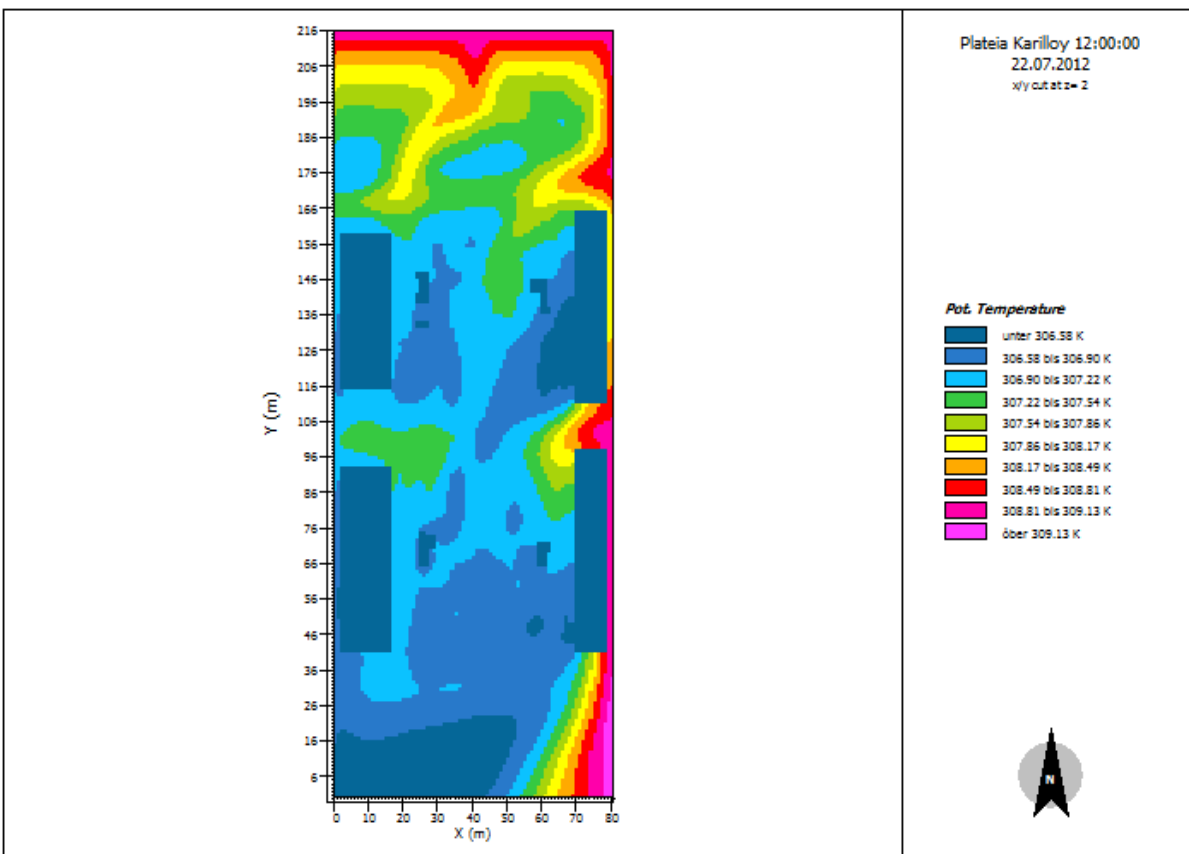
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 09:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



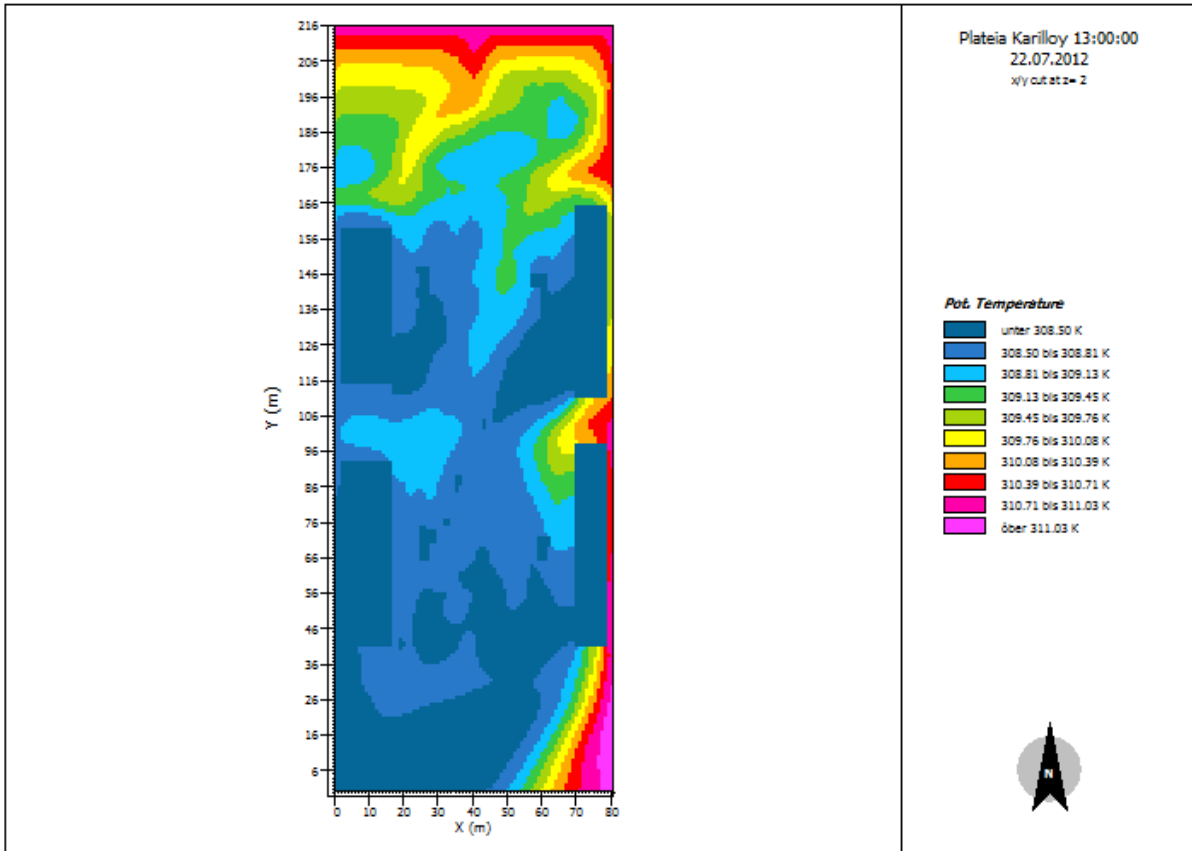
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 10:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



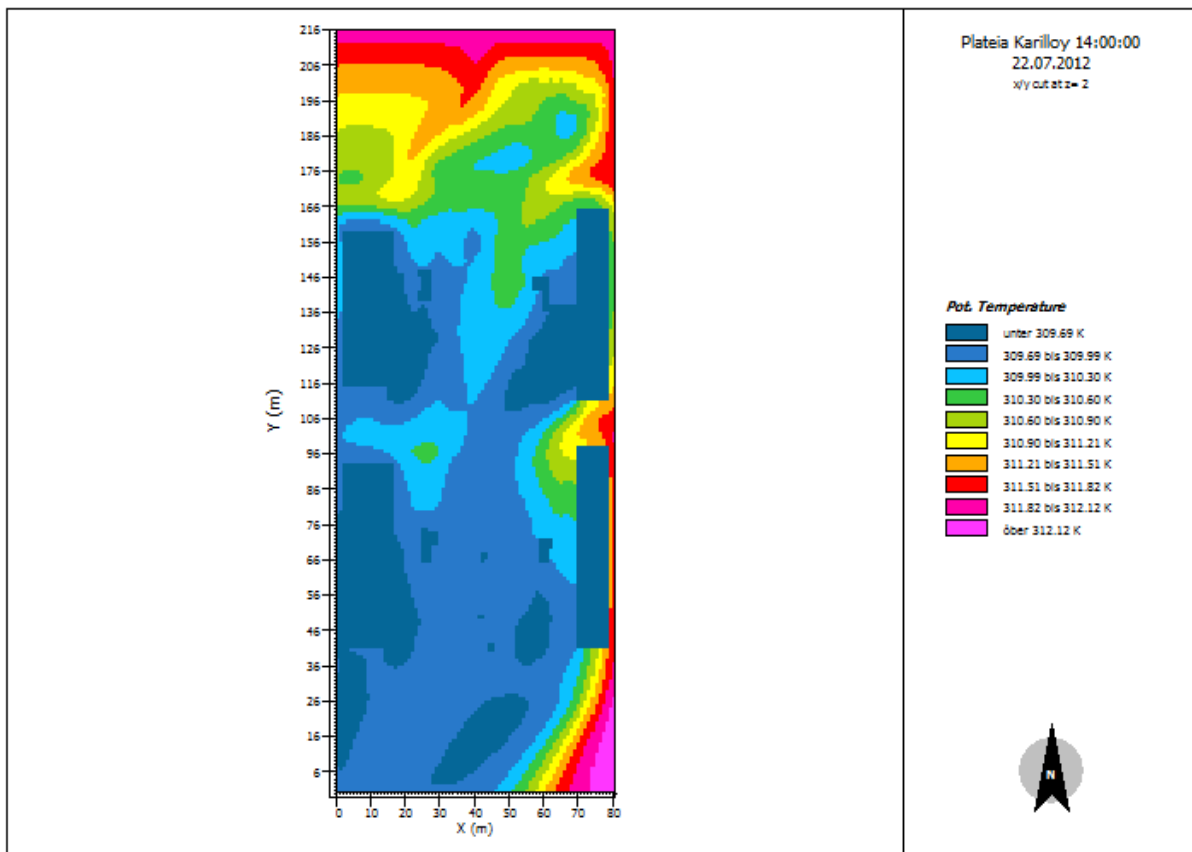
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 11:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



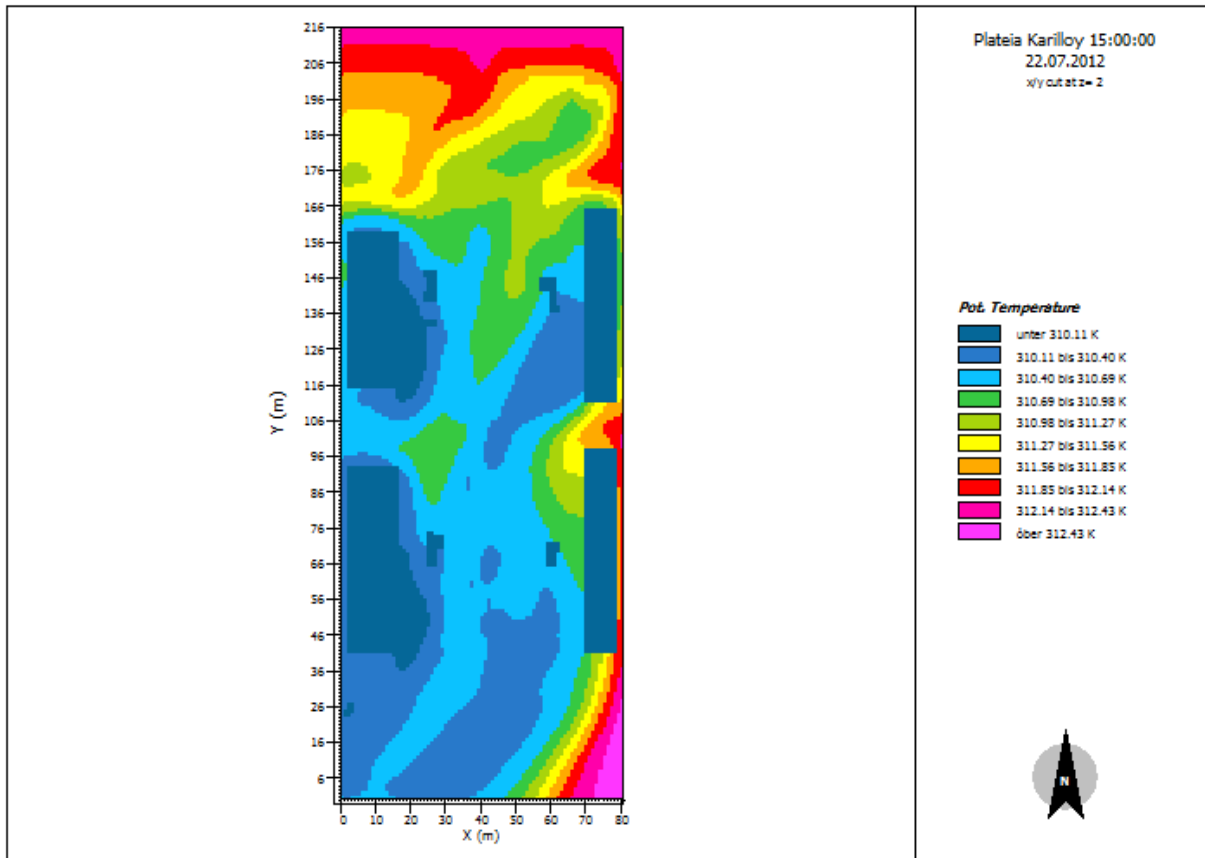
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 12:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



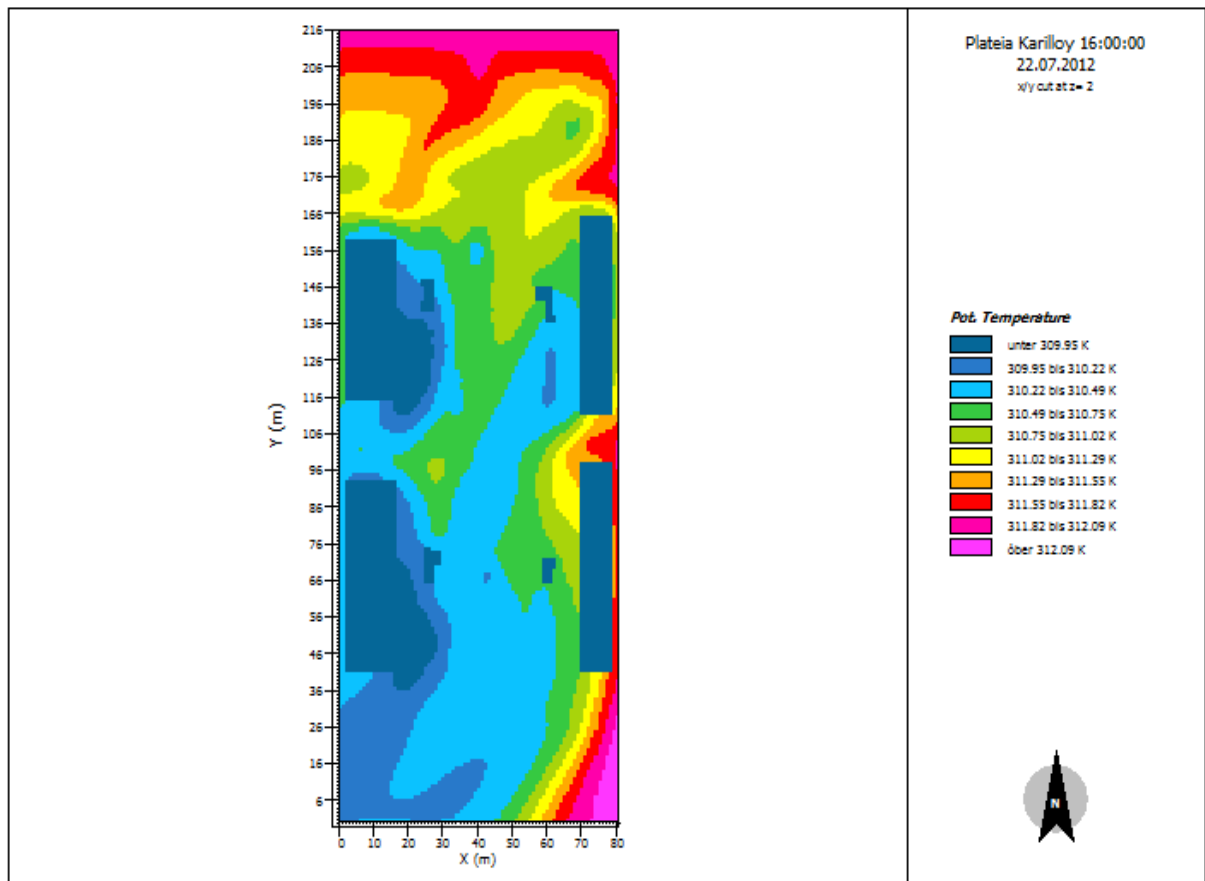
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 13:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



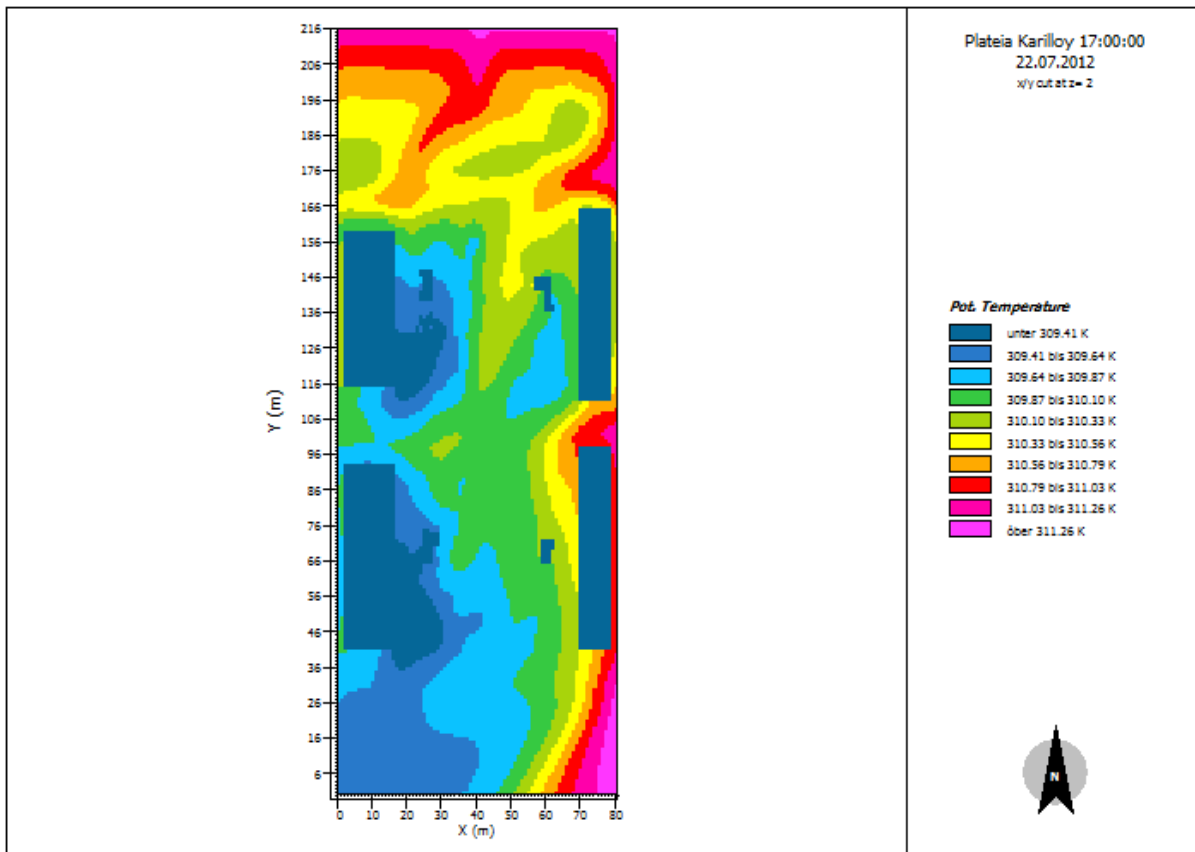
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 14:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



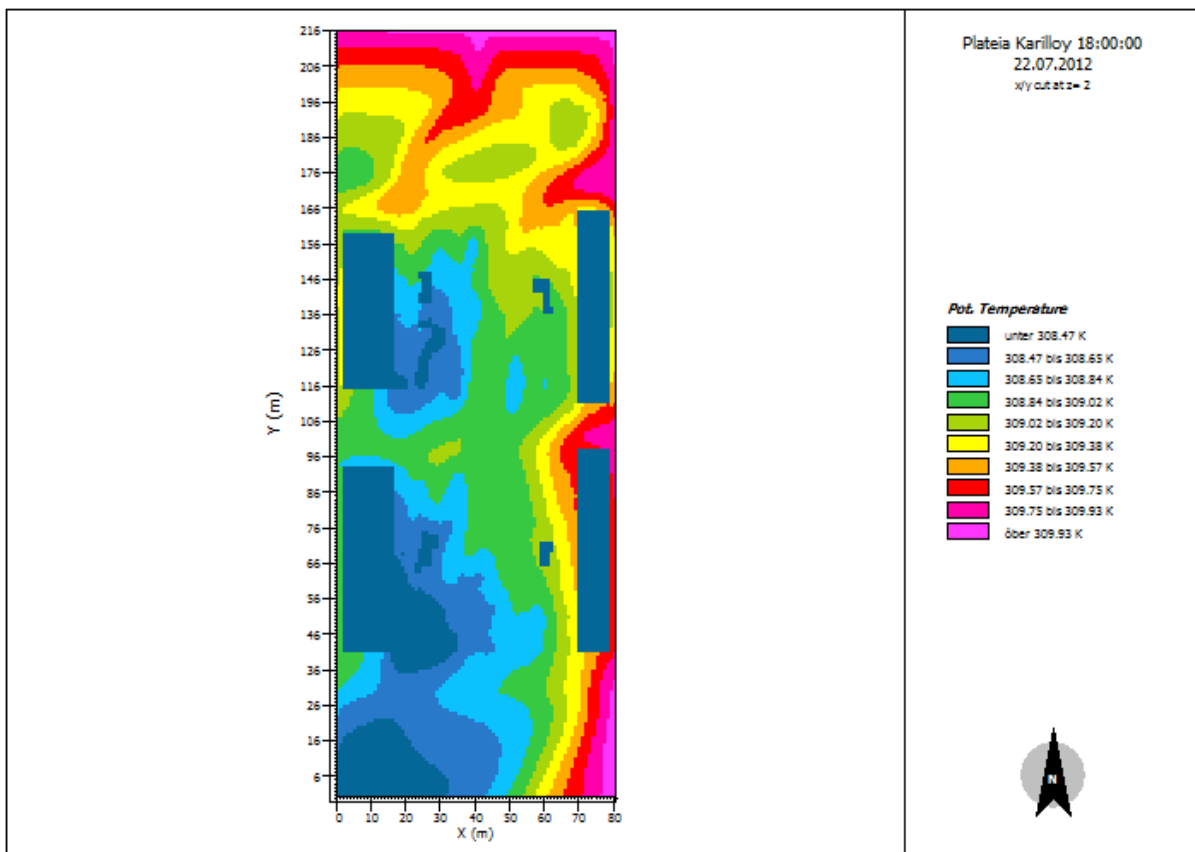
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 15:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



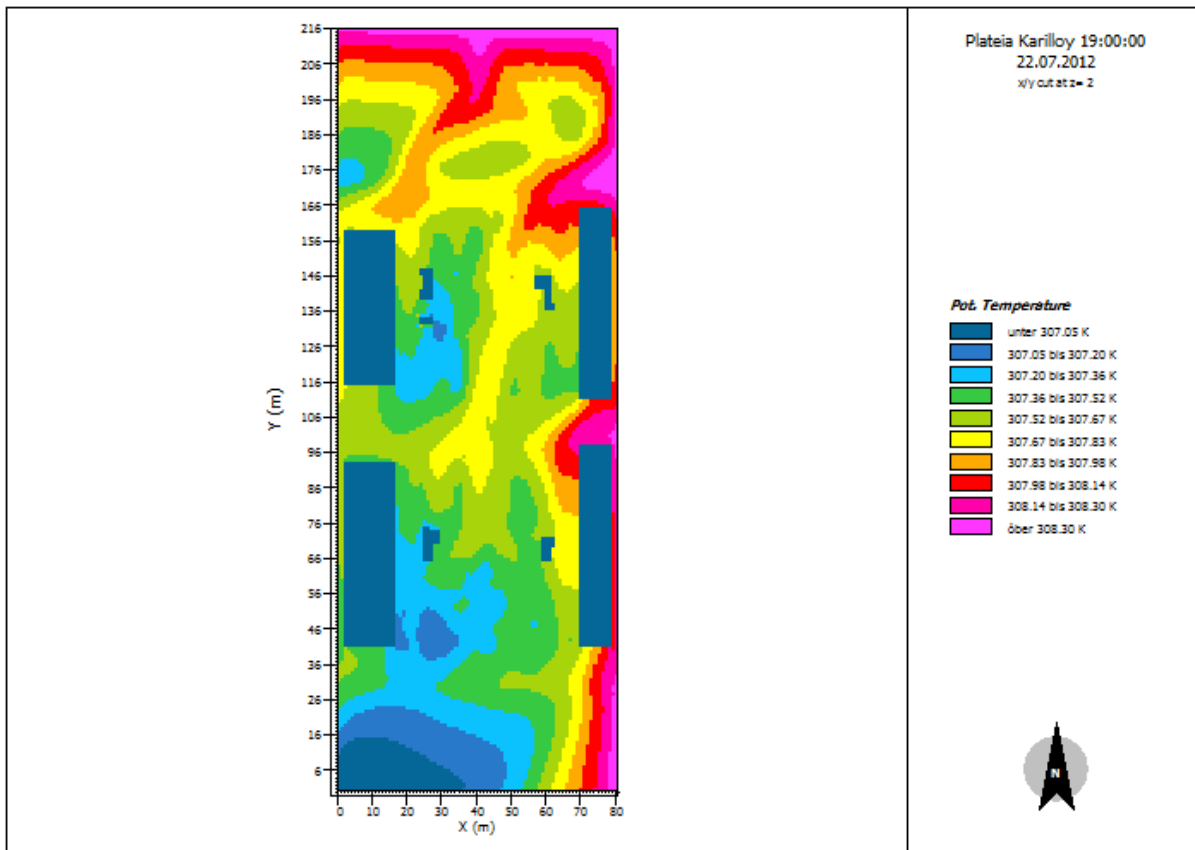
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 16:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



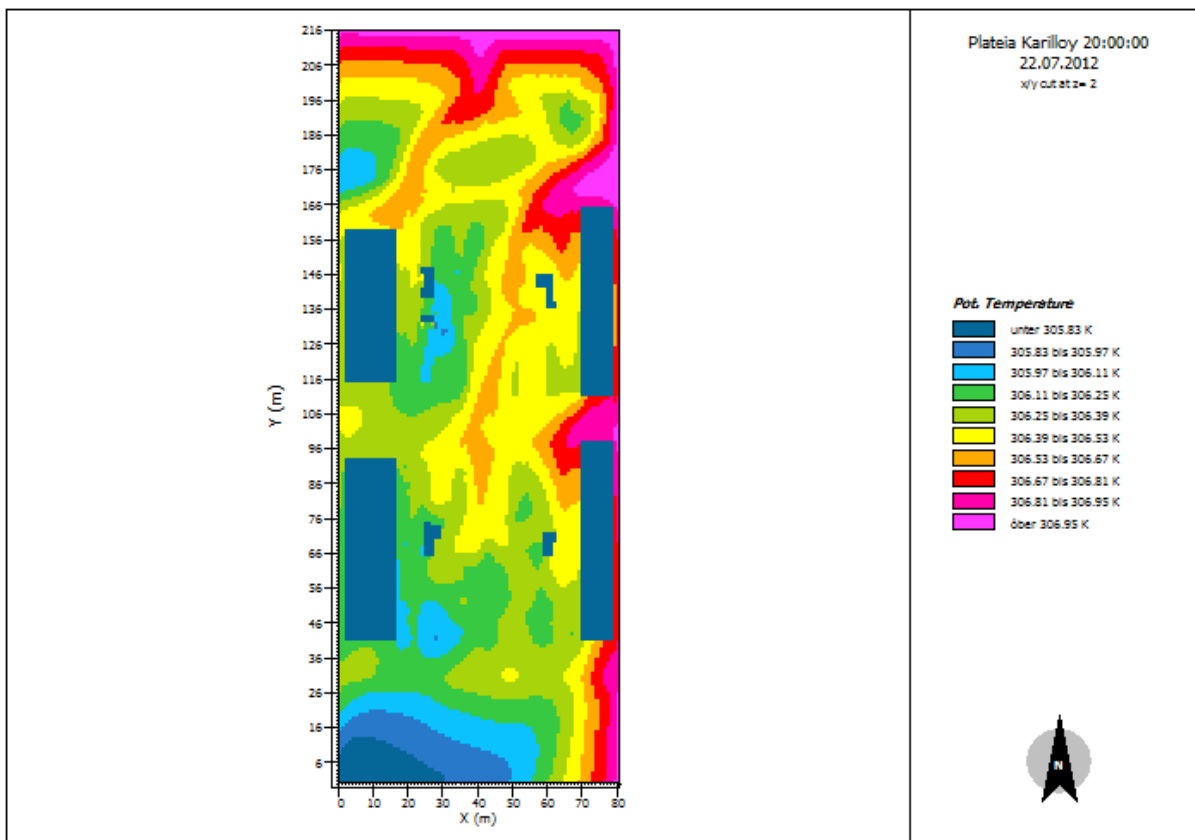
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 17:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



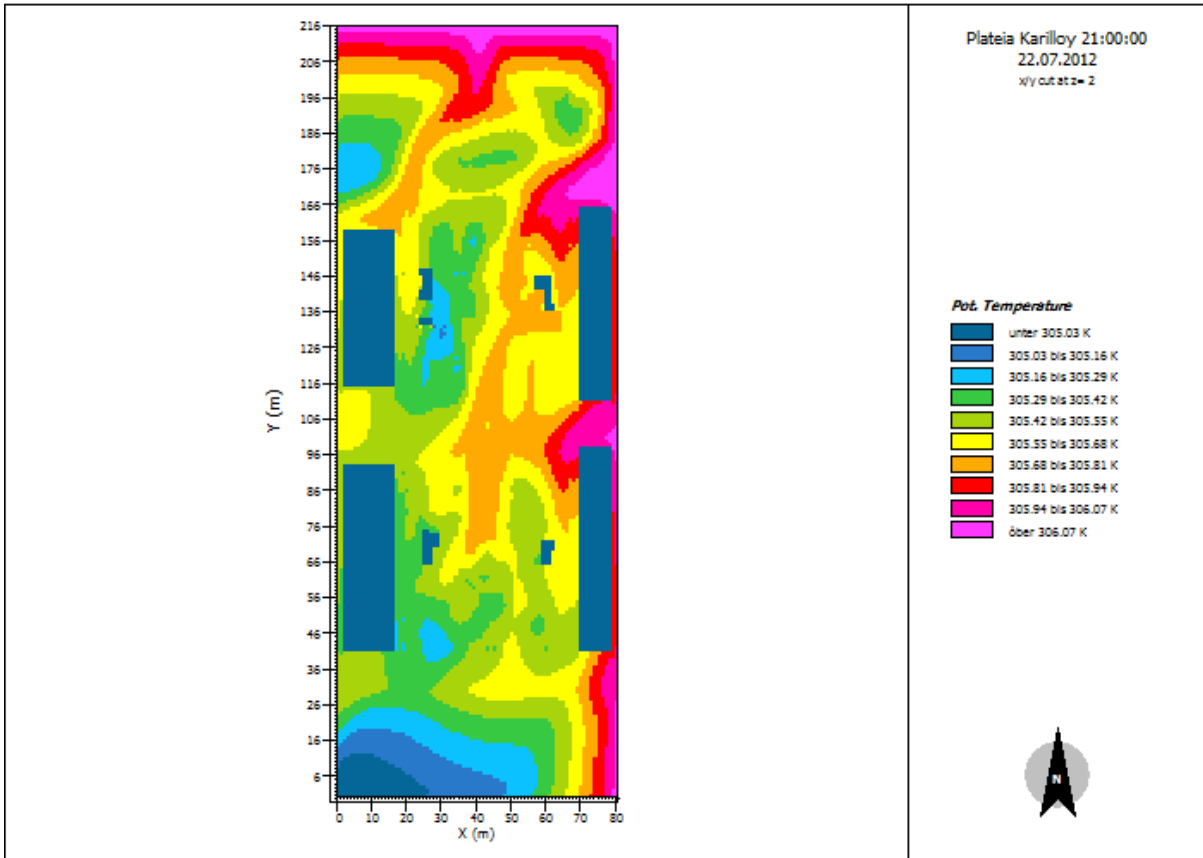
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 18:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



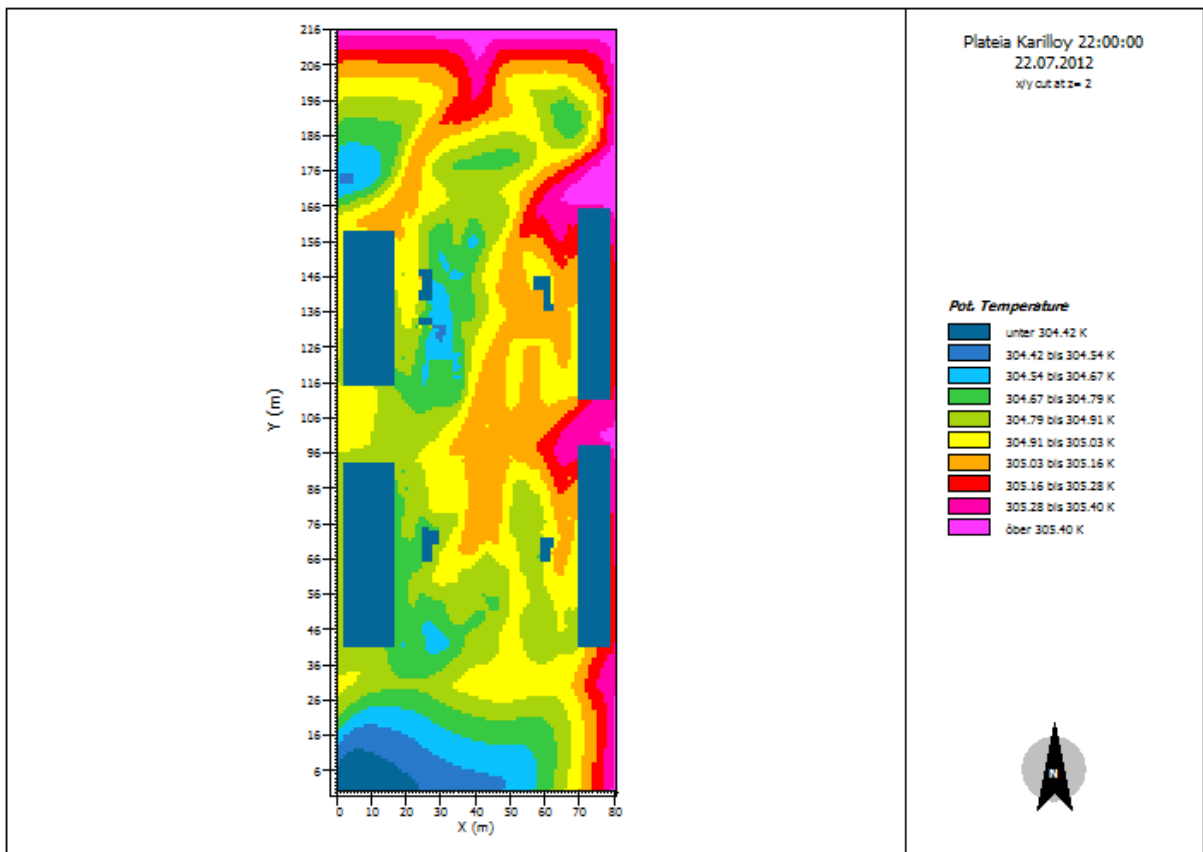
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 19:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



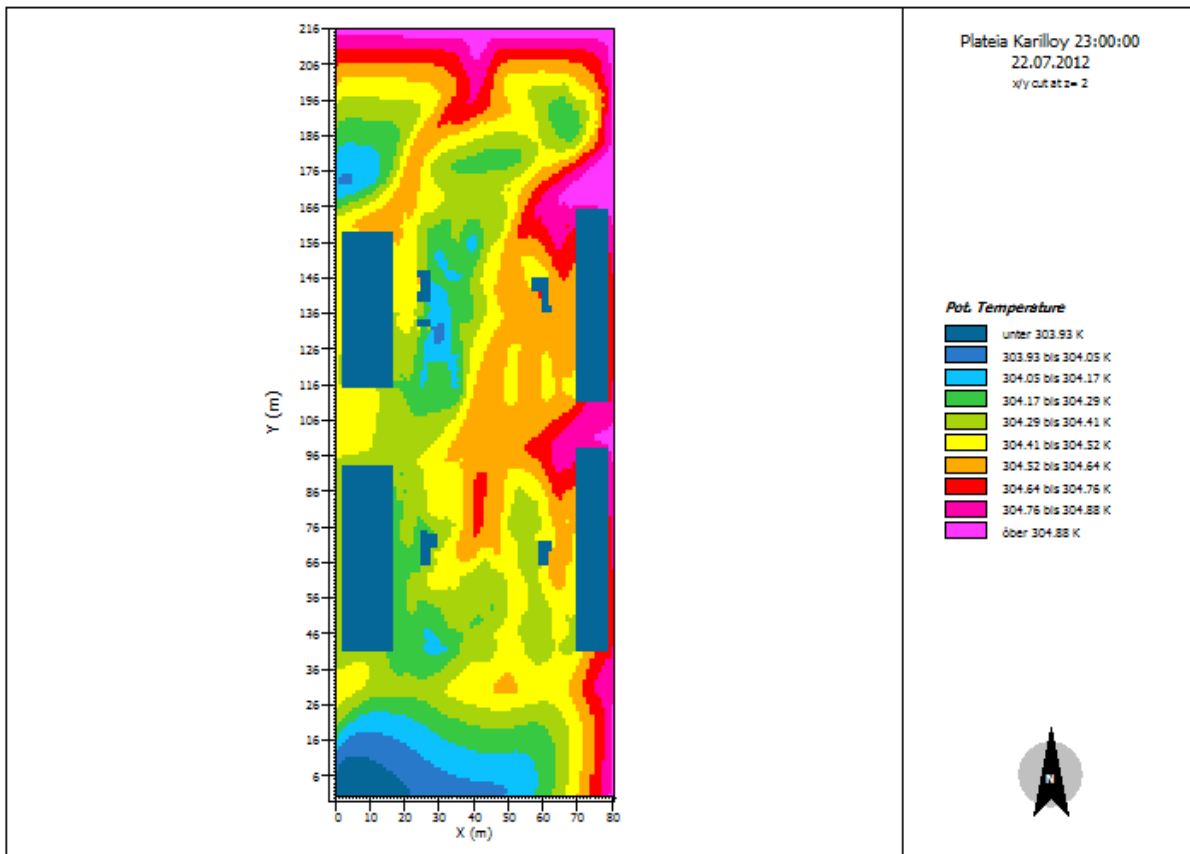
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 20:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



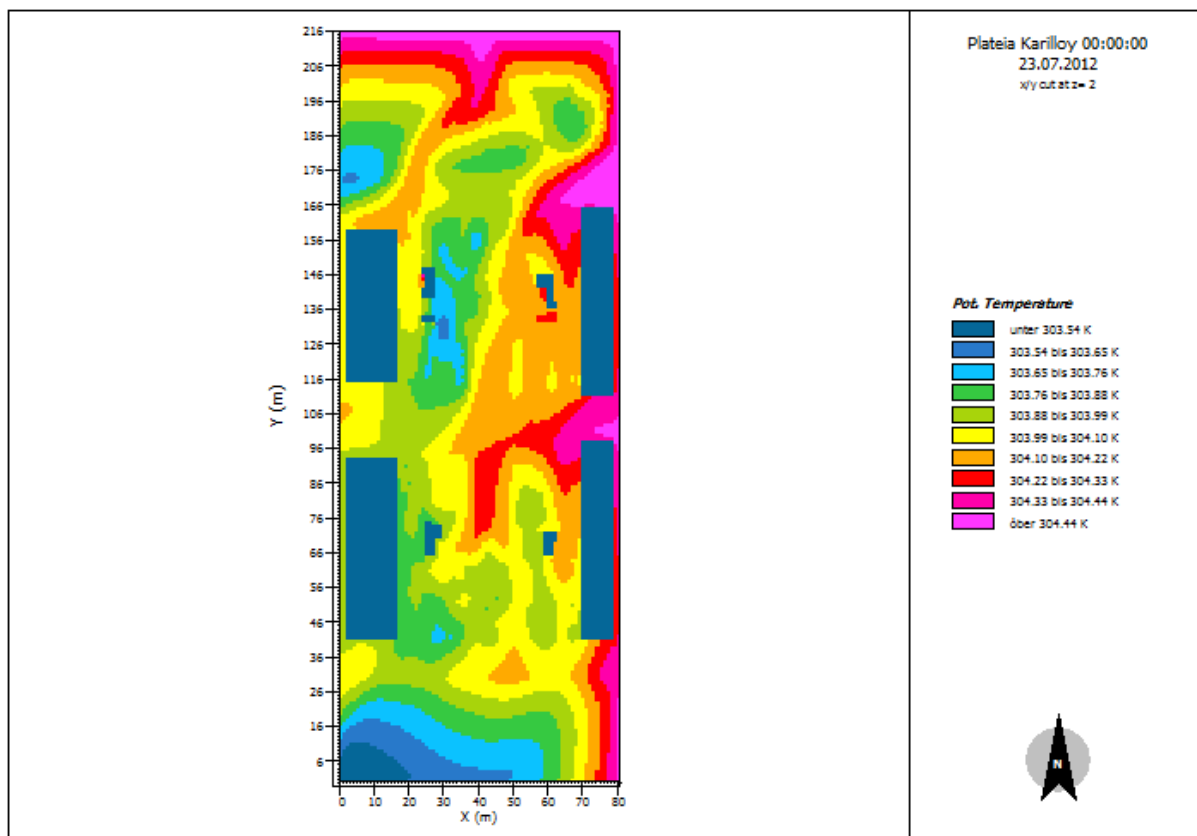
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 21:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



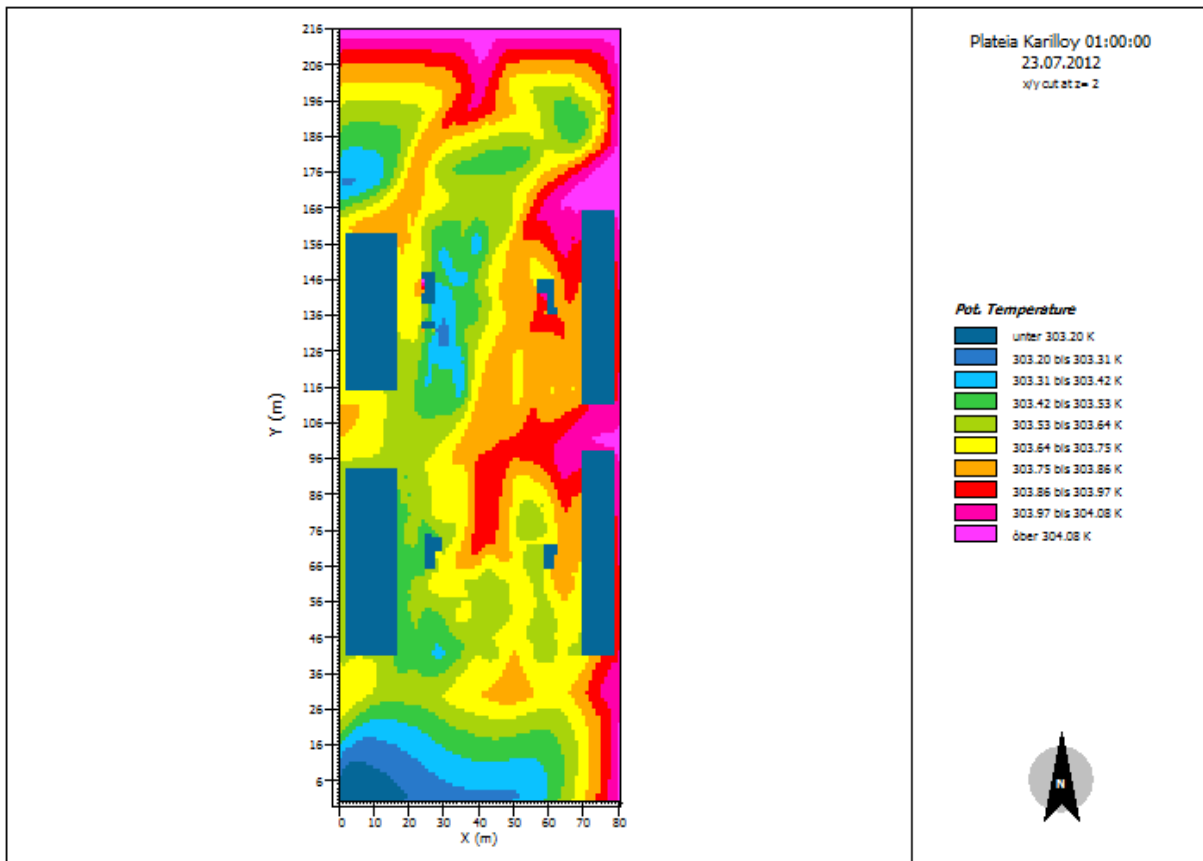
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 22:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



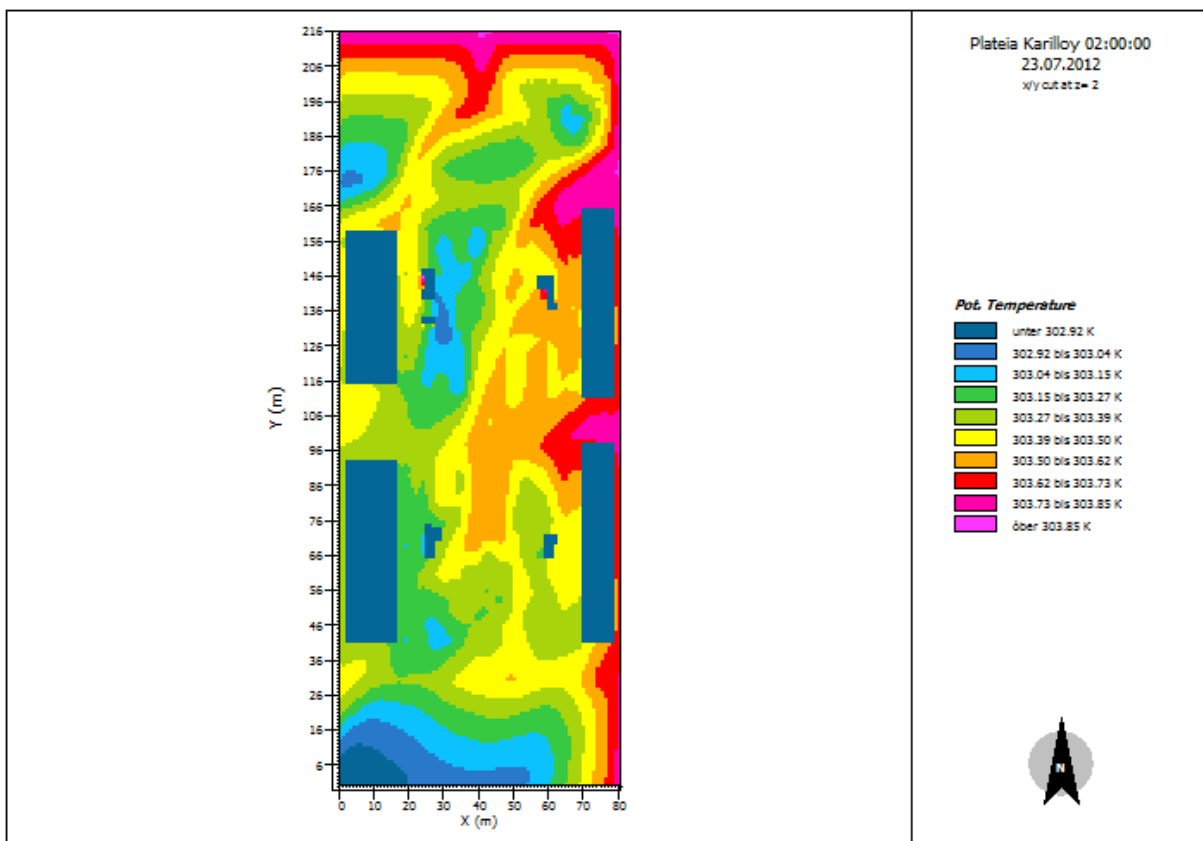
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 23:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



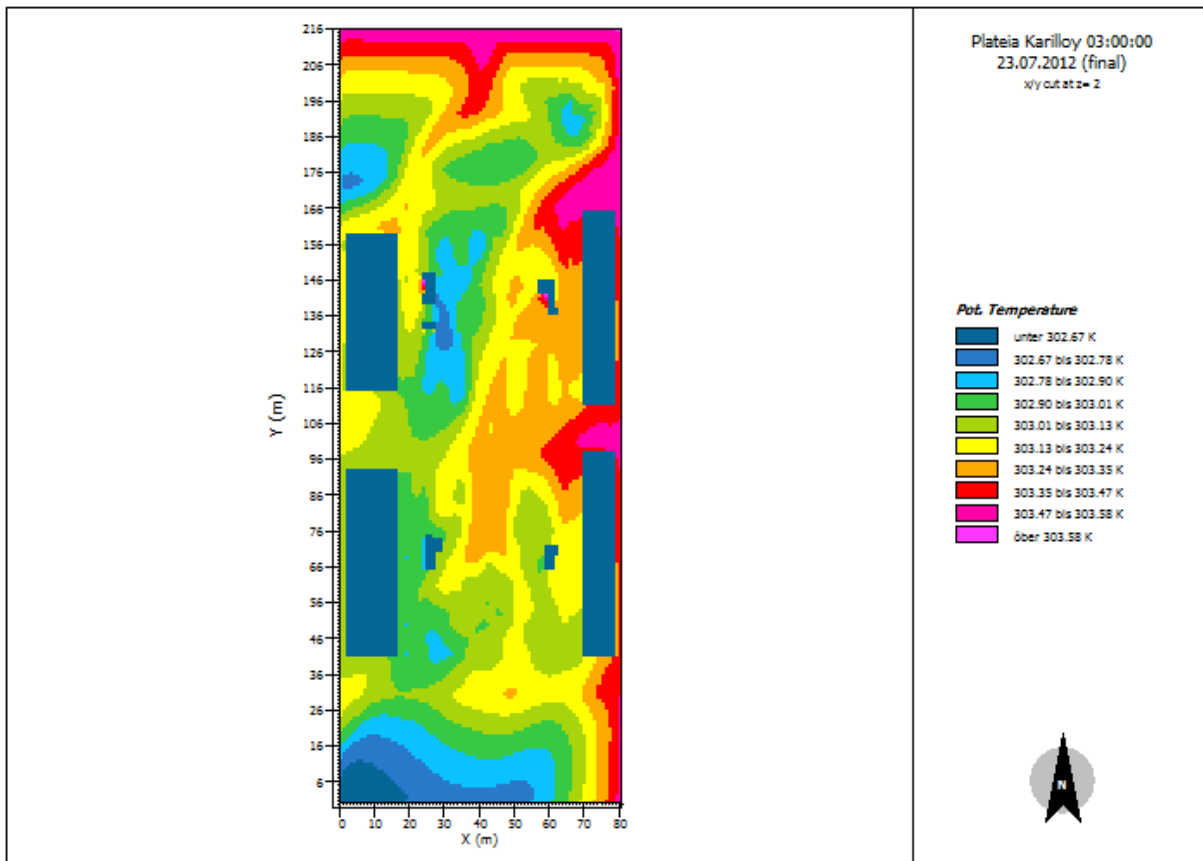
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 00:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



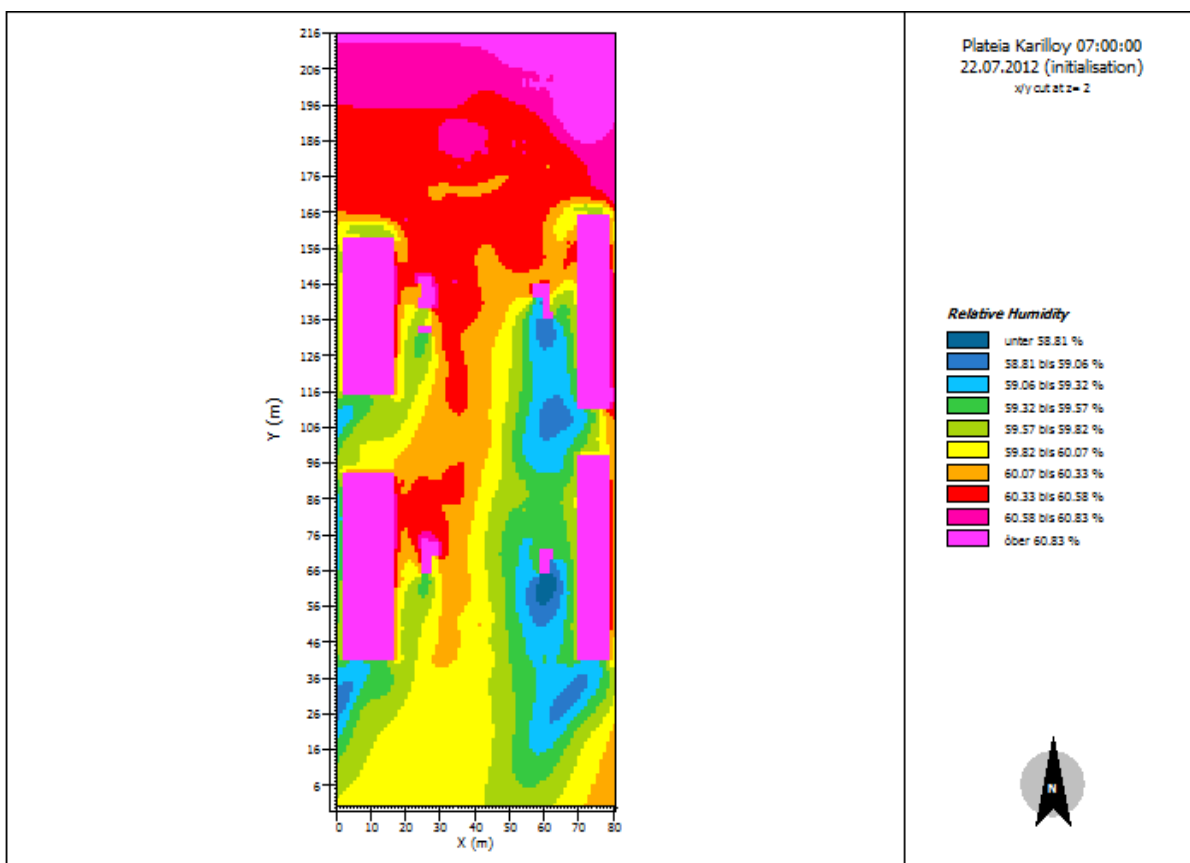
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 01:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



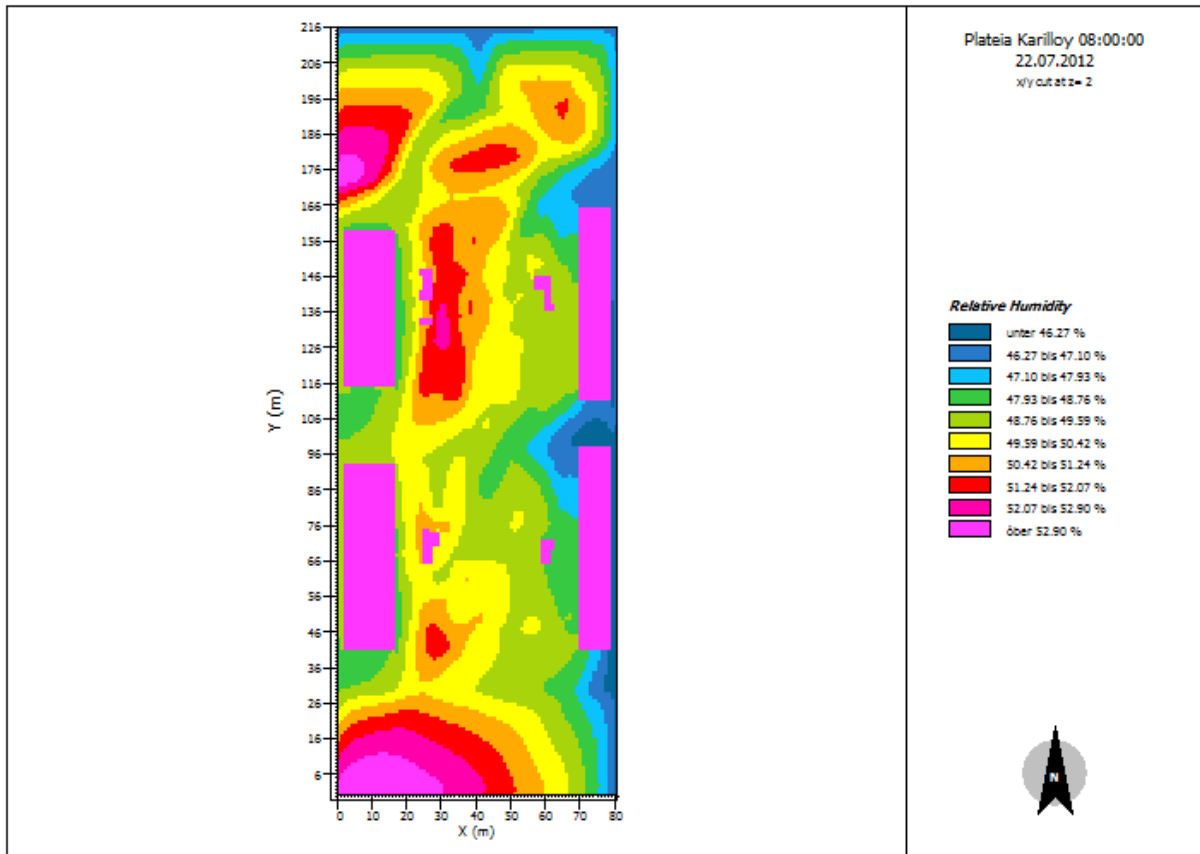
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 02:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



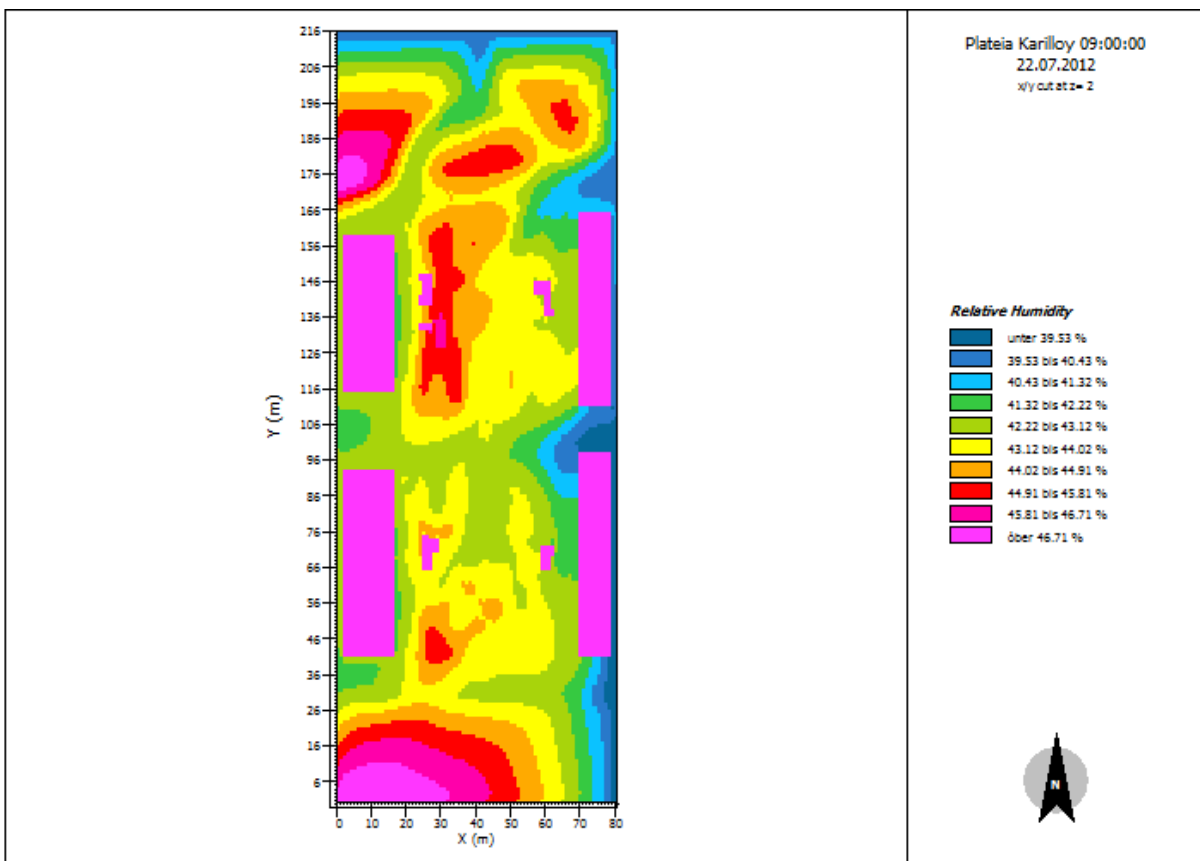
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 03:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



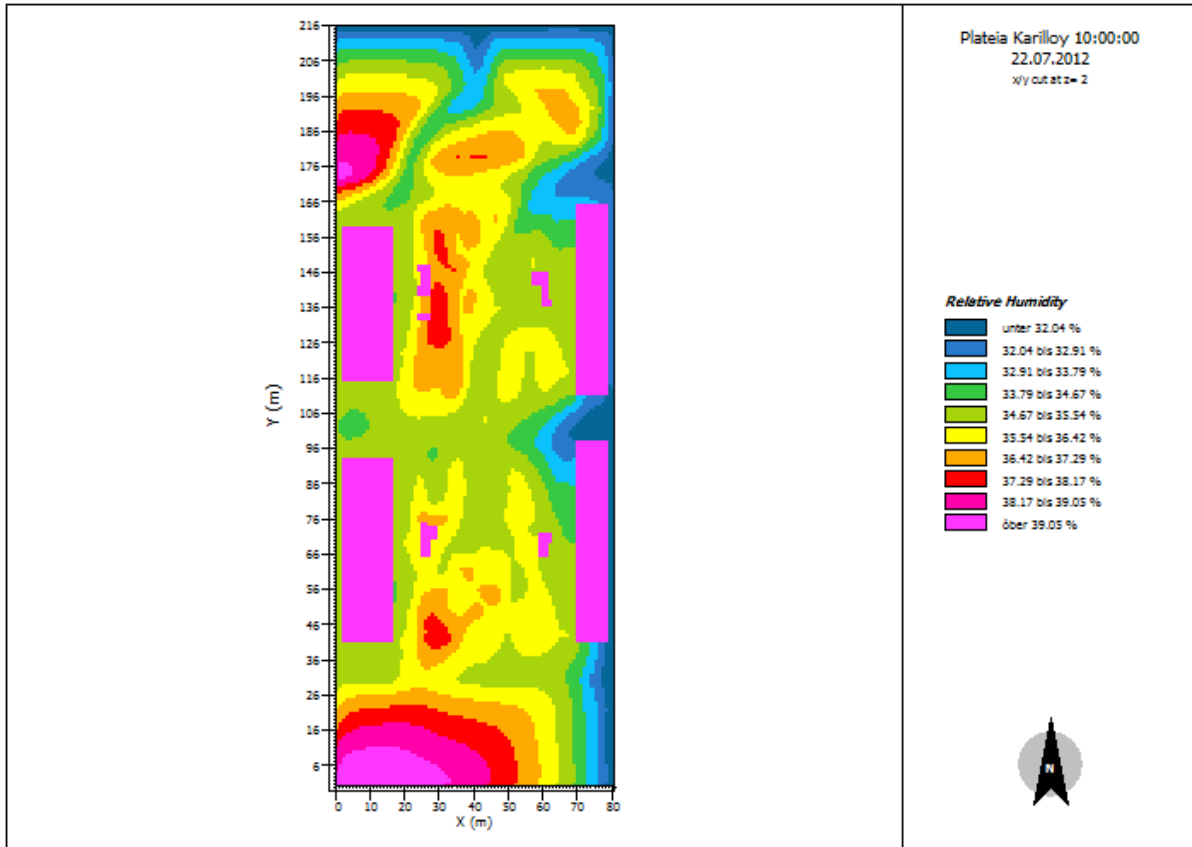
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 07:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



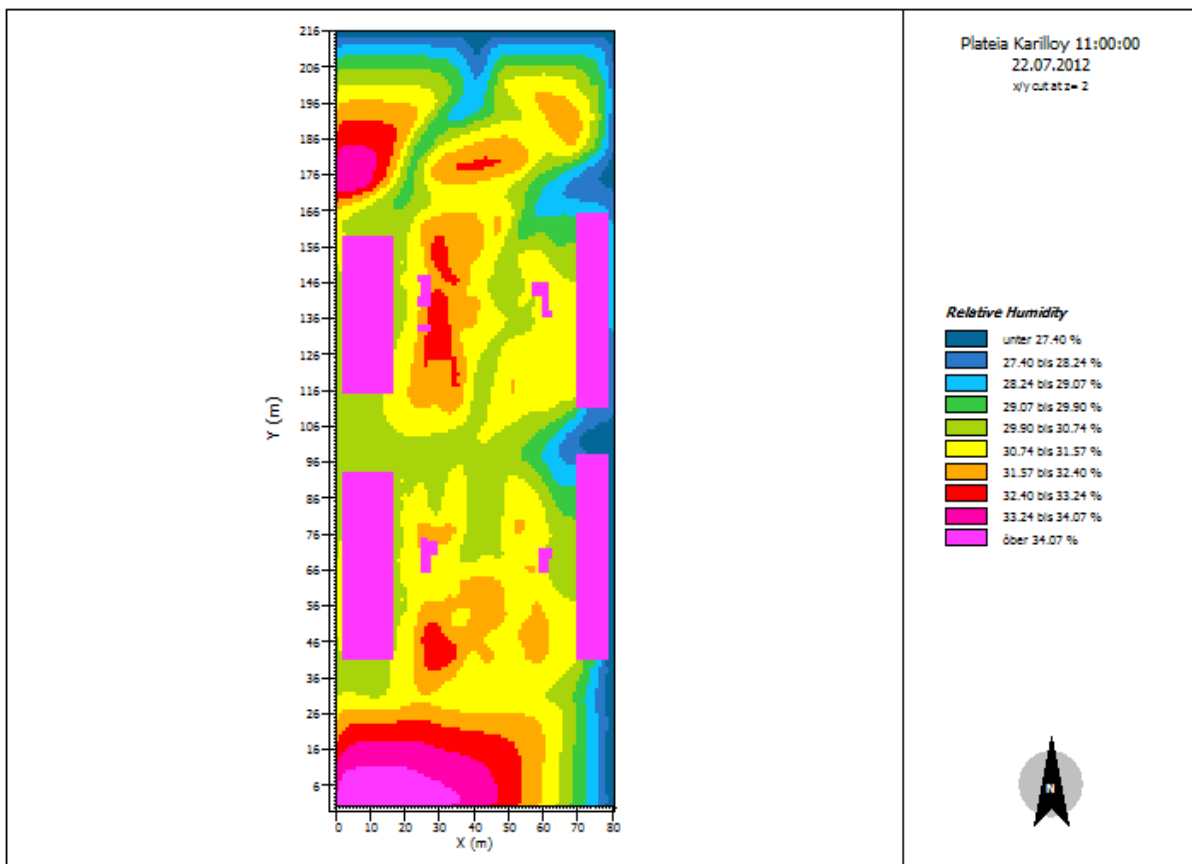
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 08:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



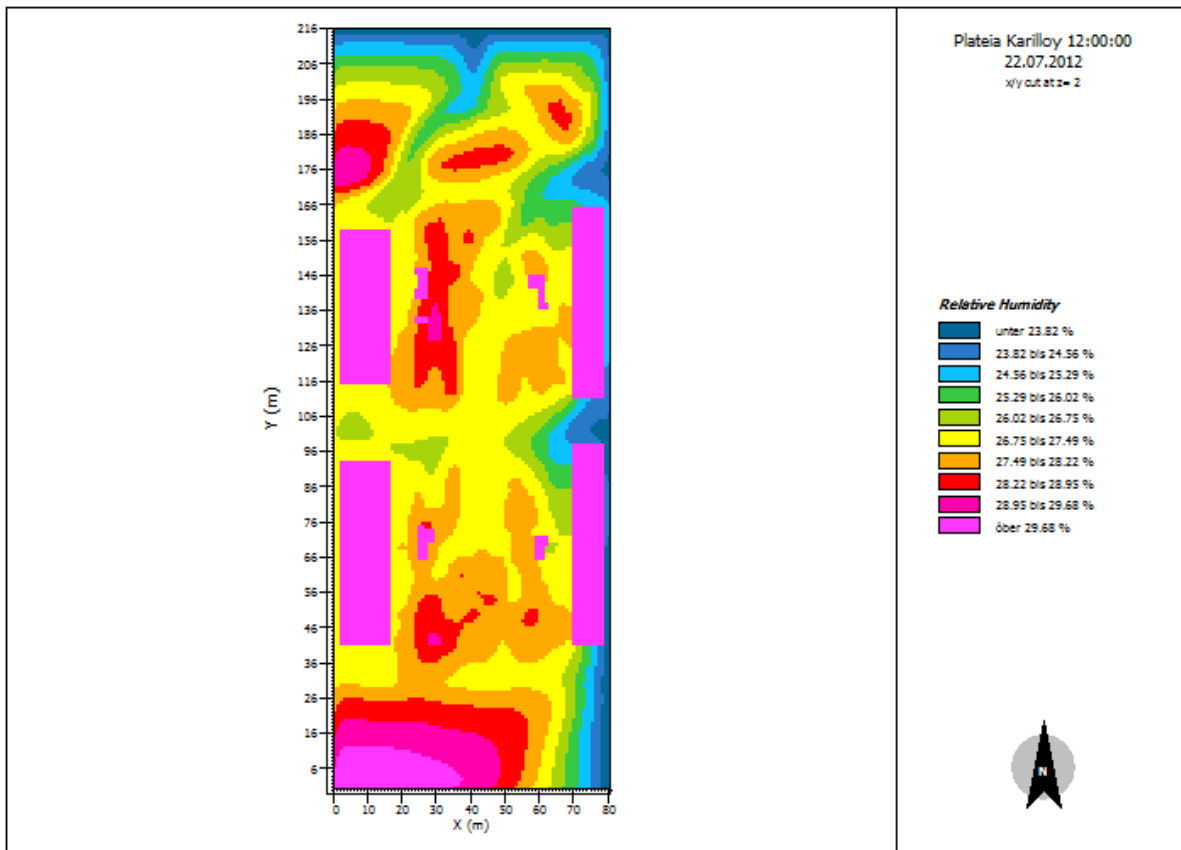
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 09:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



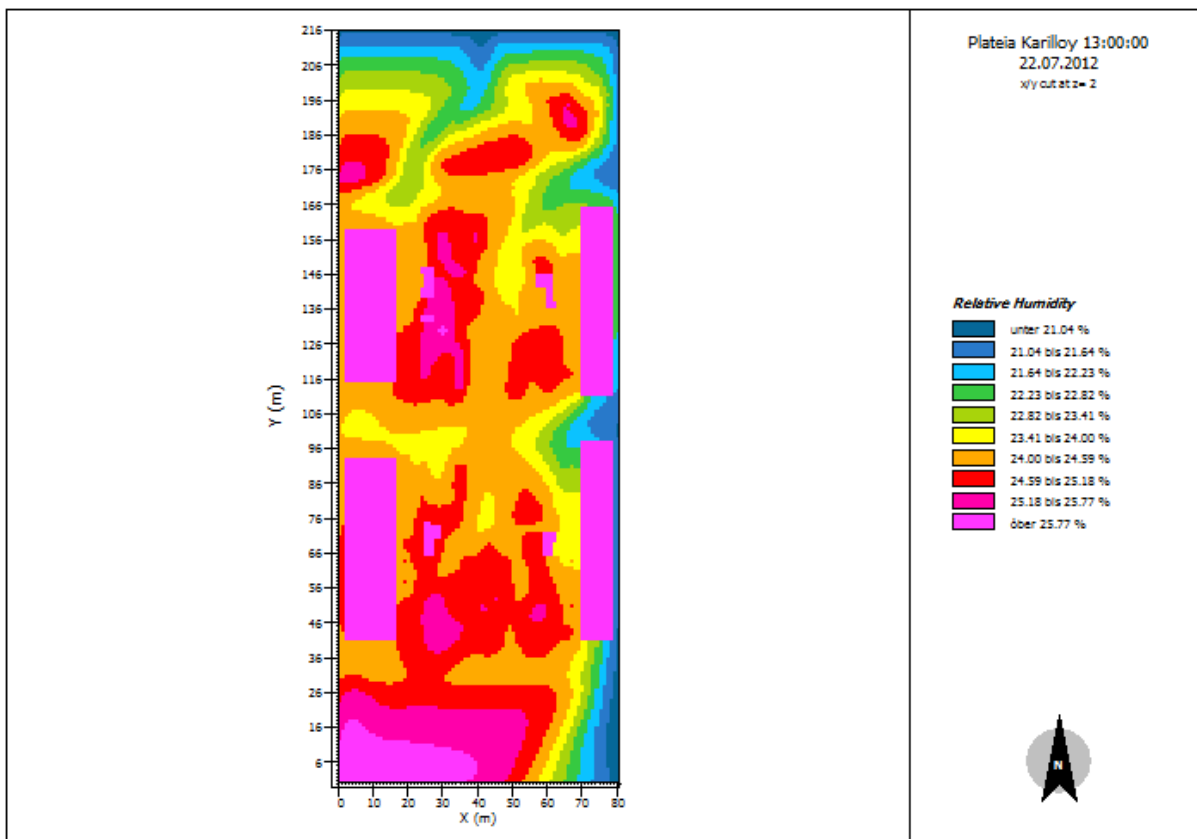
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 10:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



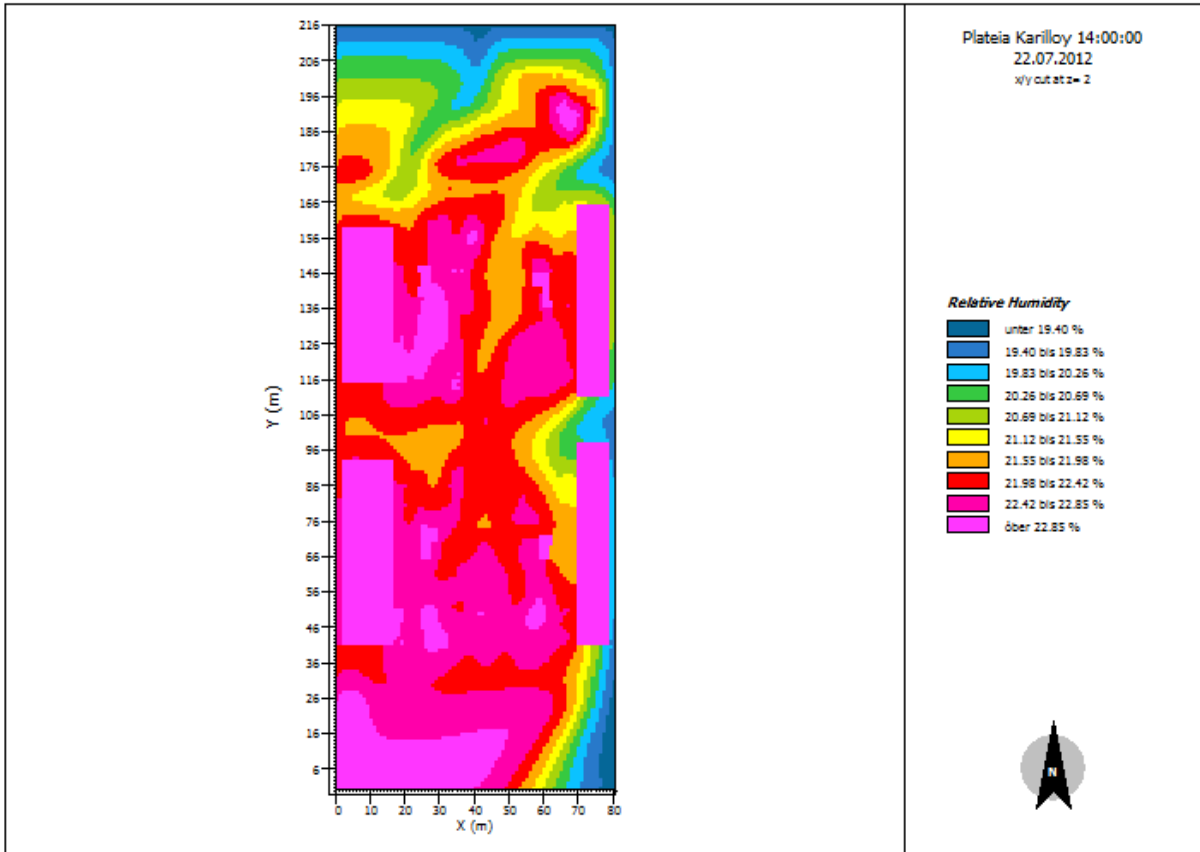
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 11:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



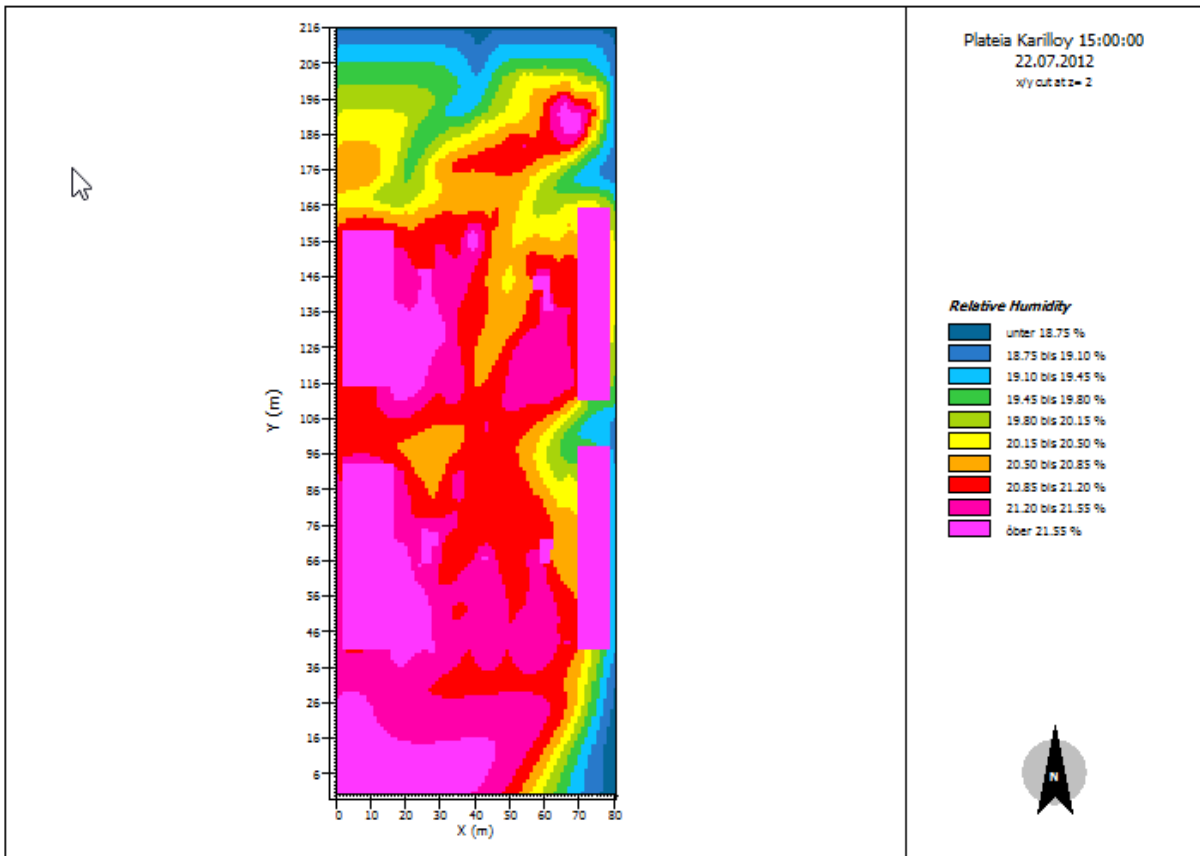
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 12:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



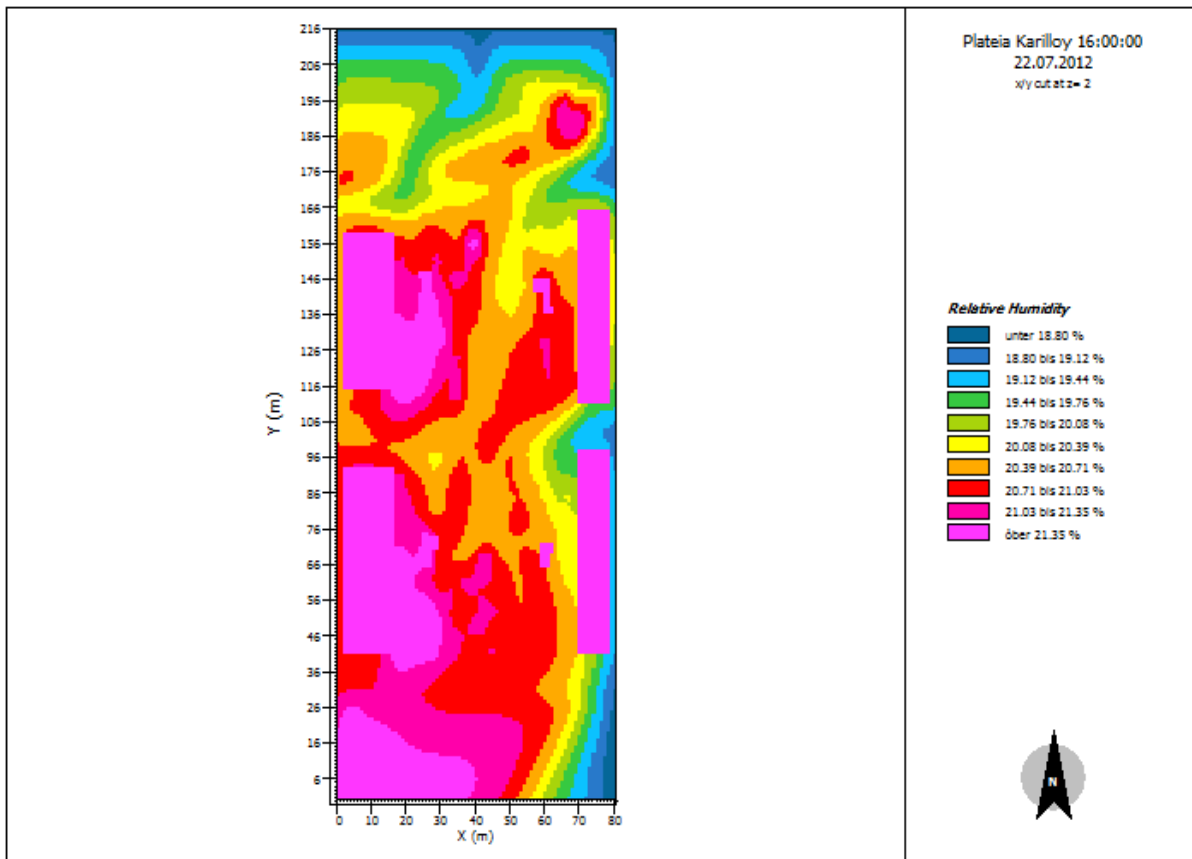
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 13:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



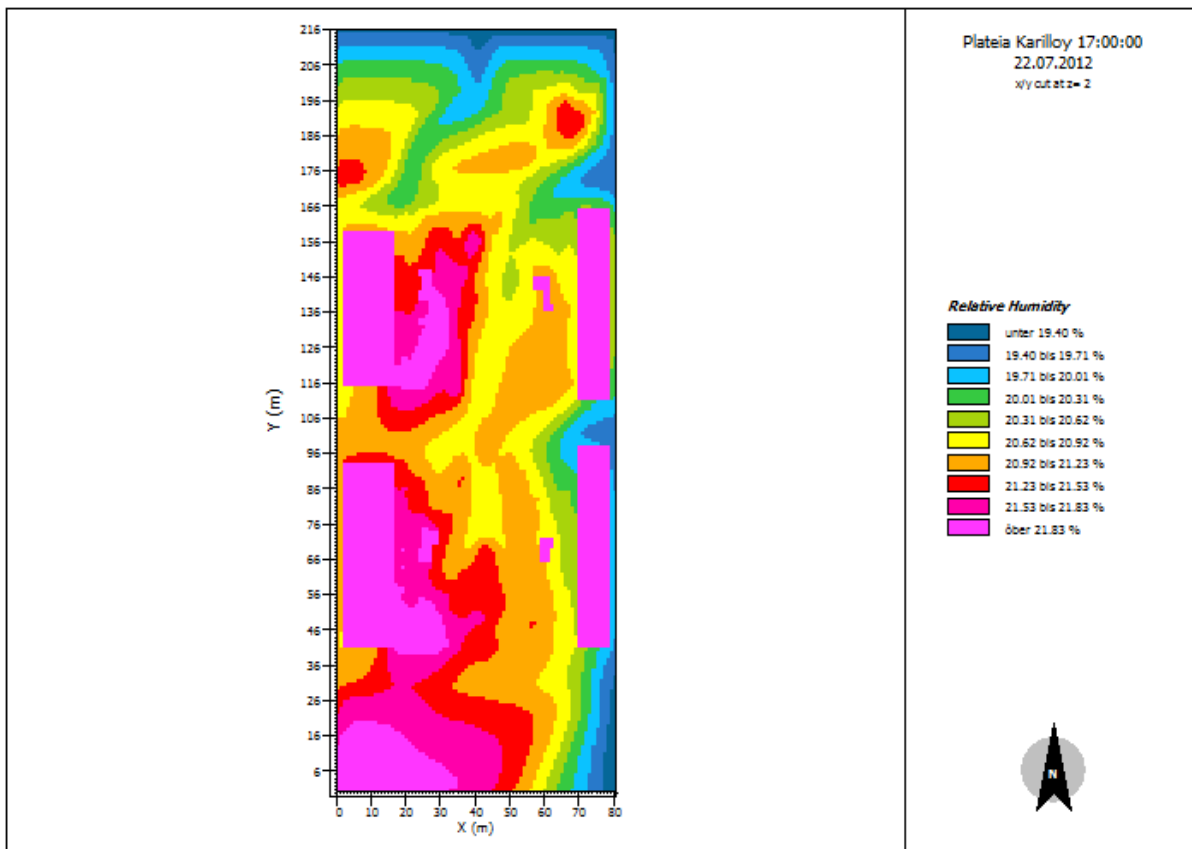
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 14:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



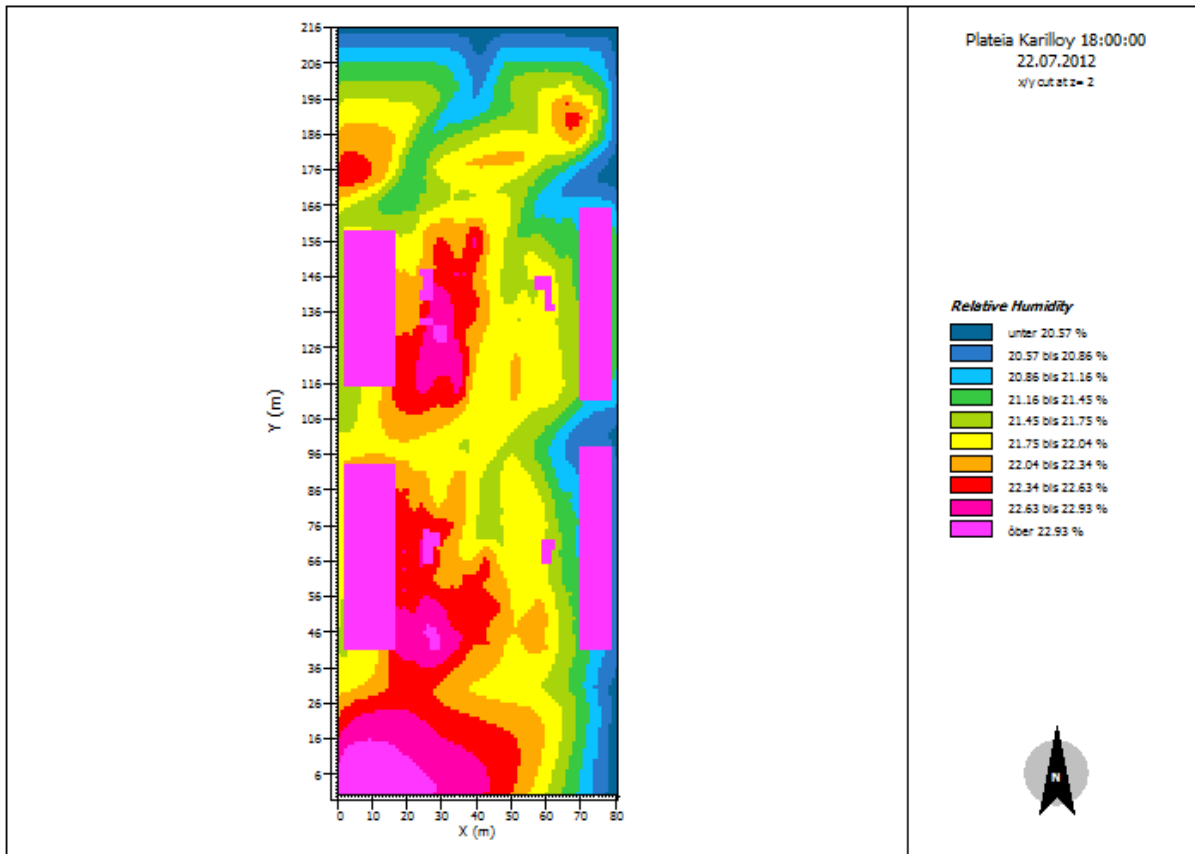
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 15:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



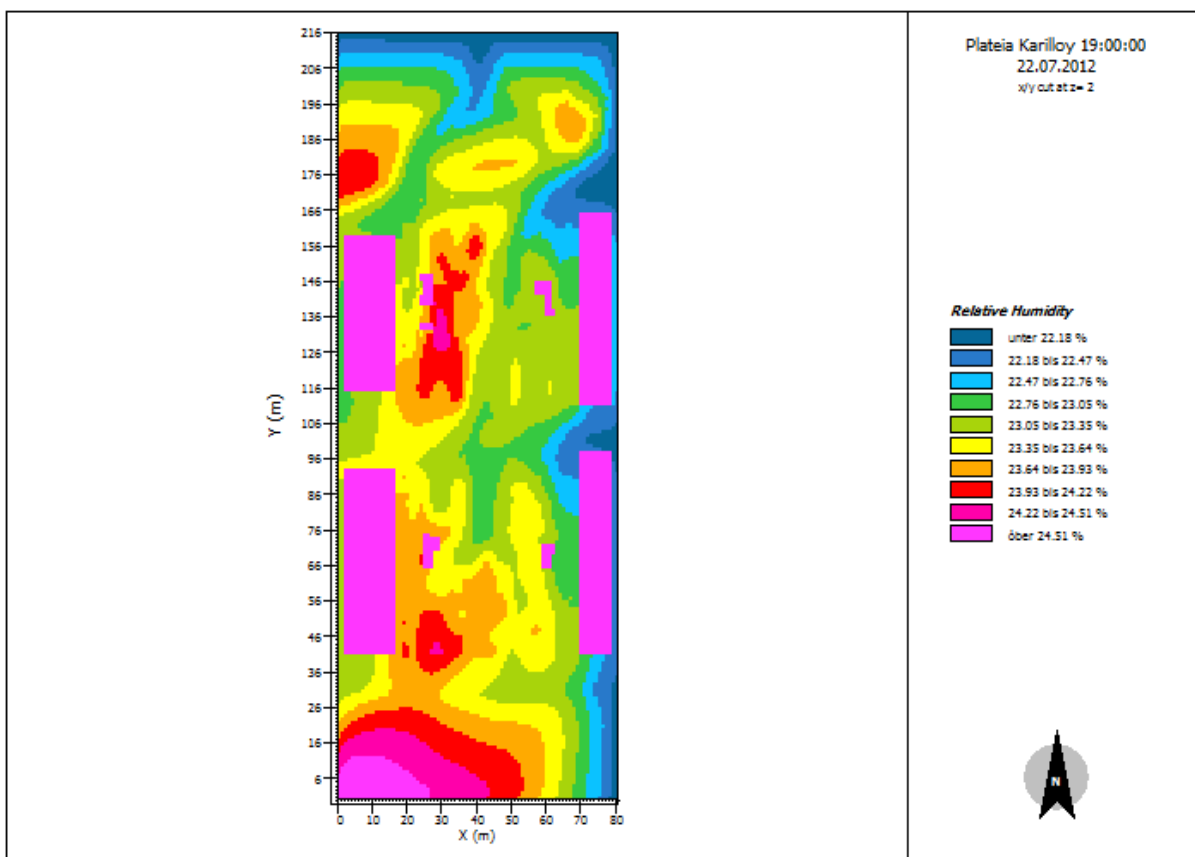
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 16:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



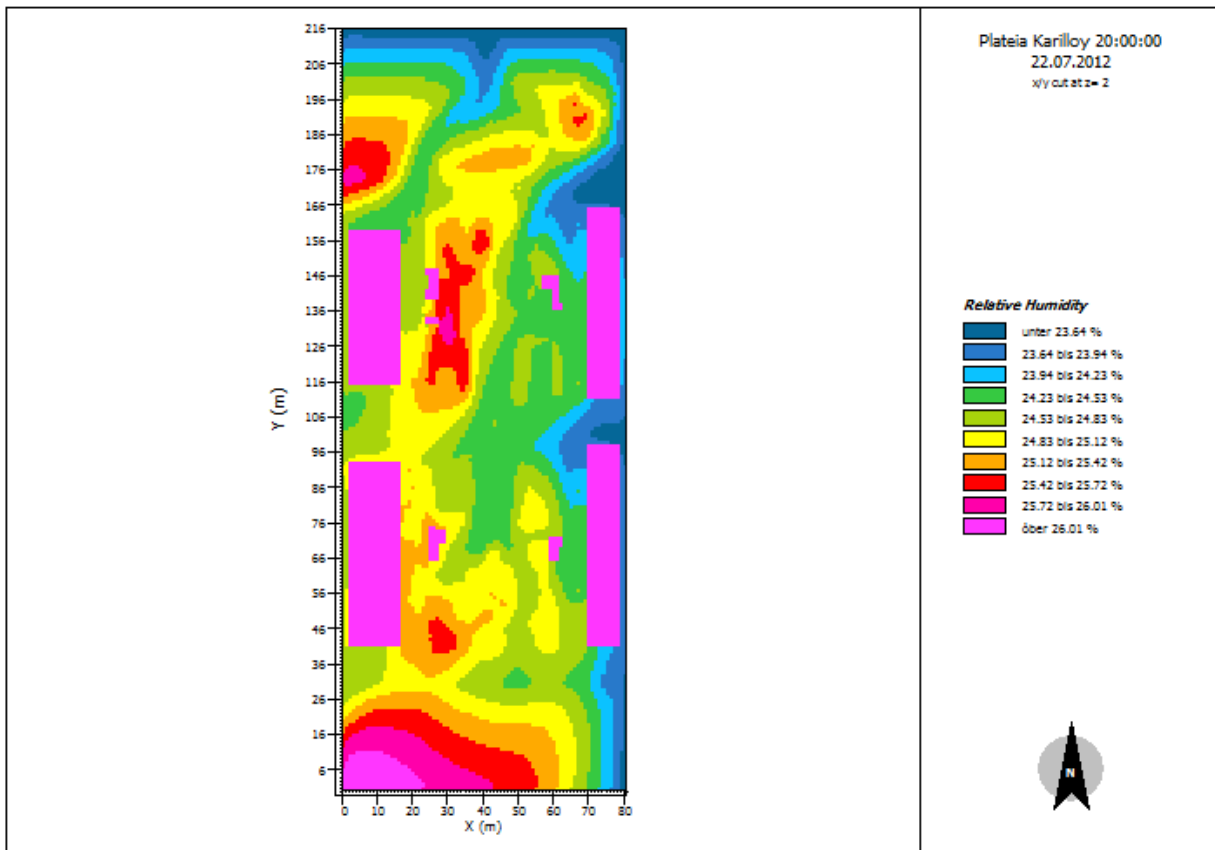
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 17:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



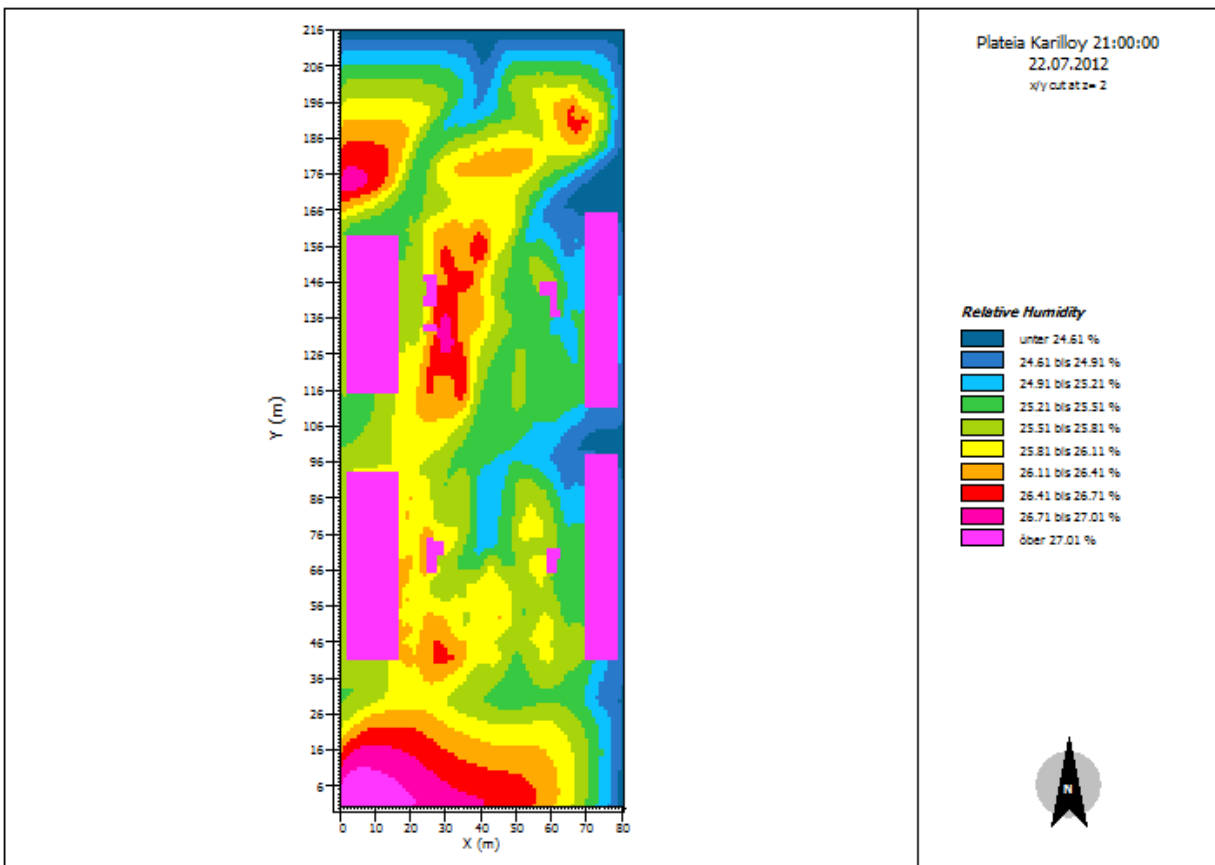
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 18:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



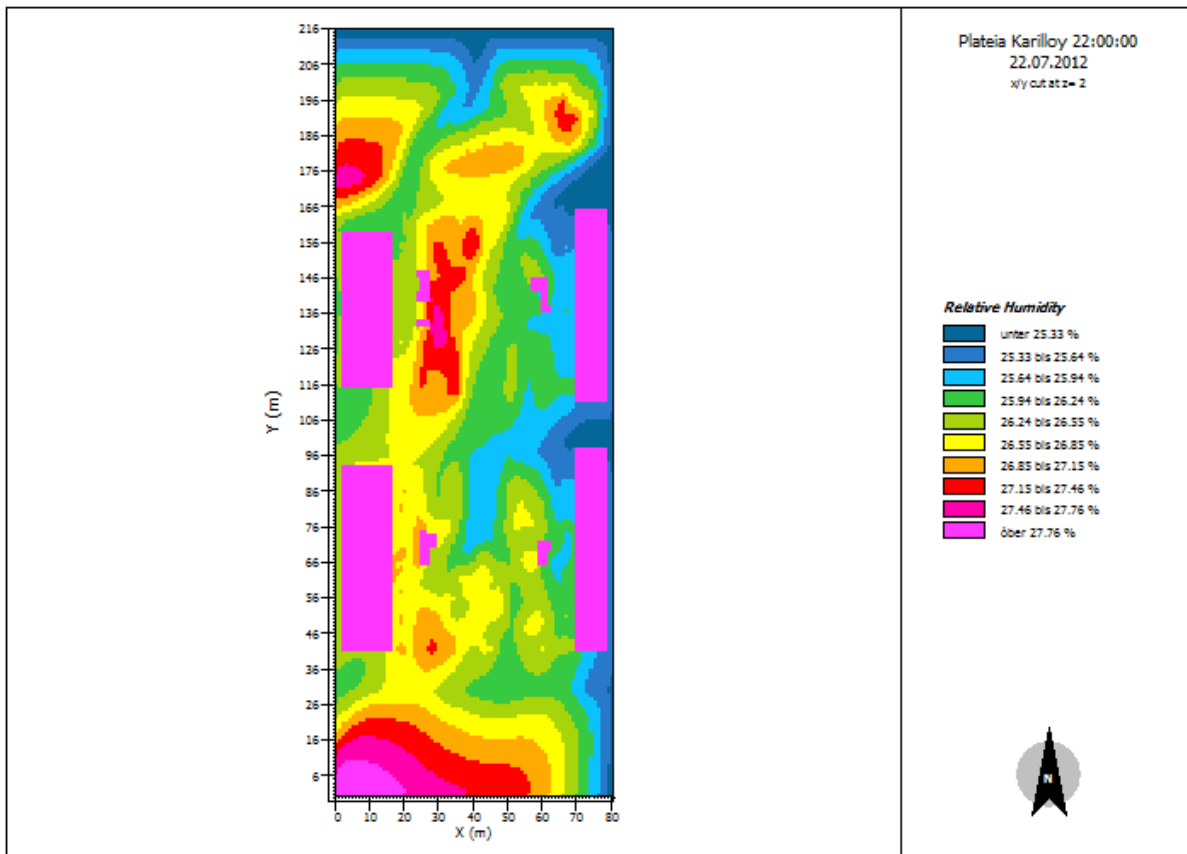
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 19:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



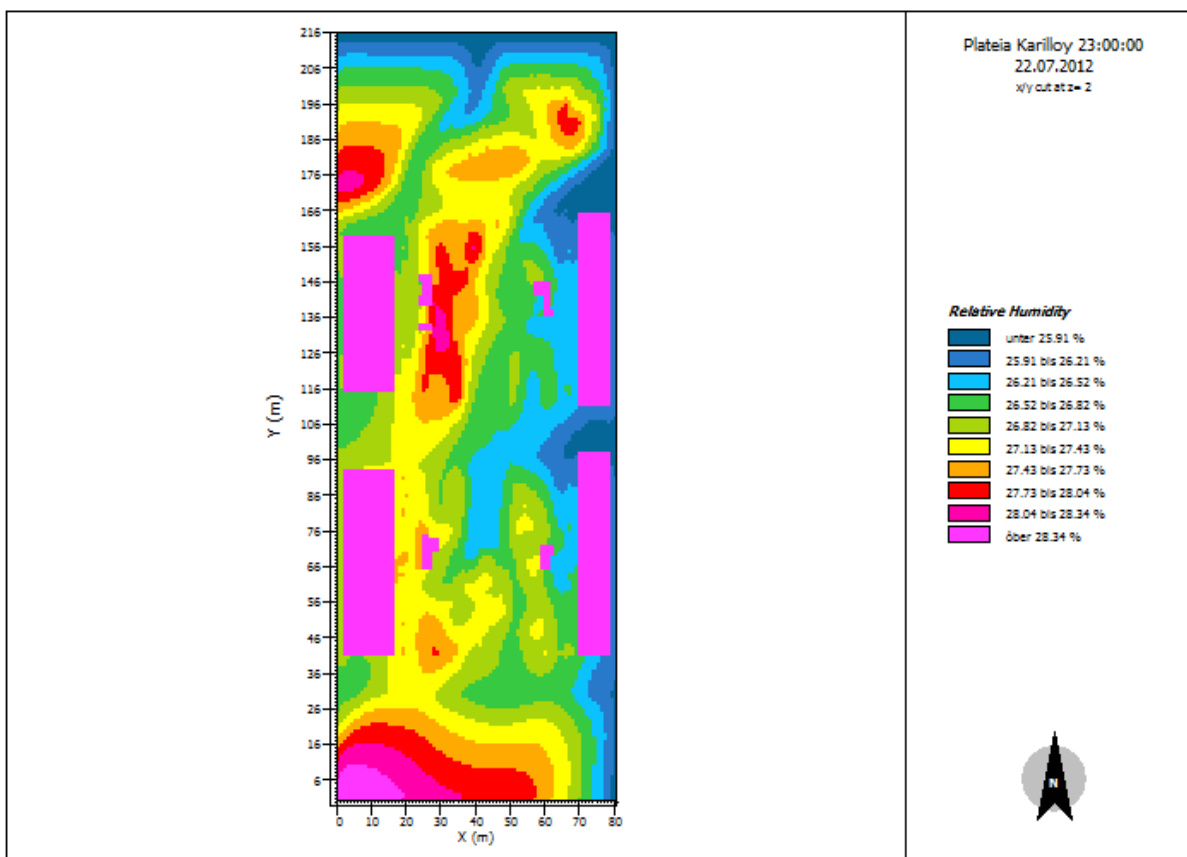
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 20:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



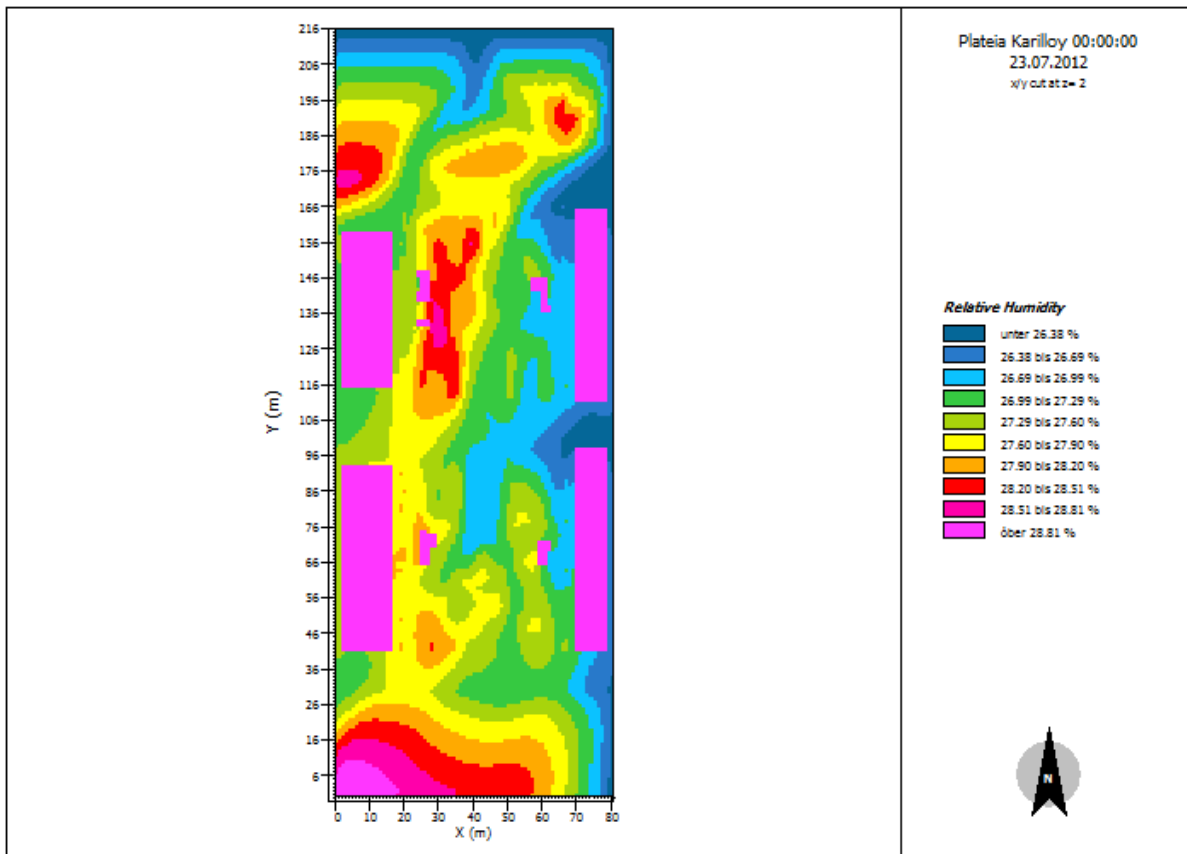
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 21:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



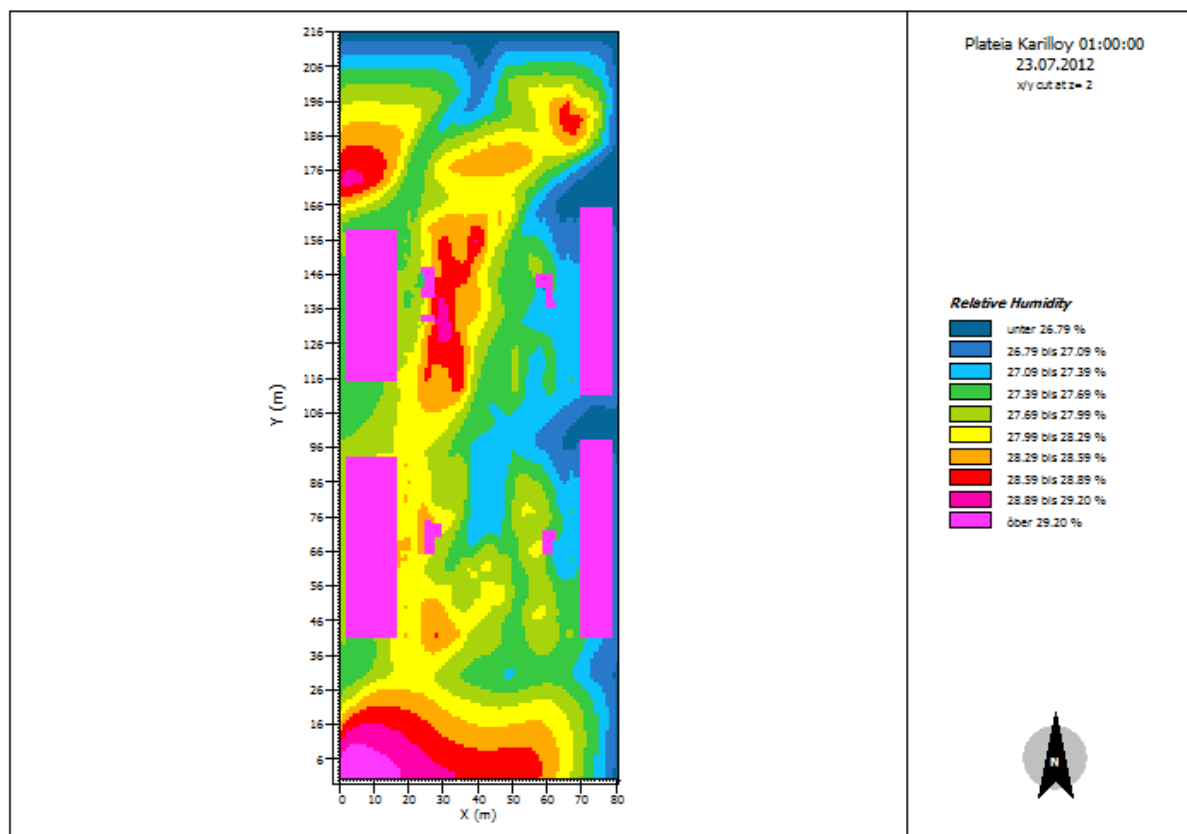
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 22:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



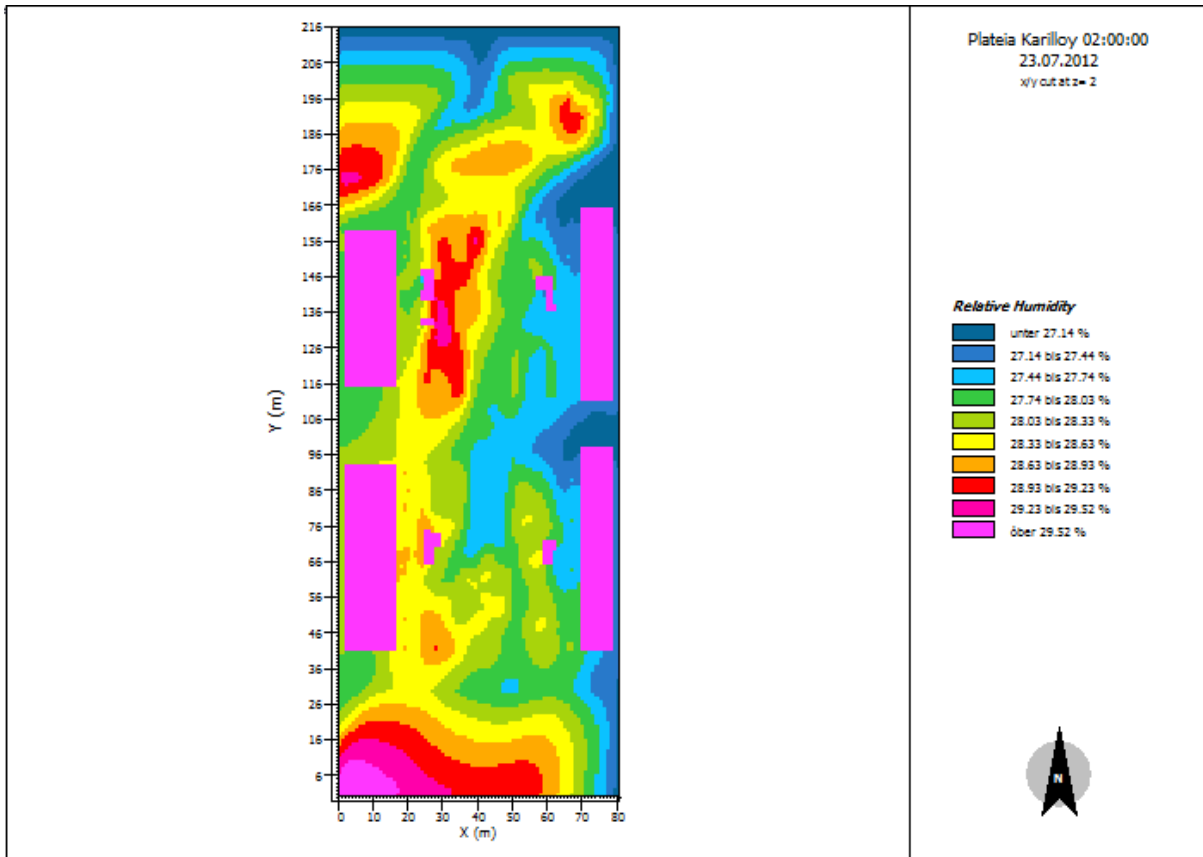
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 23:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



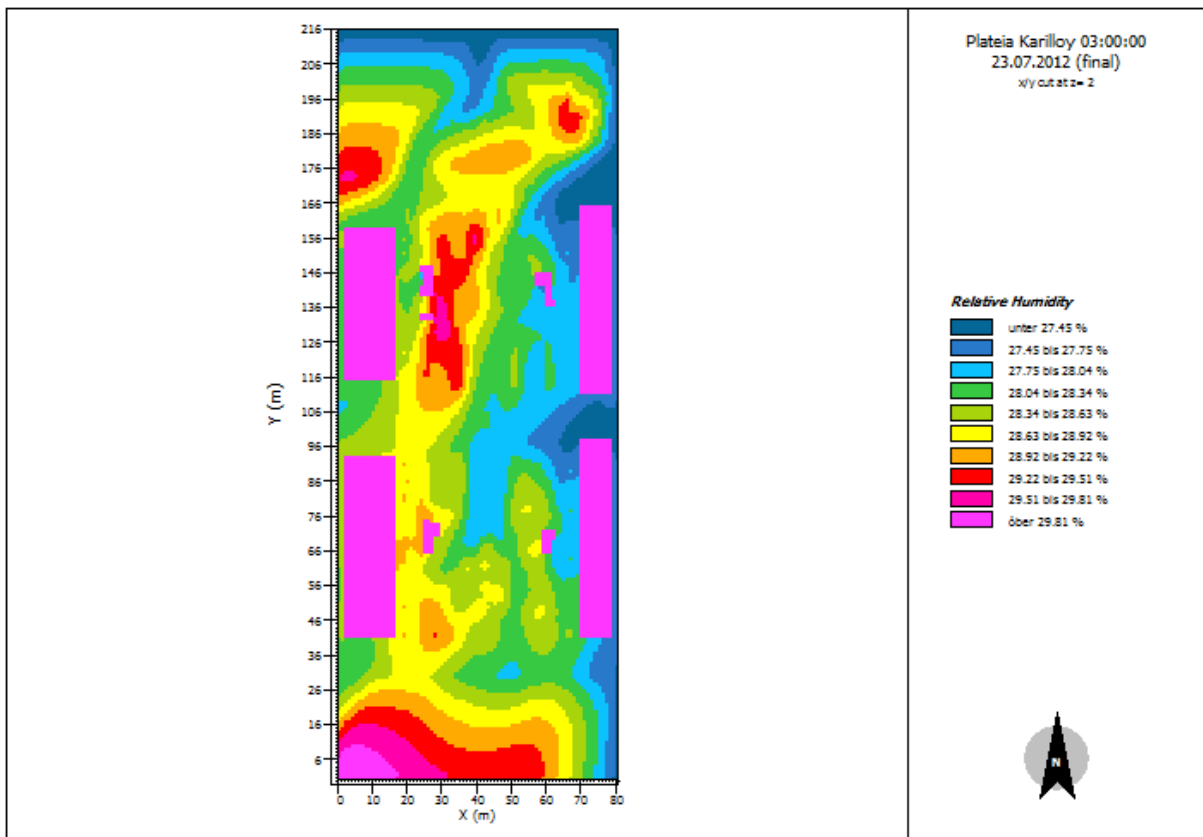
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 00:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 01:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].

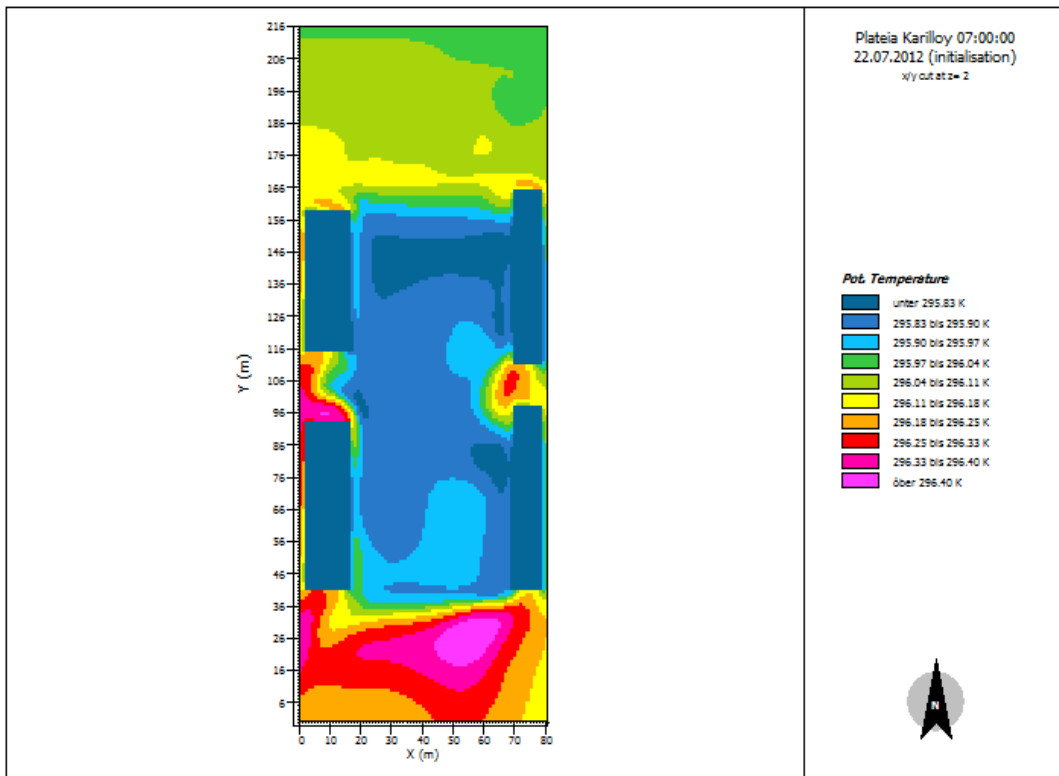


Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 02:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].

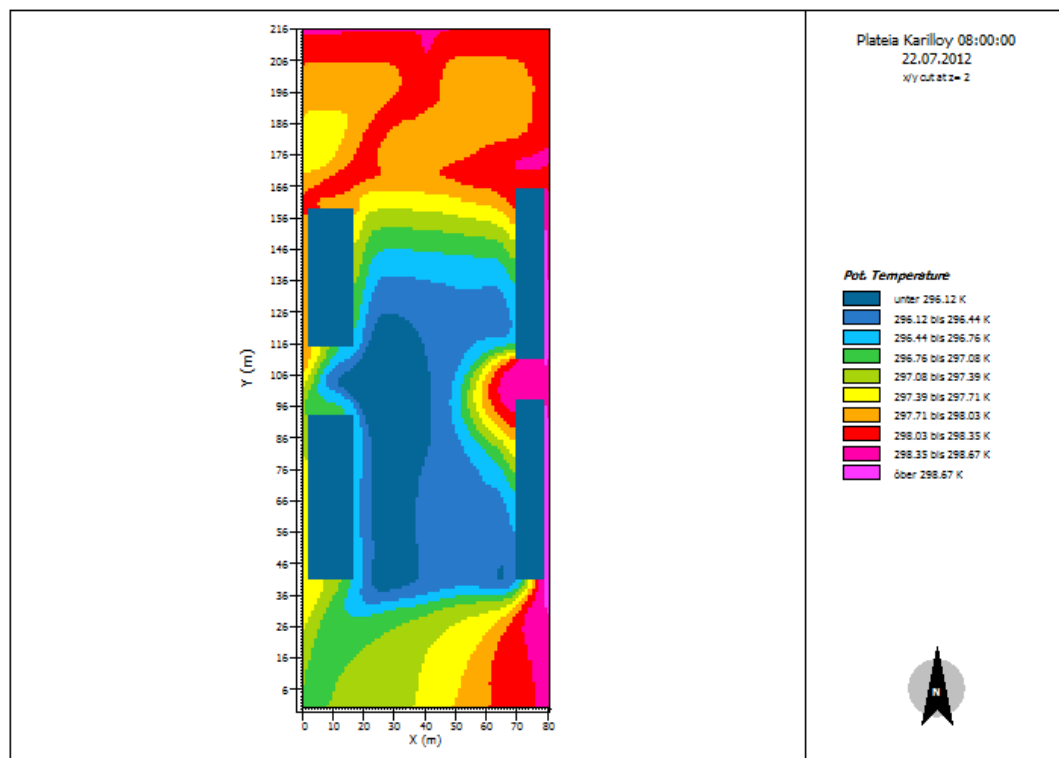


Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 03:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].

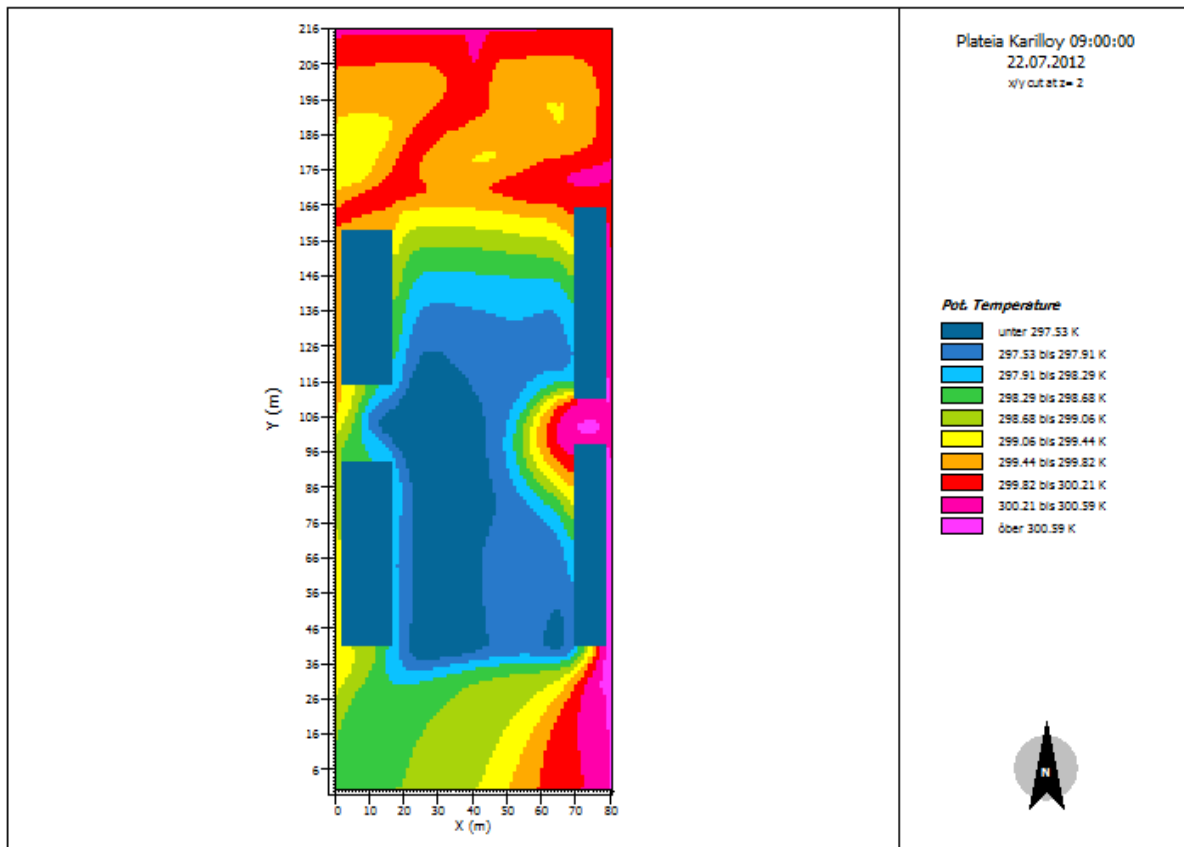
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ-Αποτελέσματα τρίτης προσομοίωσης



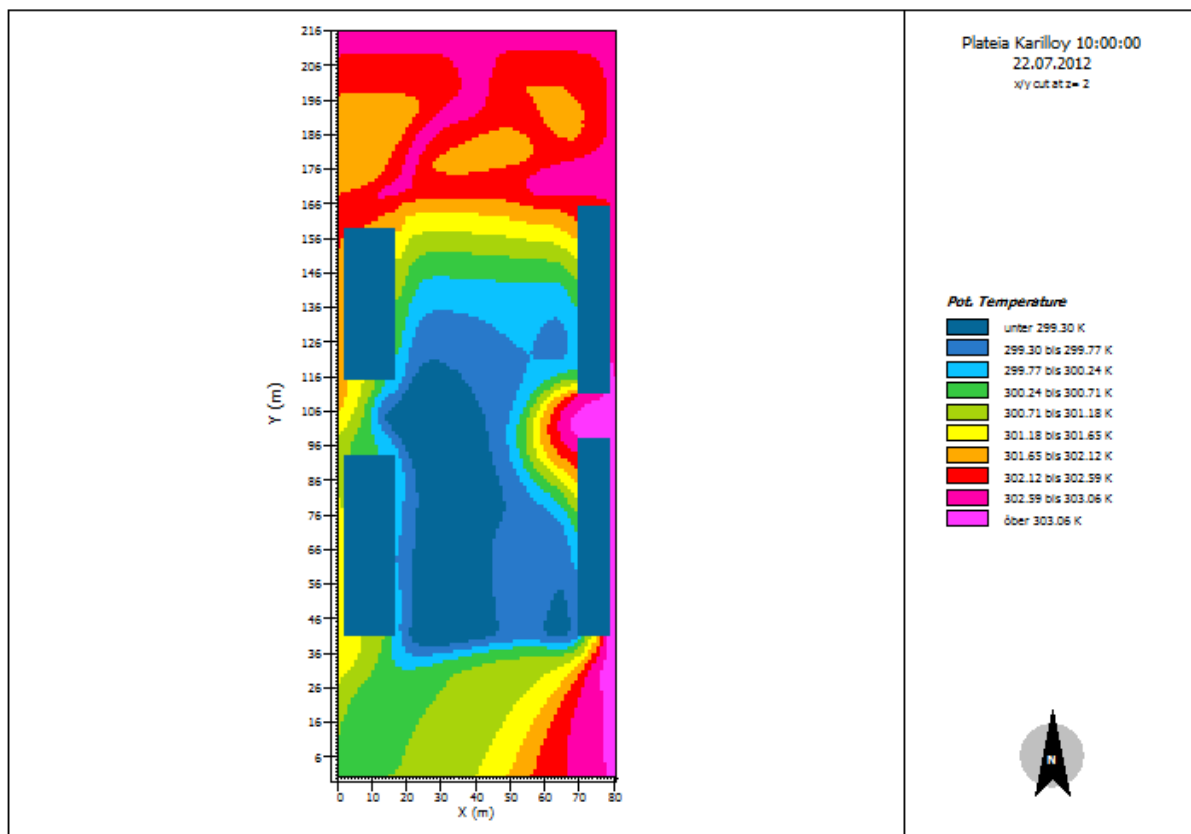
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 07:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012[Πηγή: Leonardo]



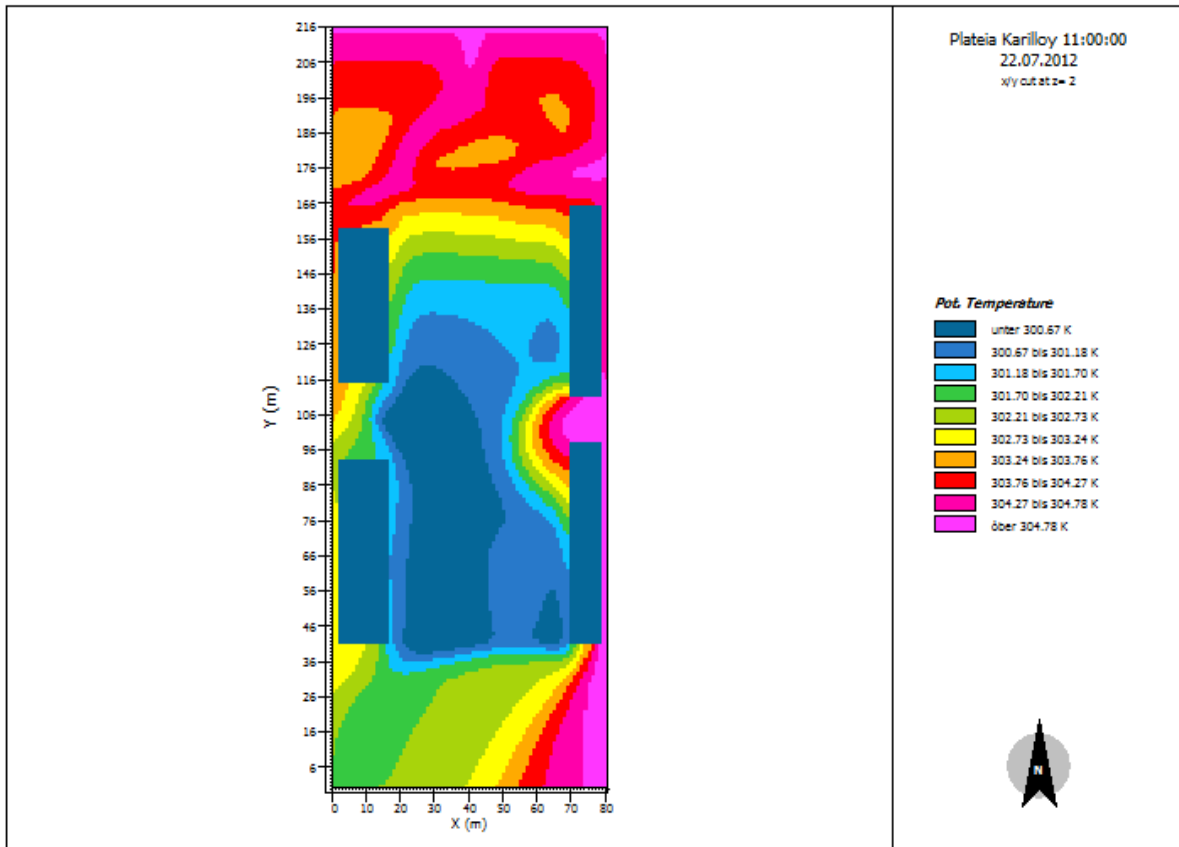
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 08:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012[Πηγή: Leonardo]



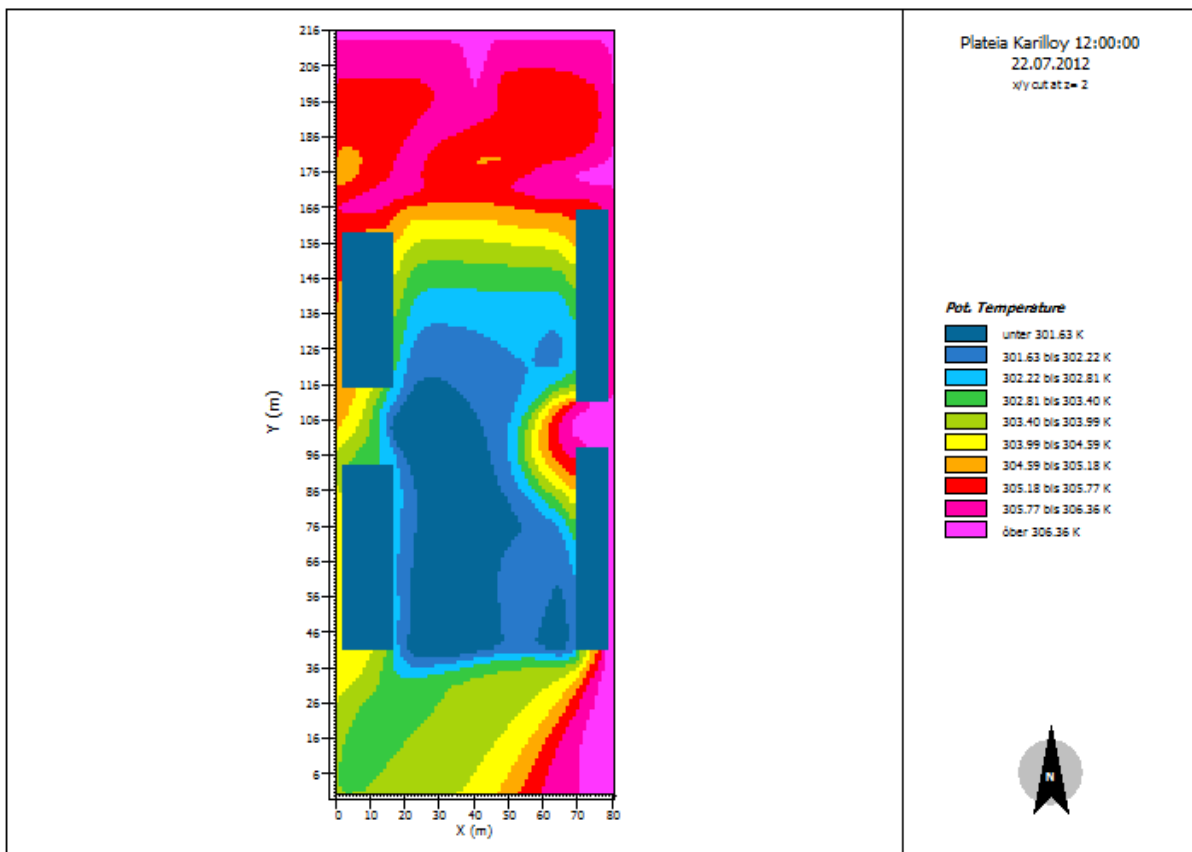
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 09:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



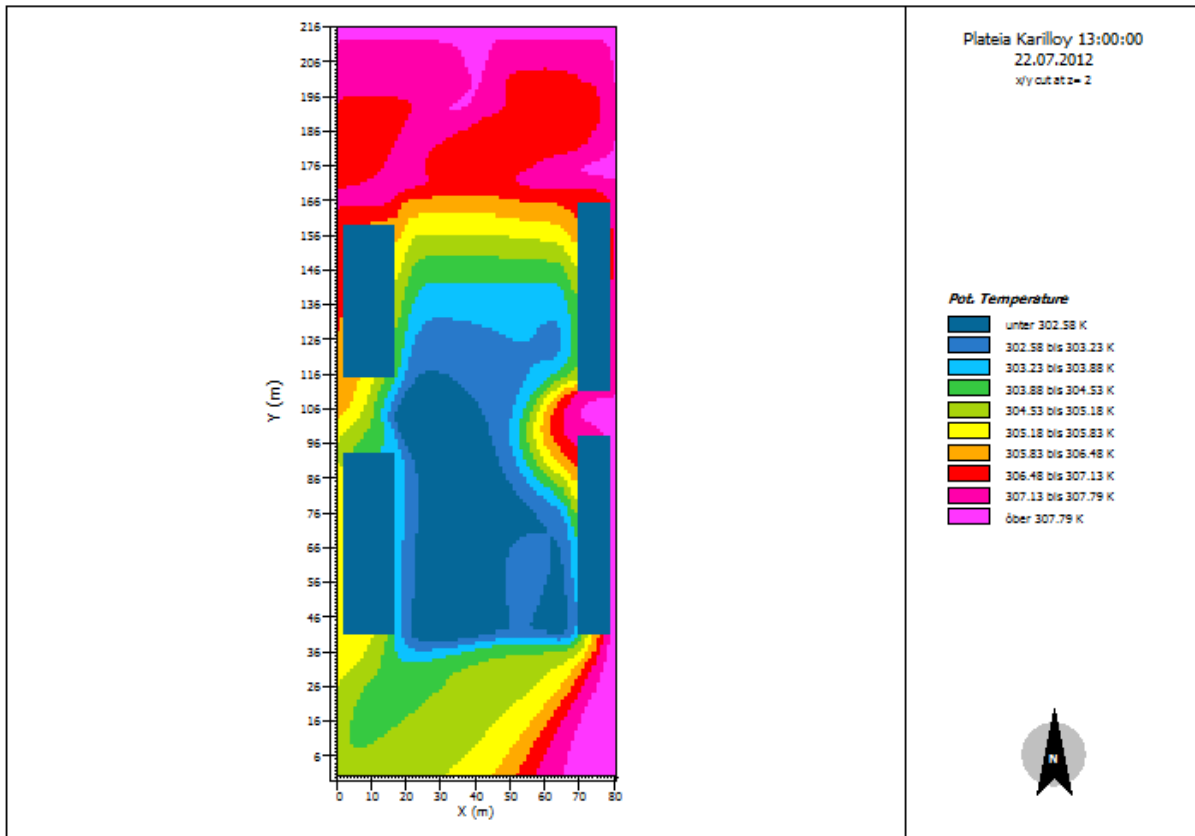
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 10:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



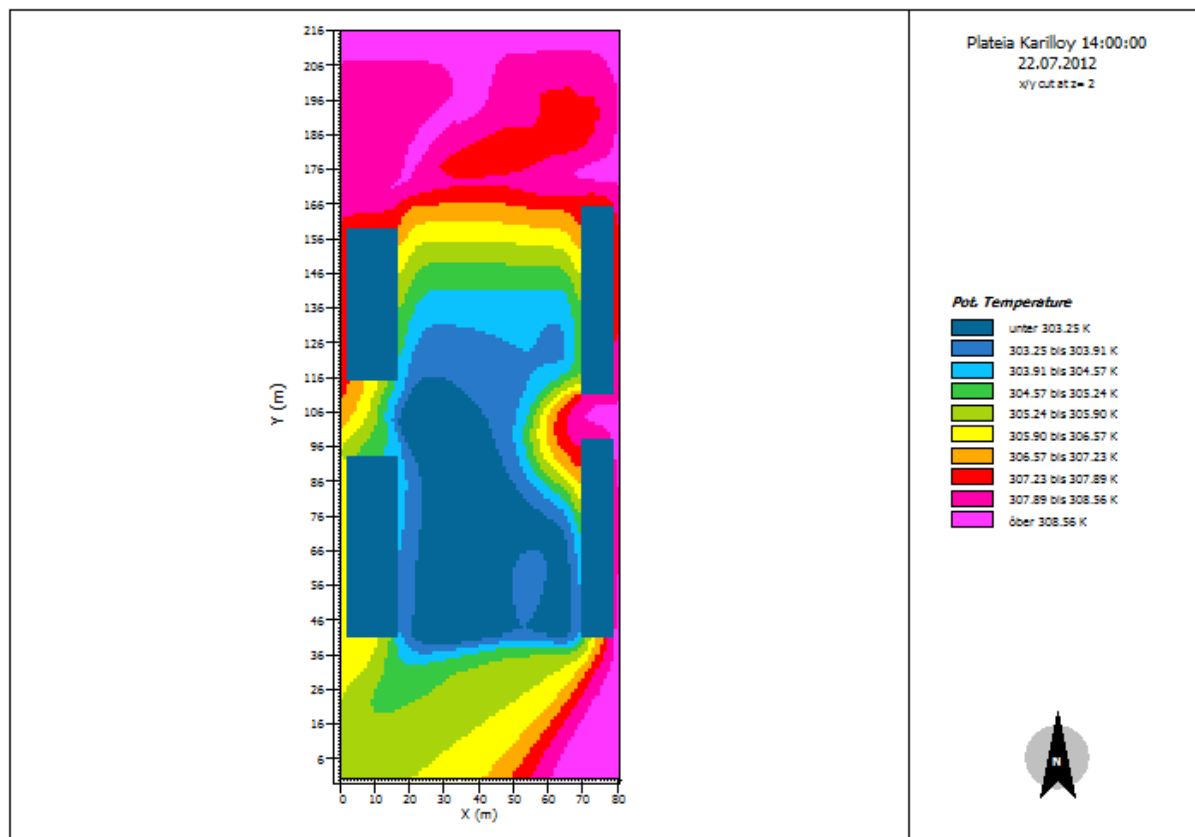
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 11:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



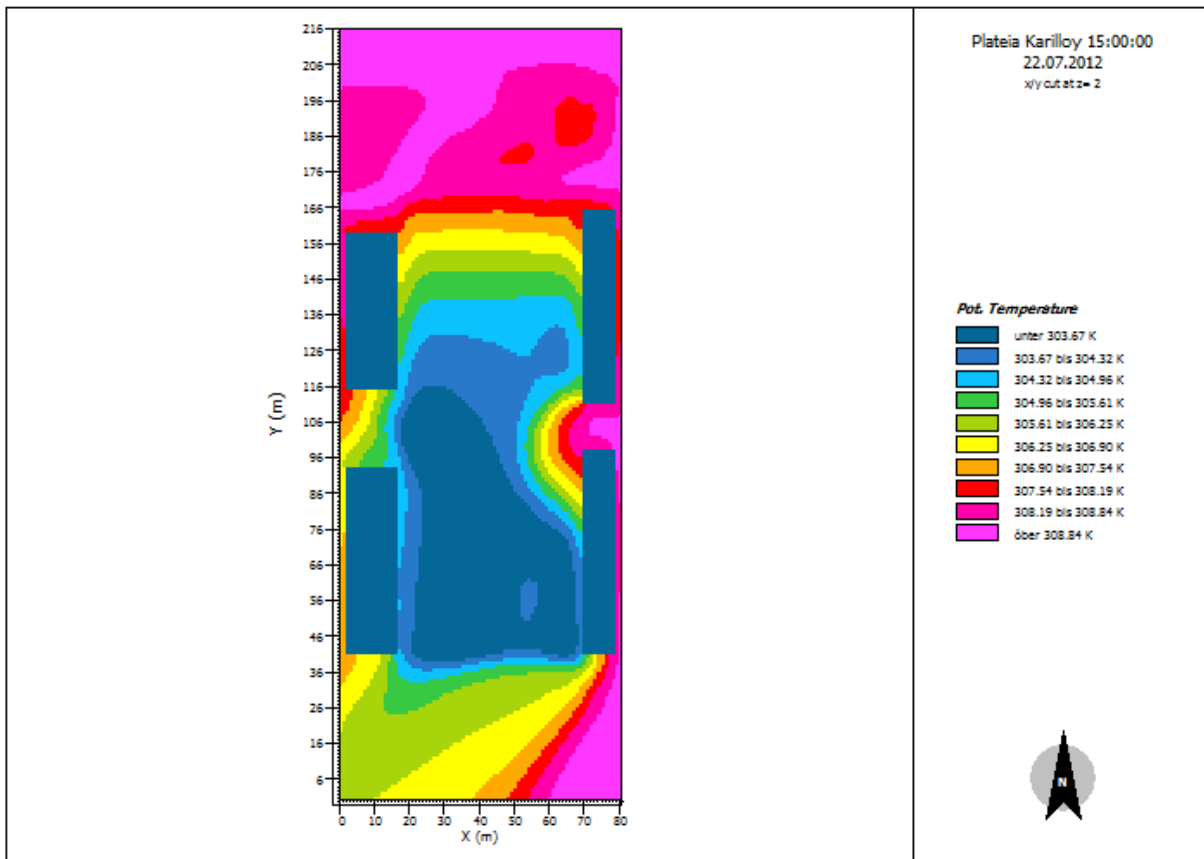
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 12:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



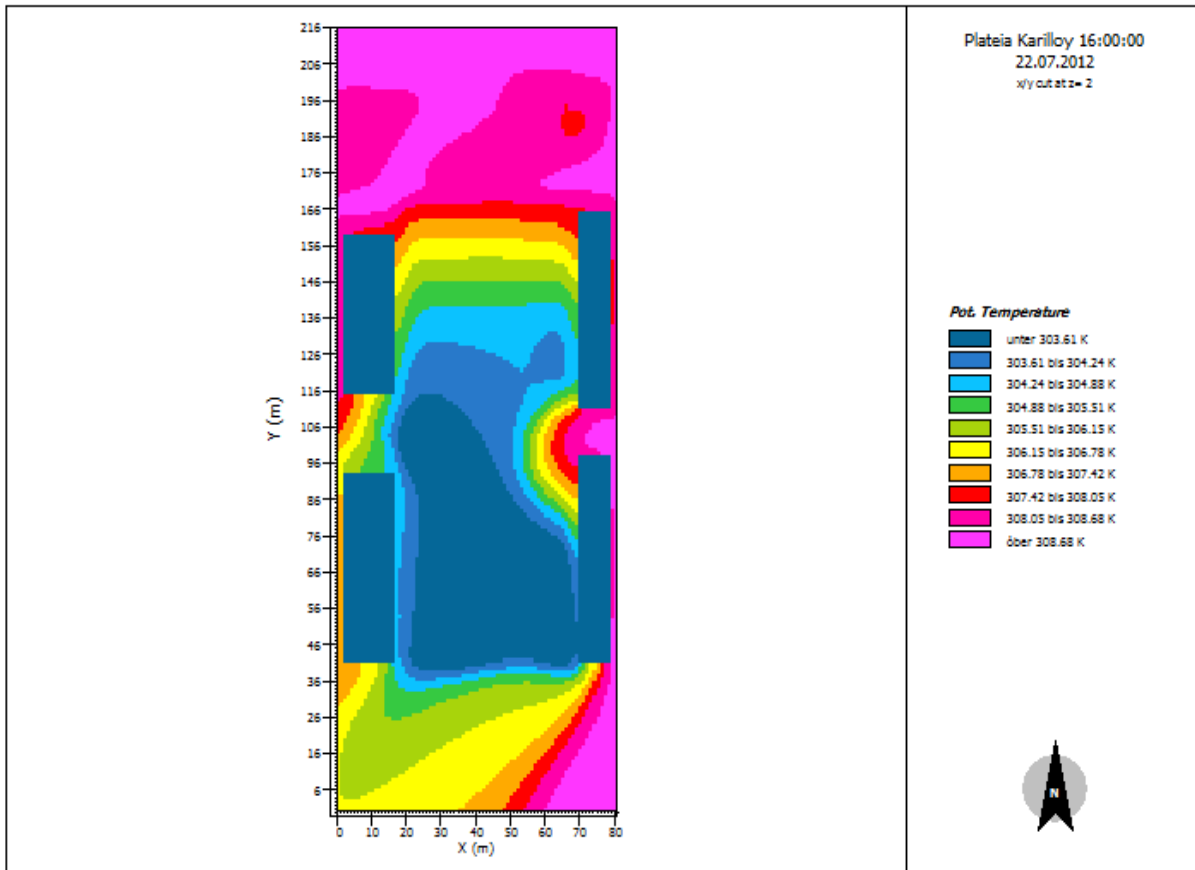
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 13:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



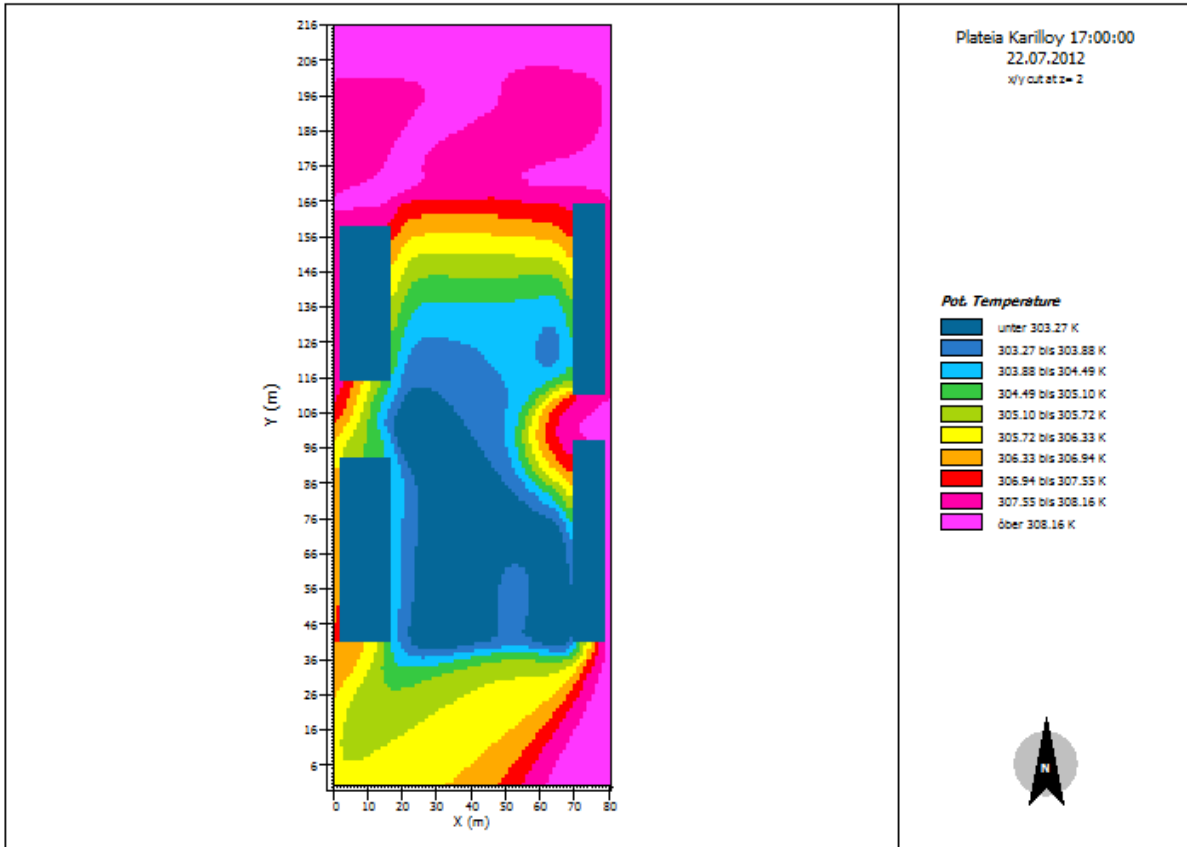
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 14:00, στην υφιστάμενη κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



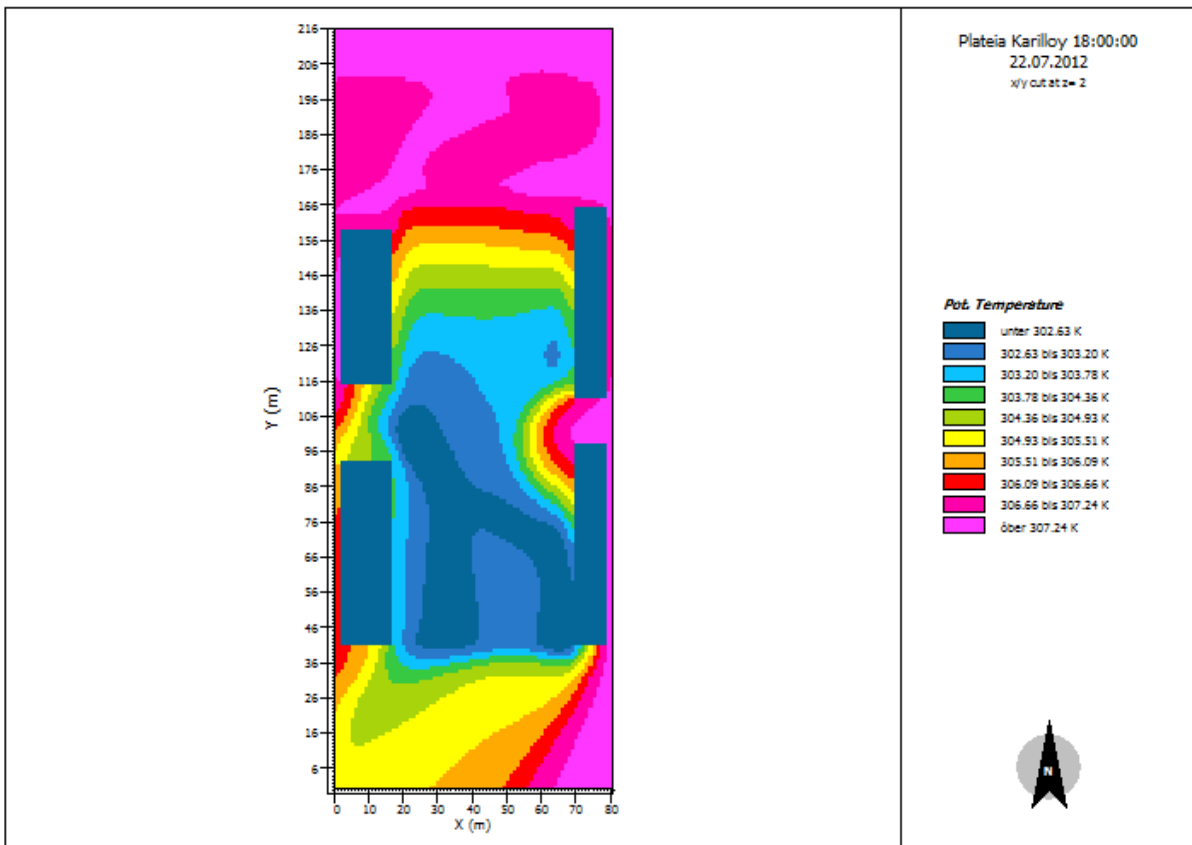
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 15:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



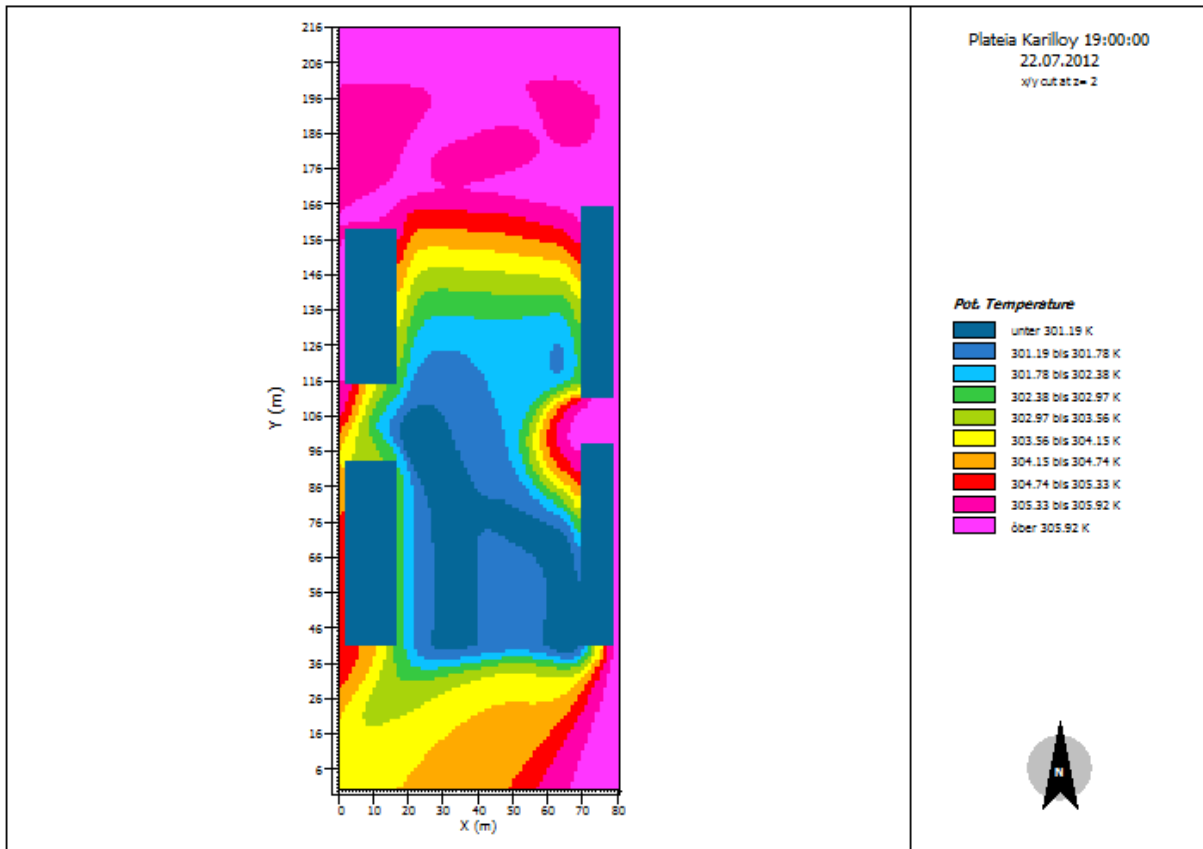
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 16:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



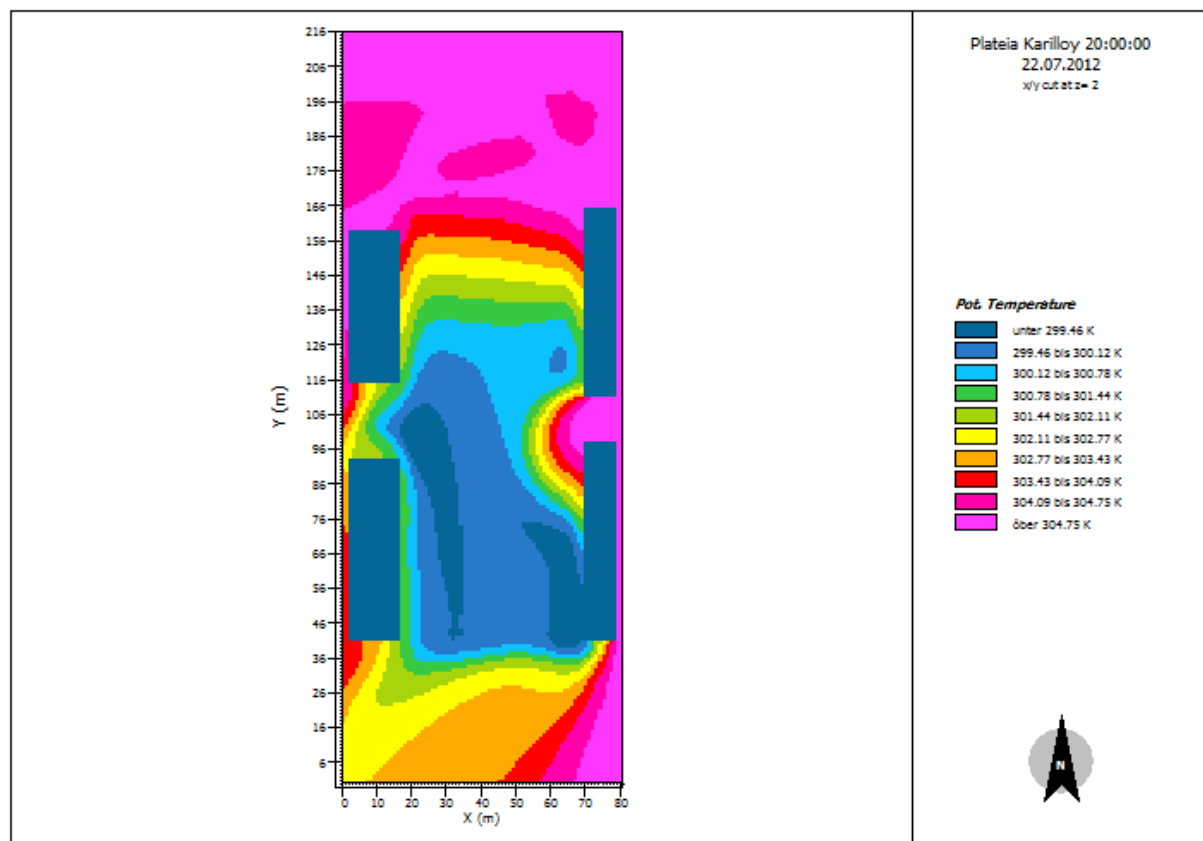
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 17:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



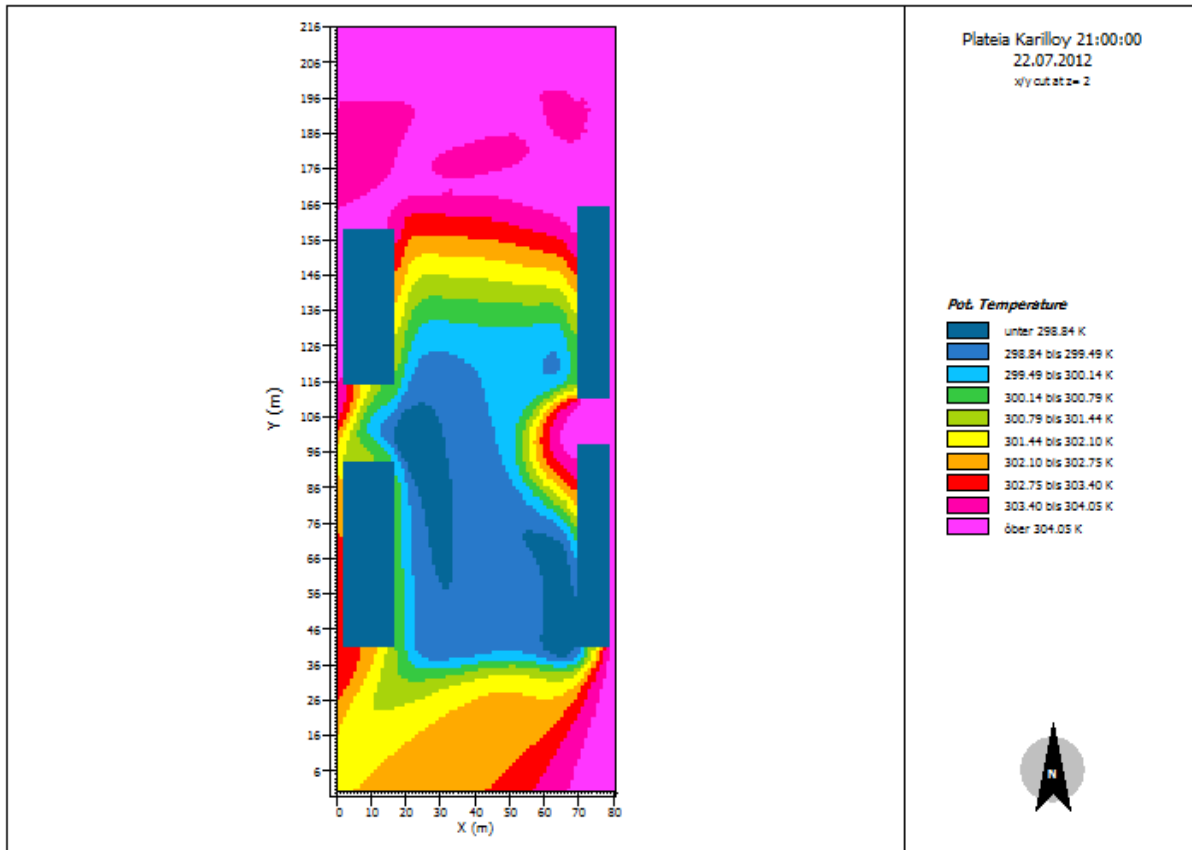
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 18:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



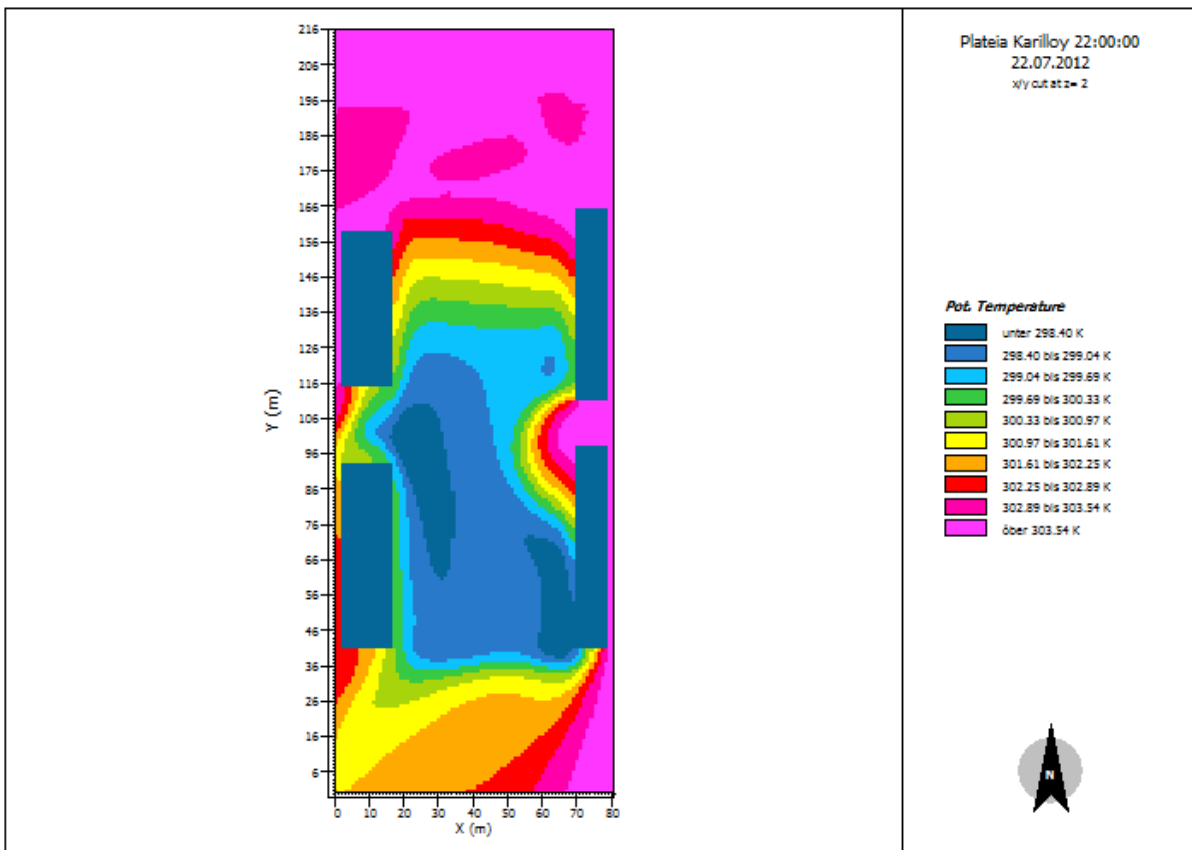
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 19:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



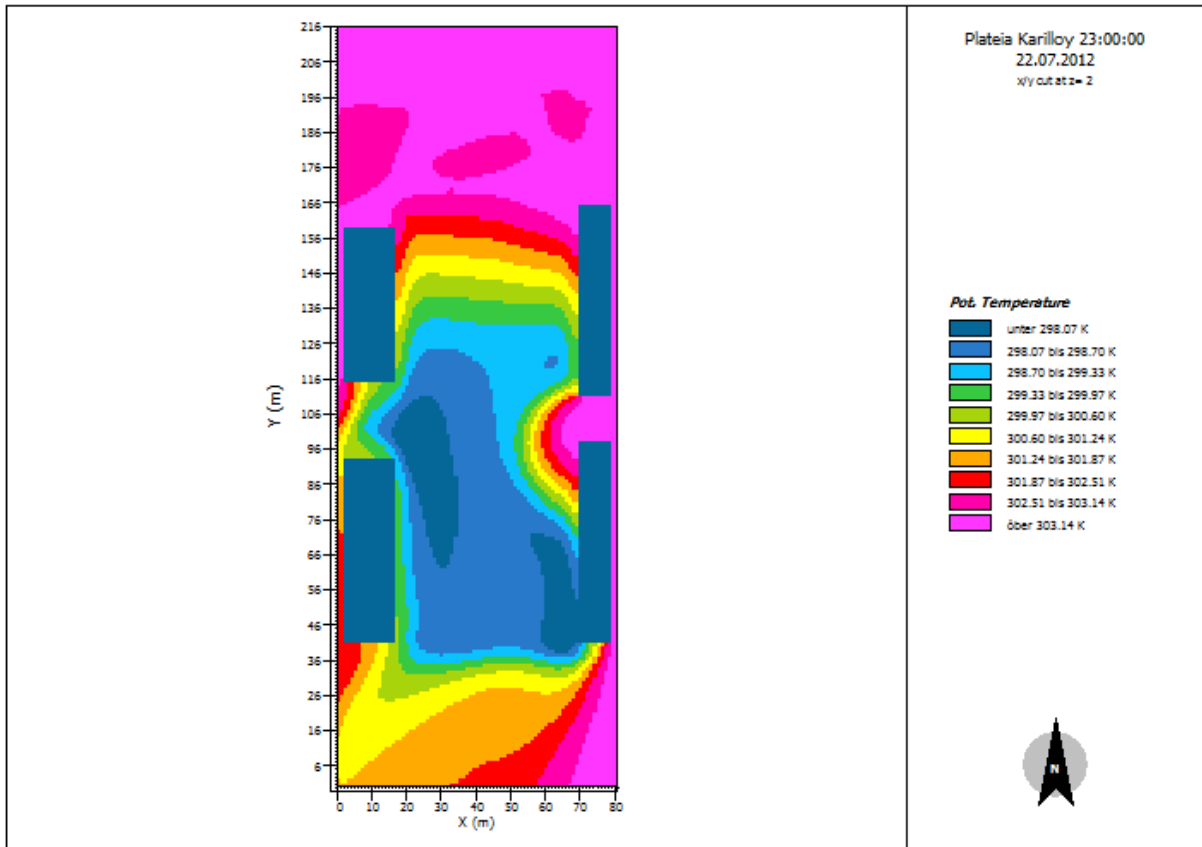
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 20:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



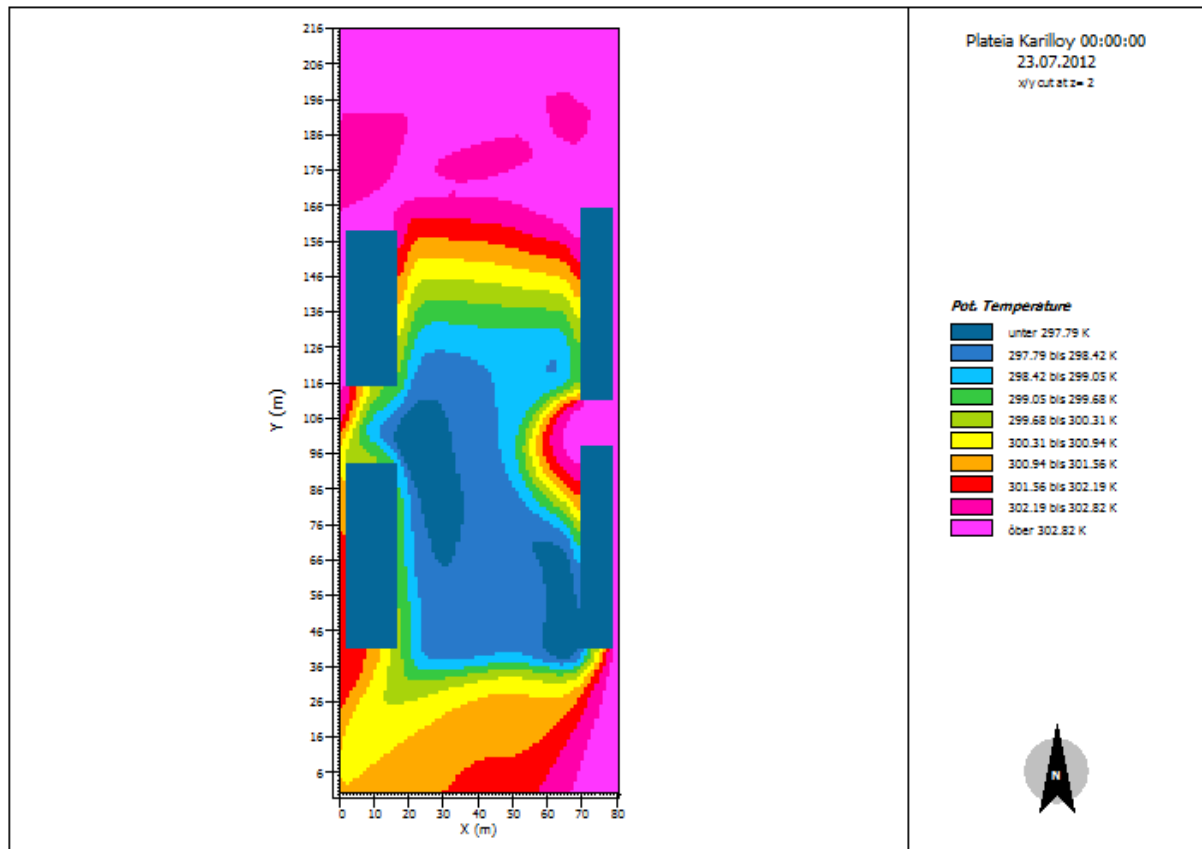
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 21:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



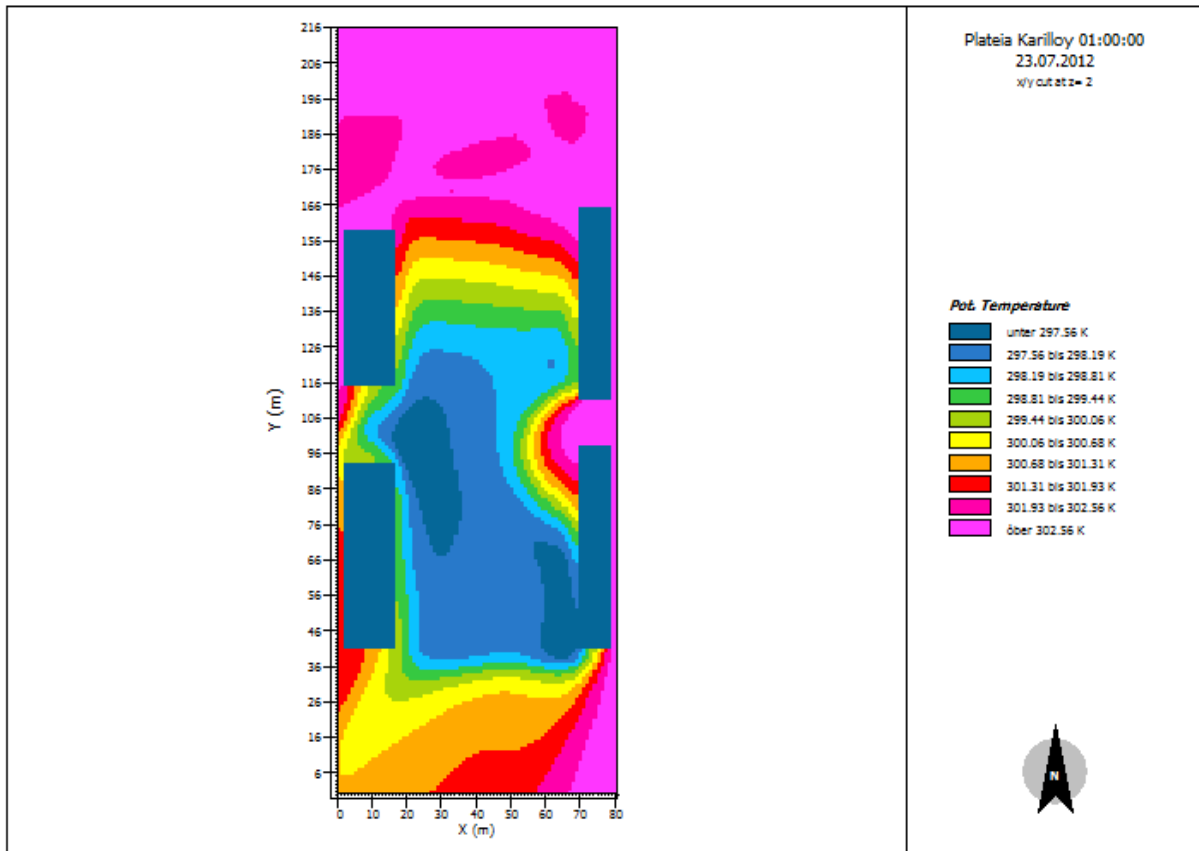
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 22:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



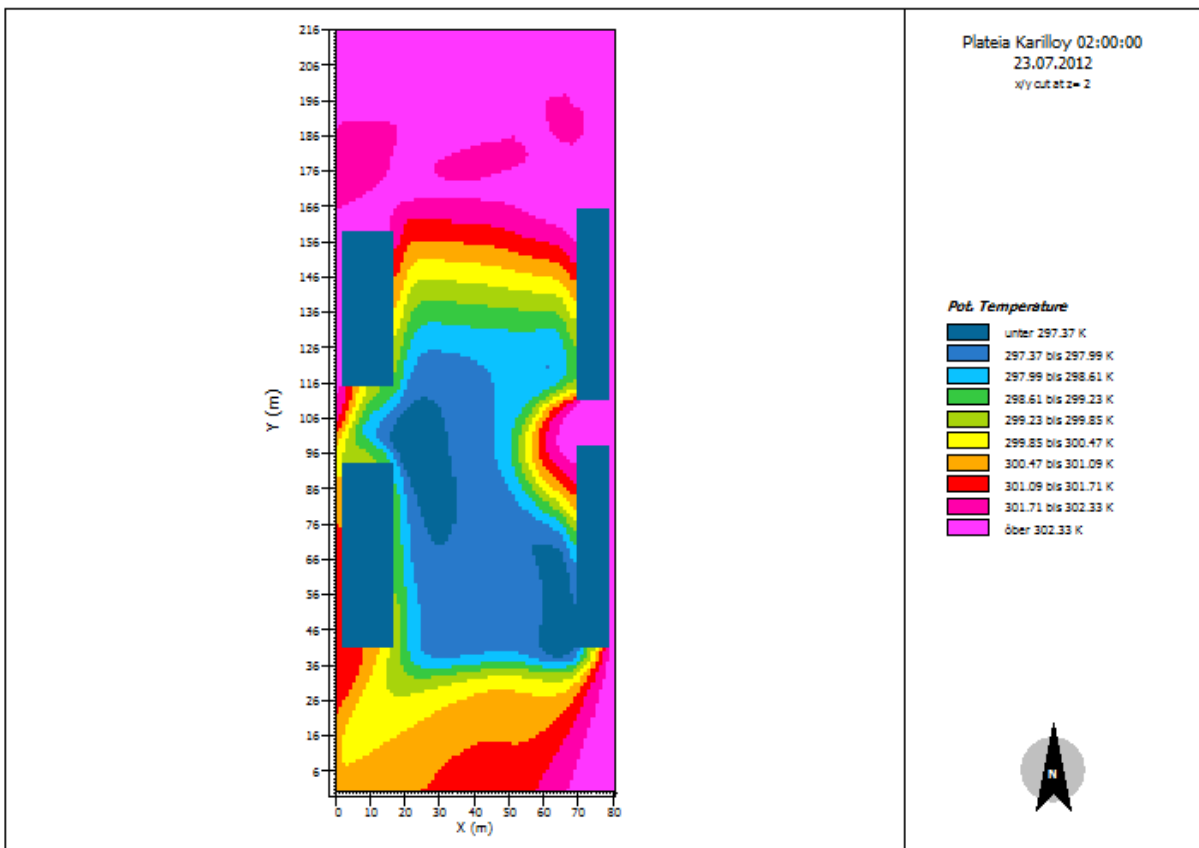
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 23:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



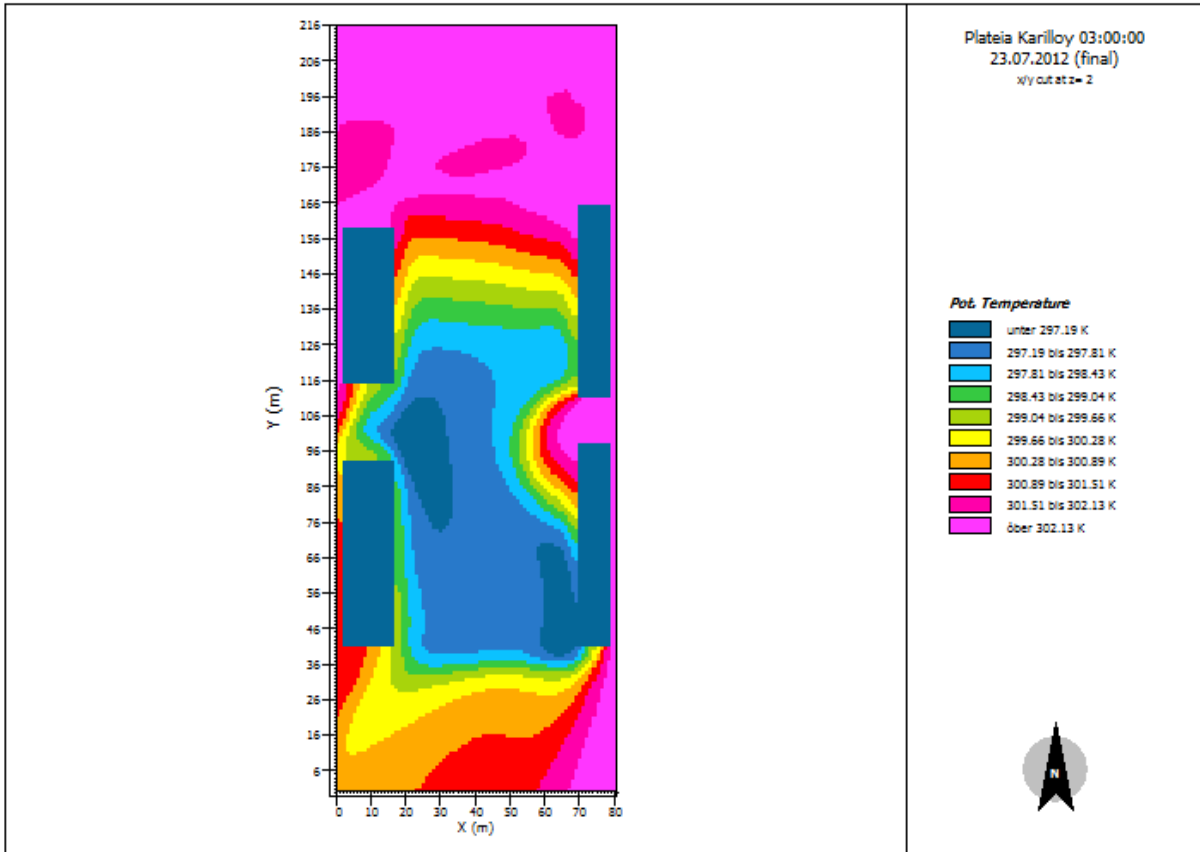
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 00:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



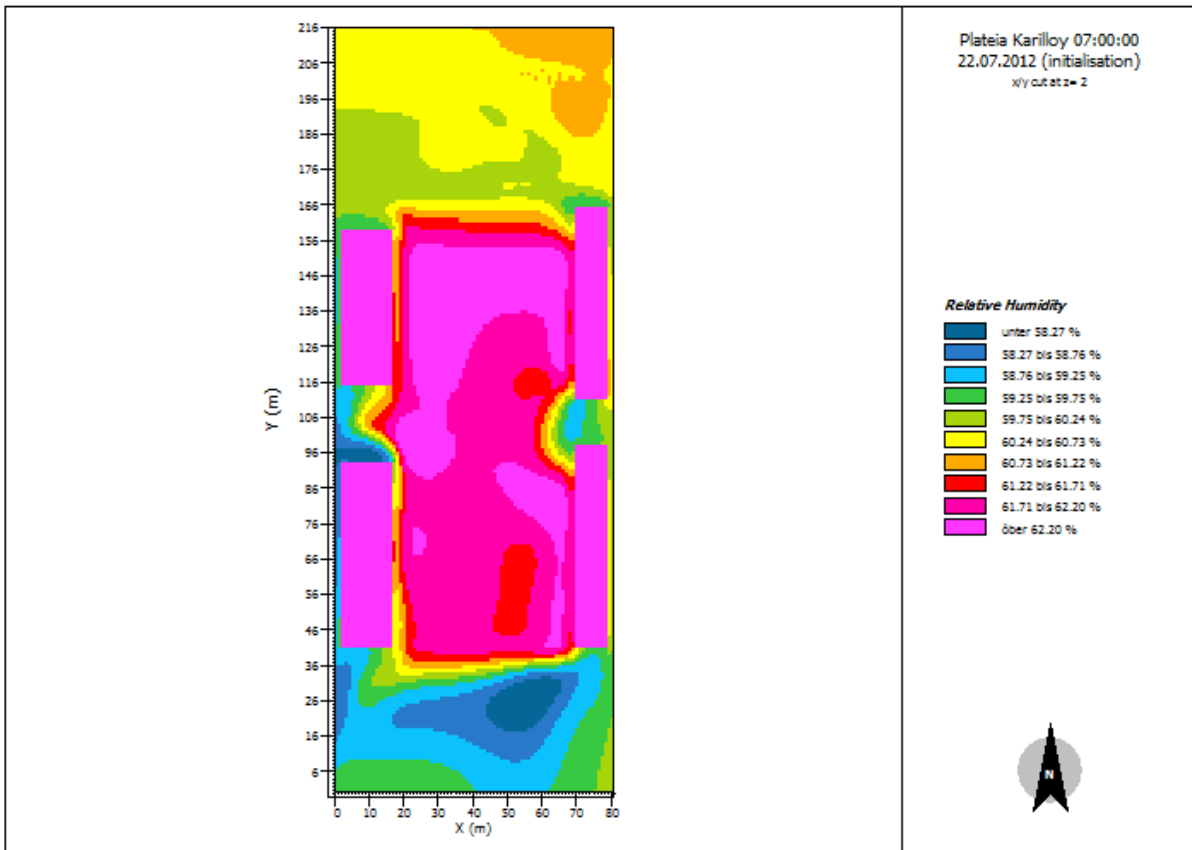
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 01:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



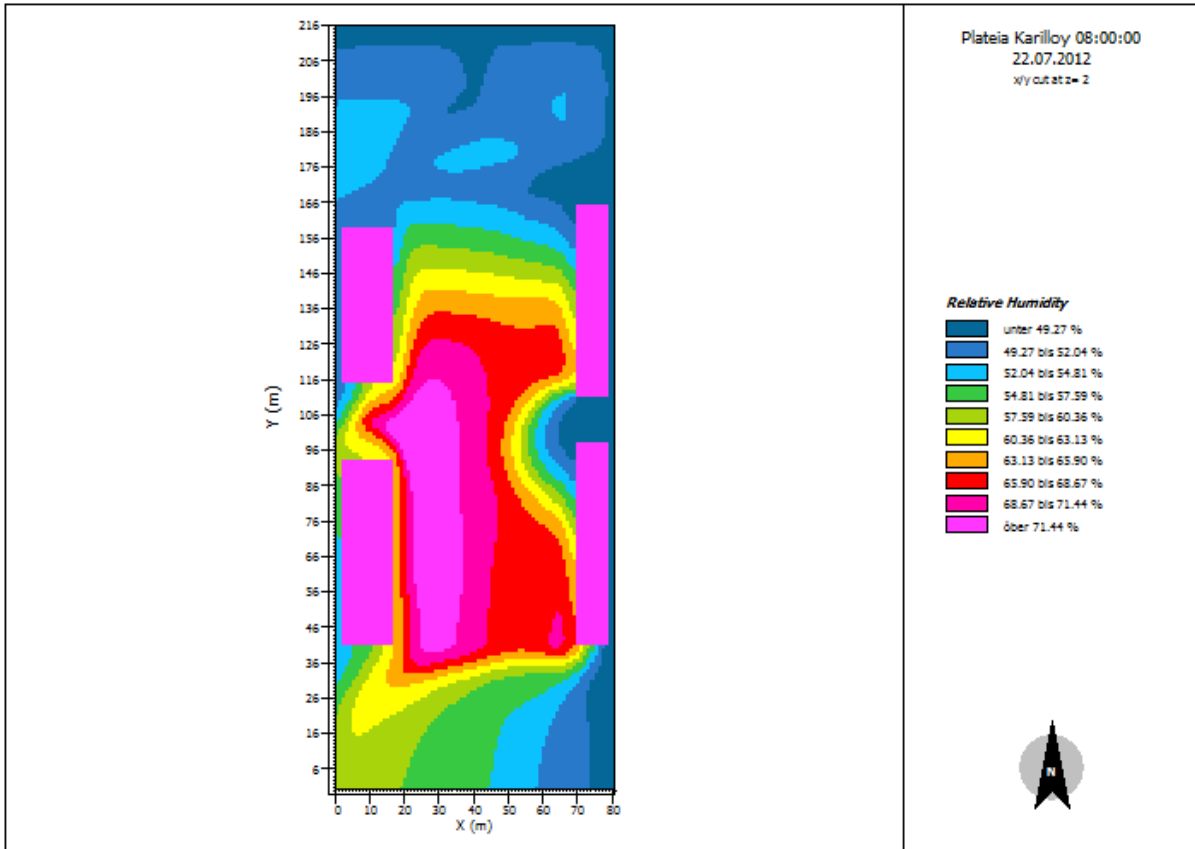
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 02:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



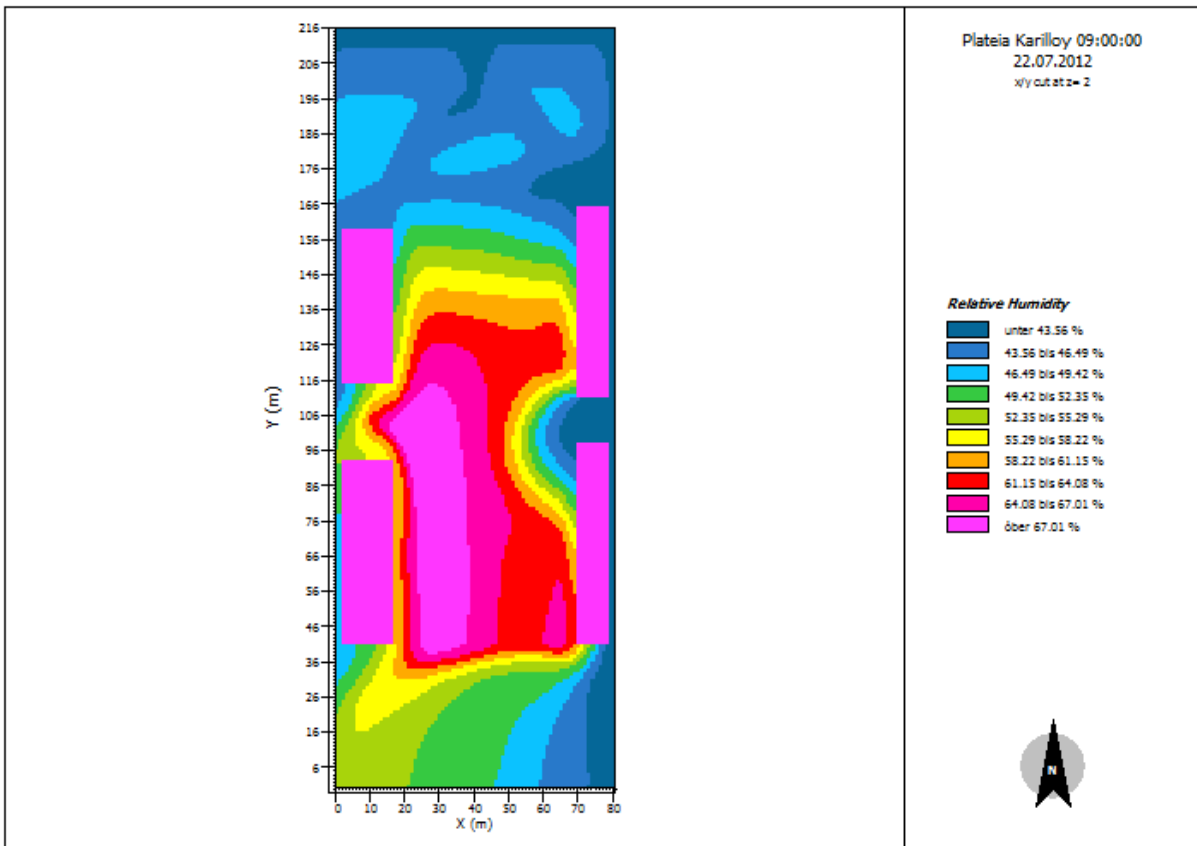
Κατανομή θερμοκρασίας αέρα σε ύψος 1.20 m στις 03:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo]



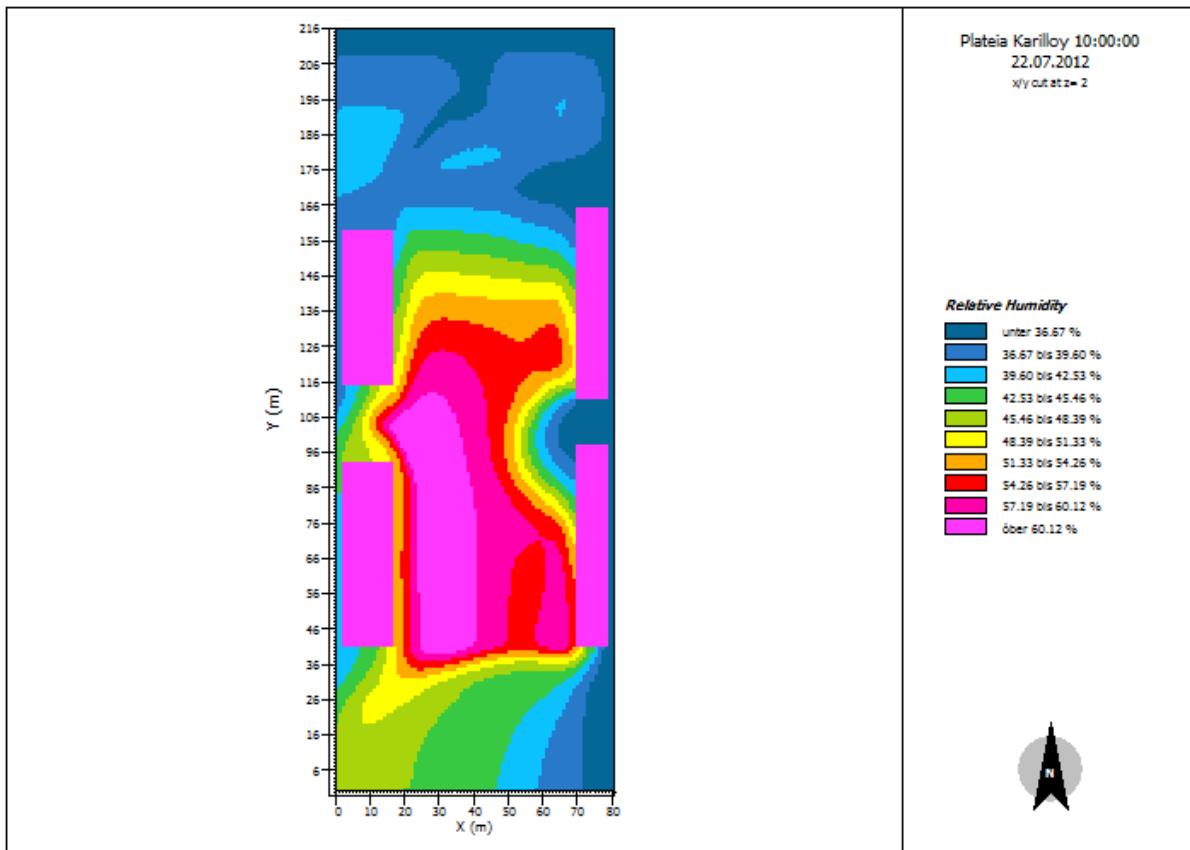
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 07:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



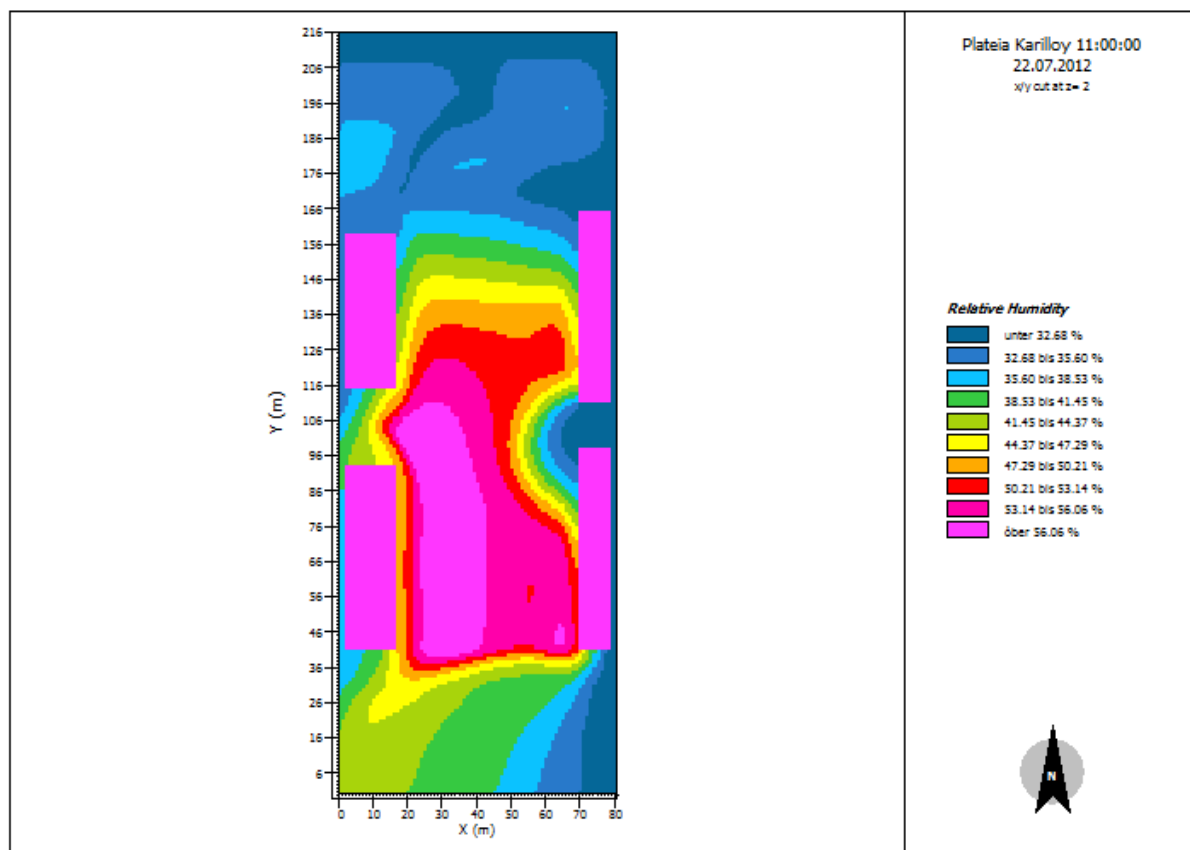
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 08:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



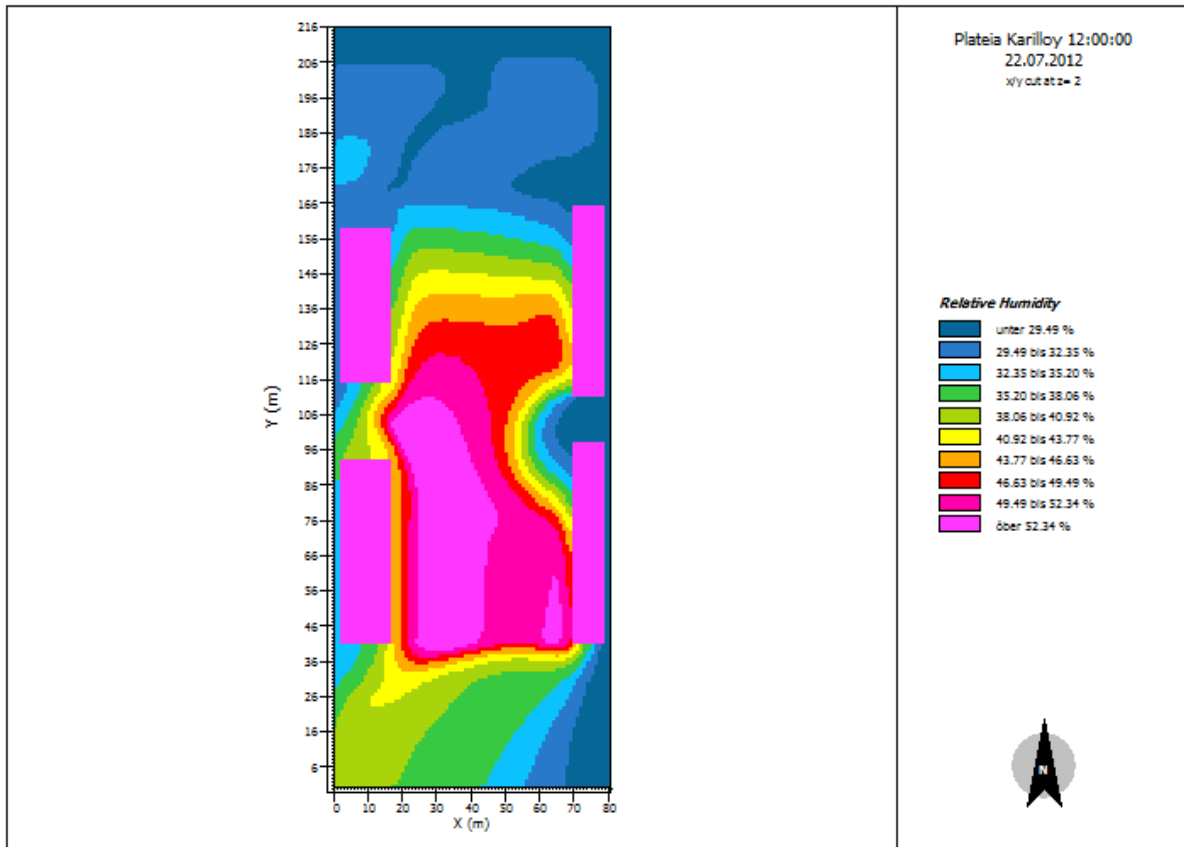
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 09:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



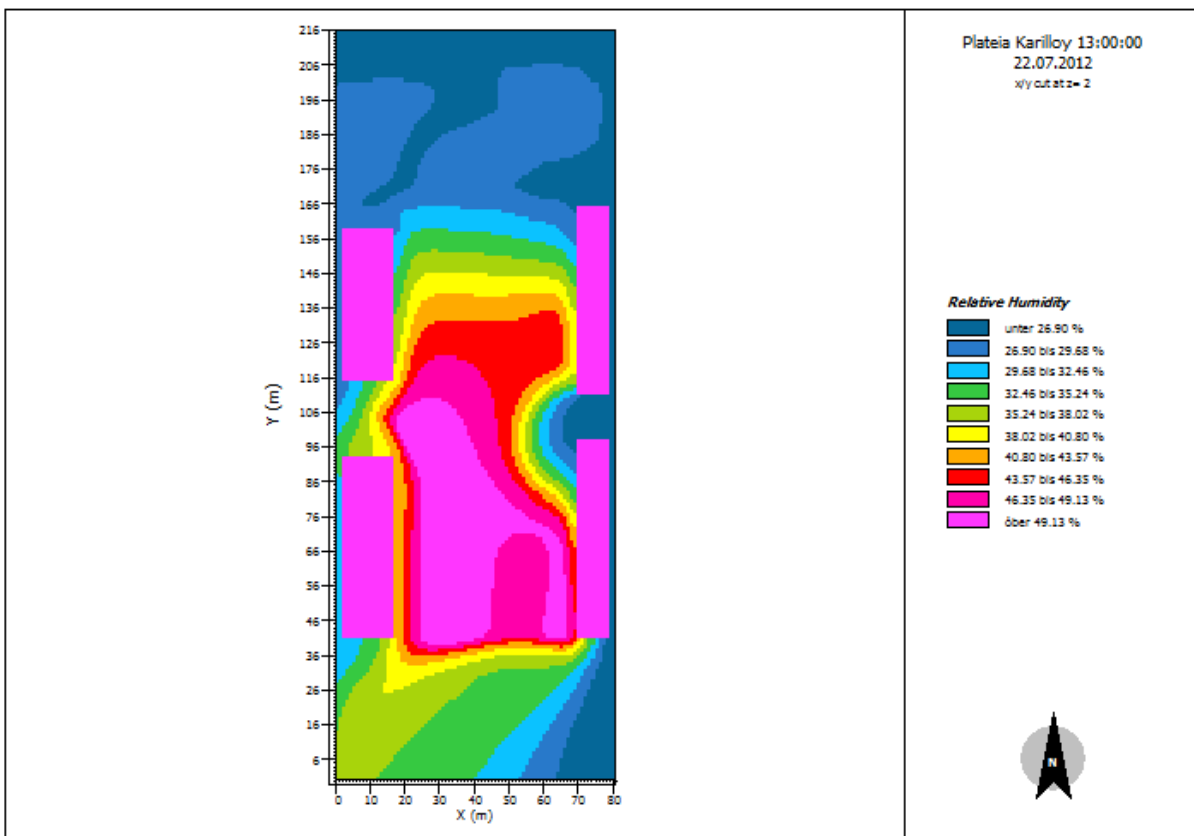
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 10:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



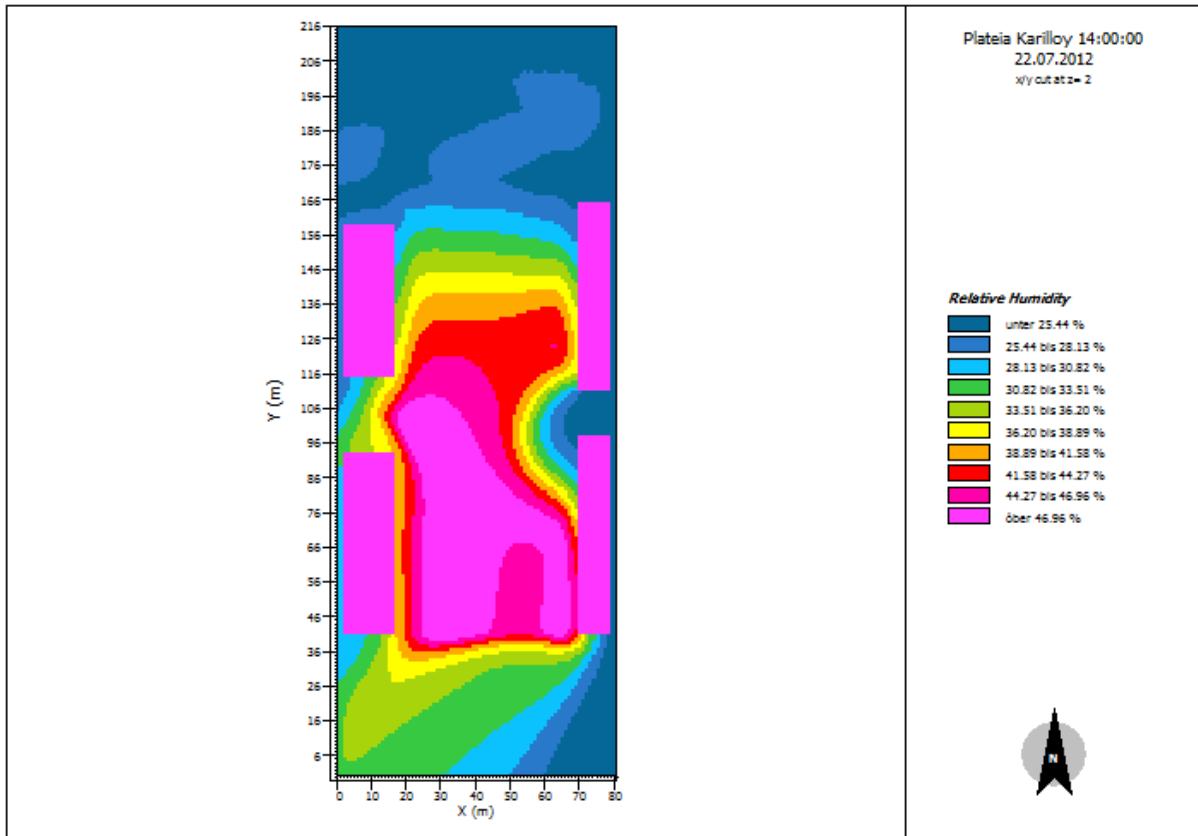
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 11:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



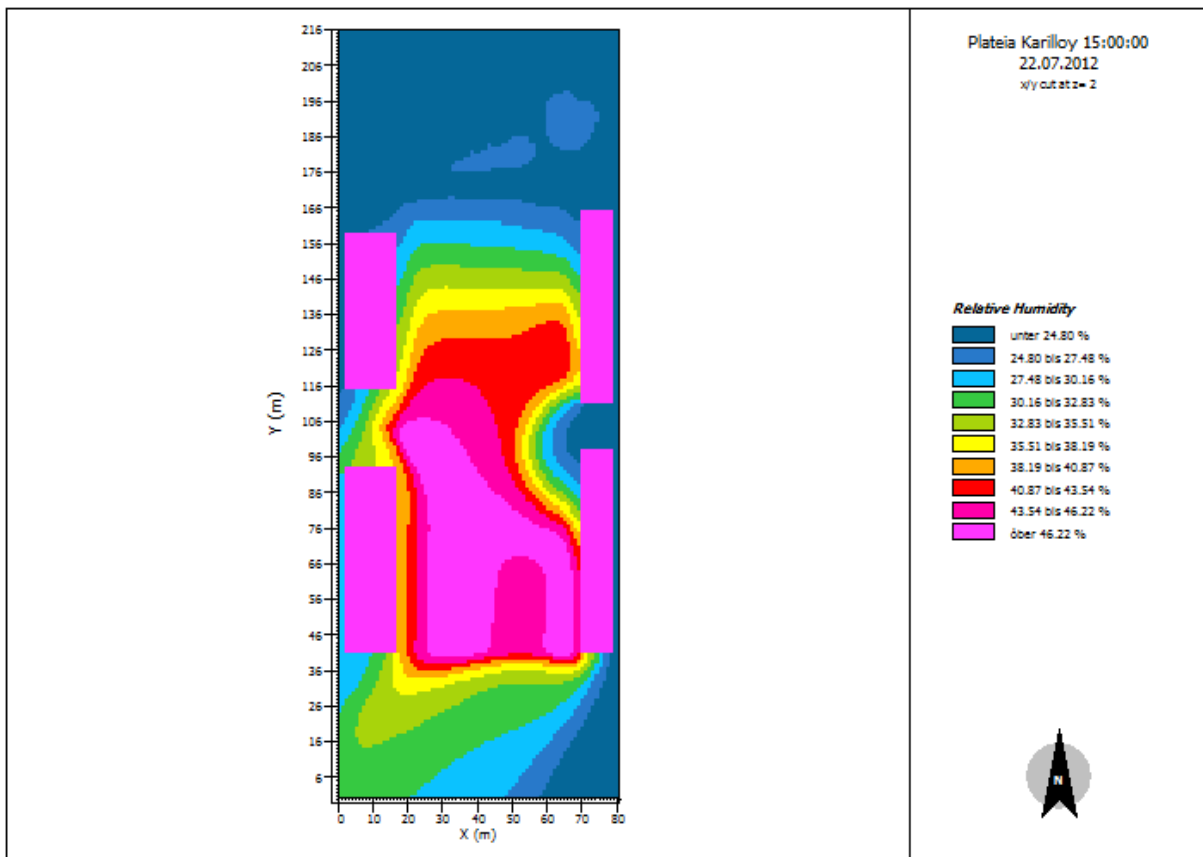
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 12:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



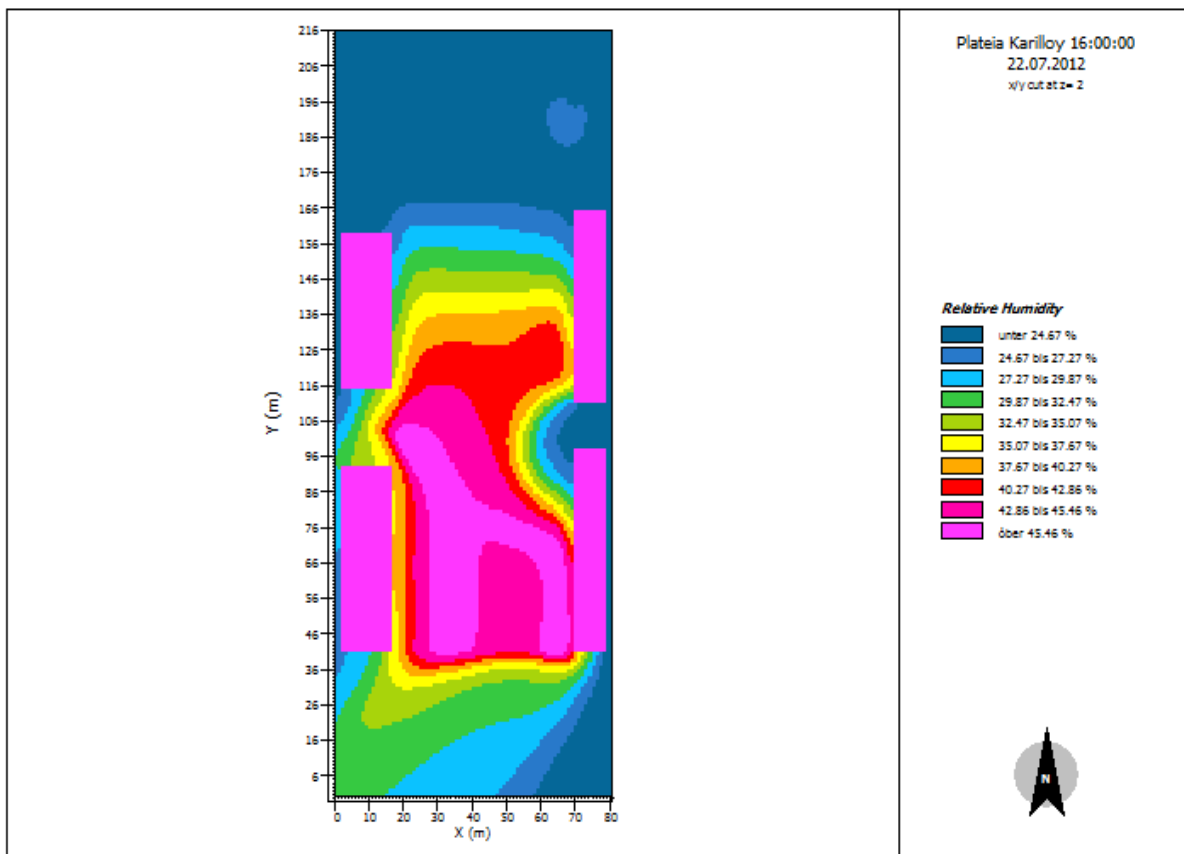
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 13:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



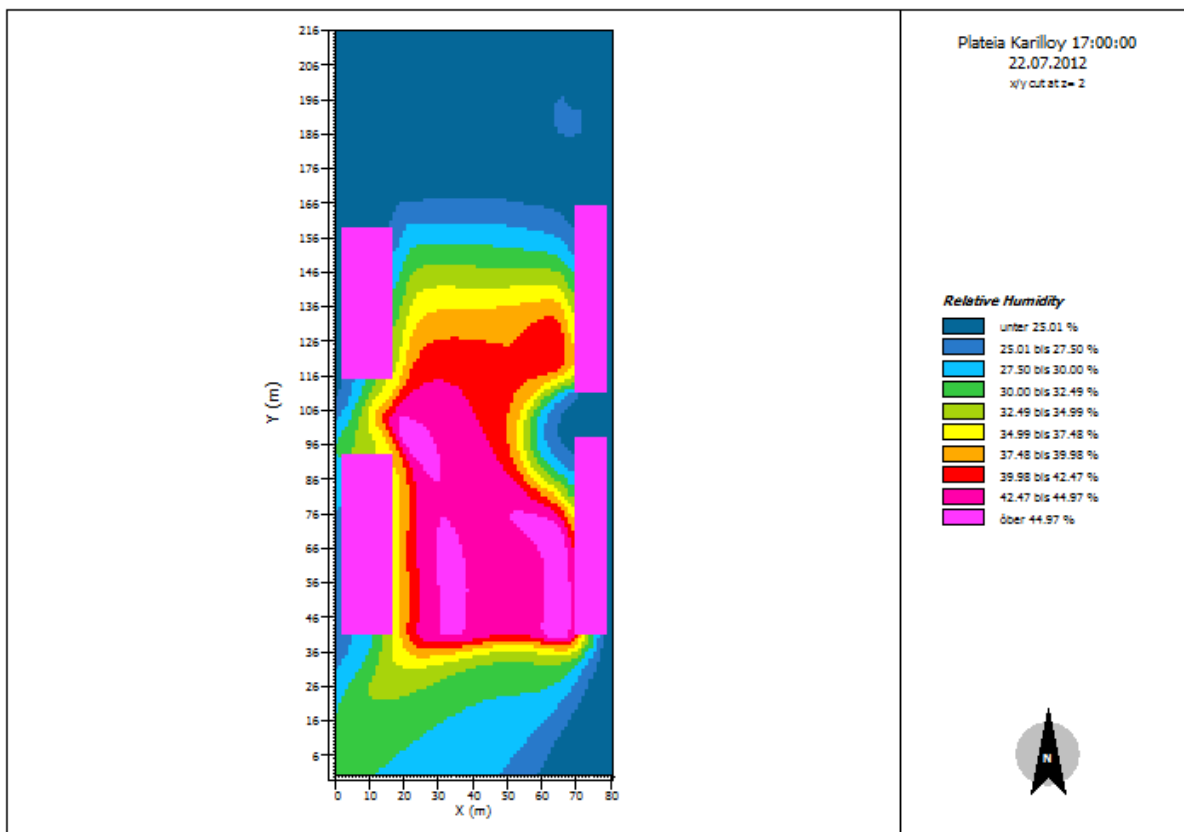
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 14:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



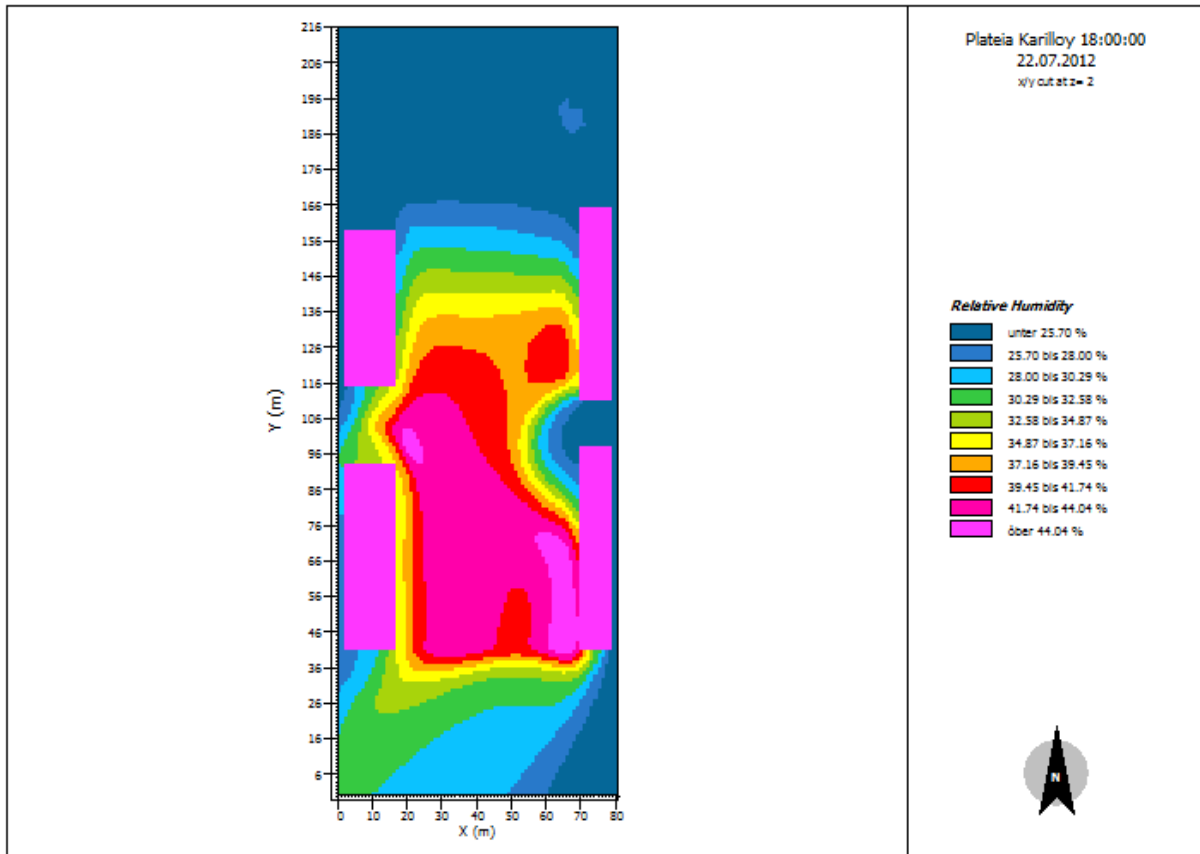
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 15:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



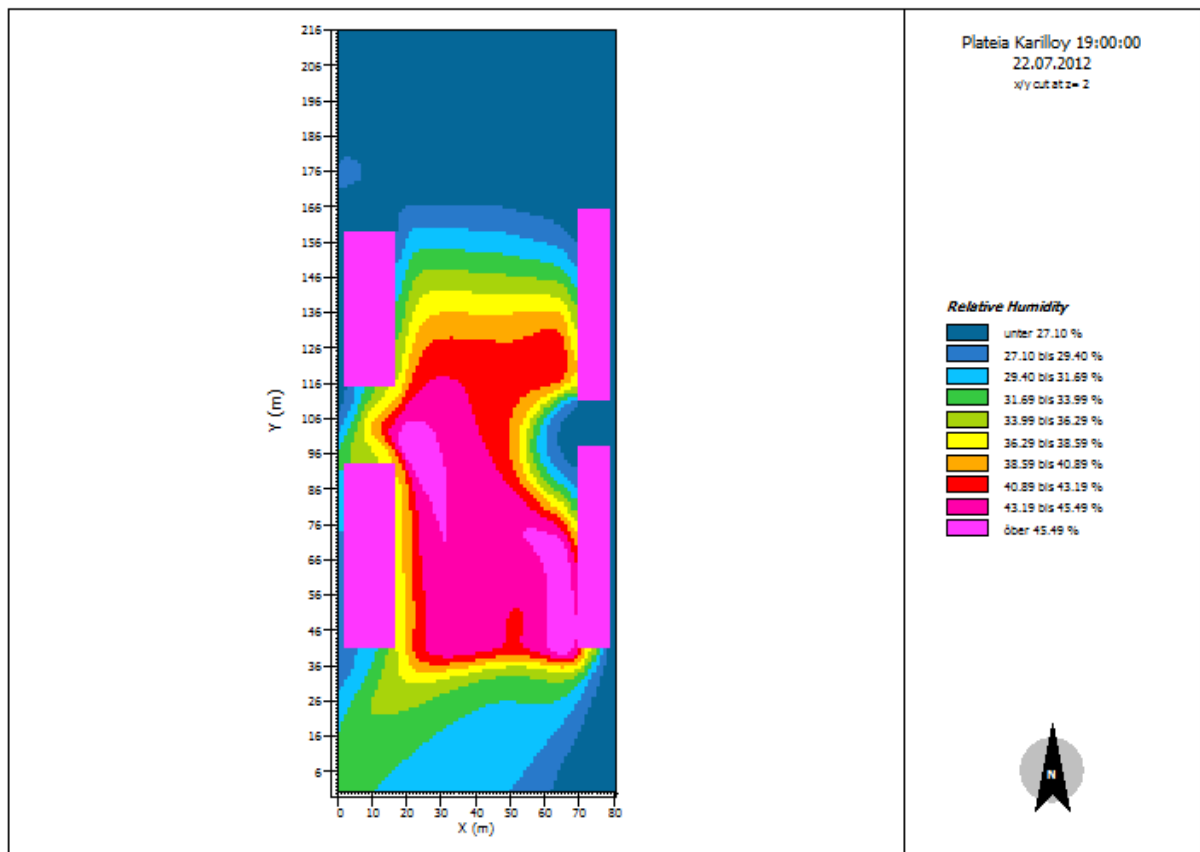
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 16:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



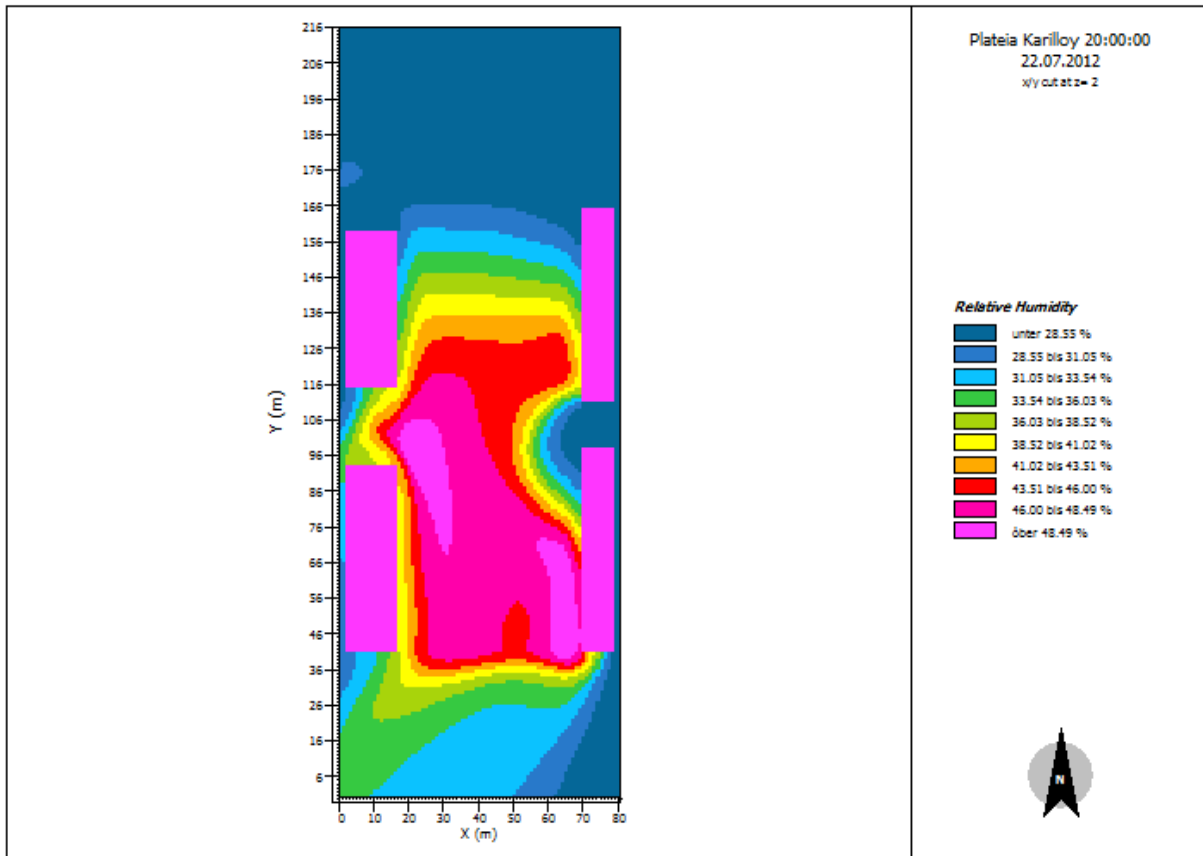
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 17:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



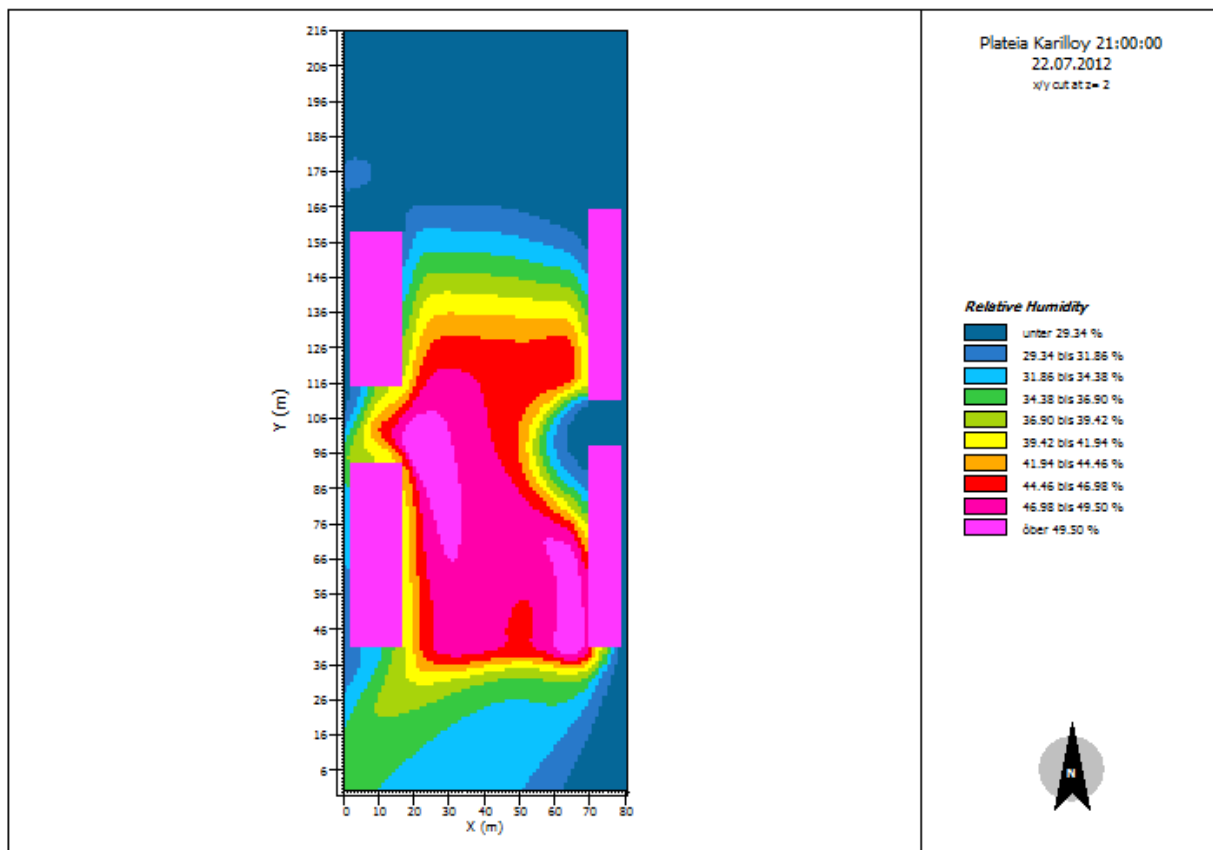
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 18:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



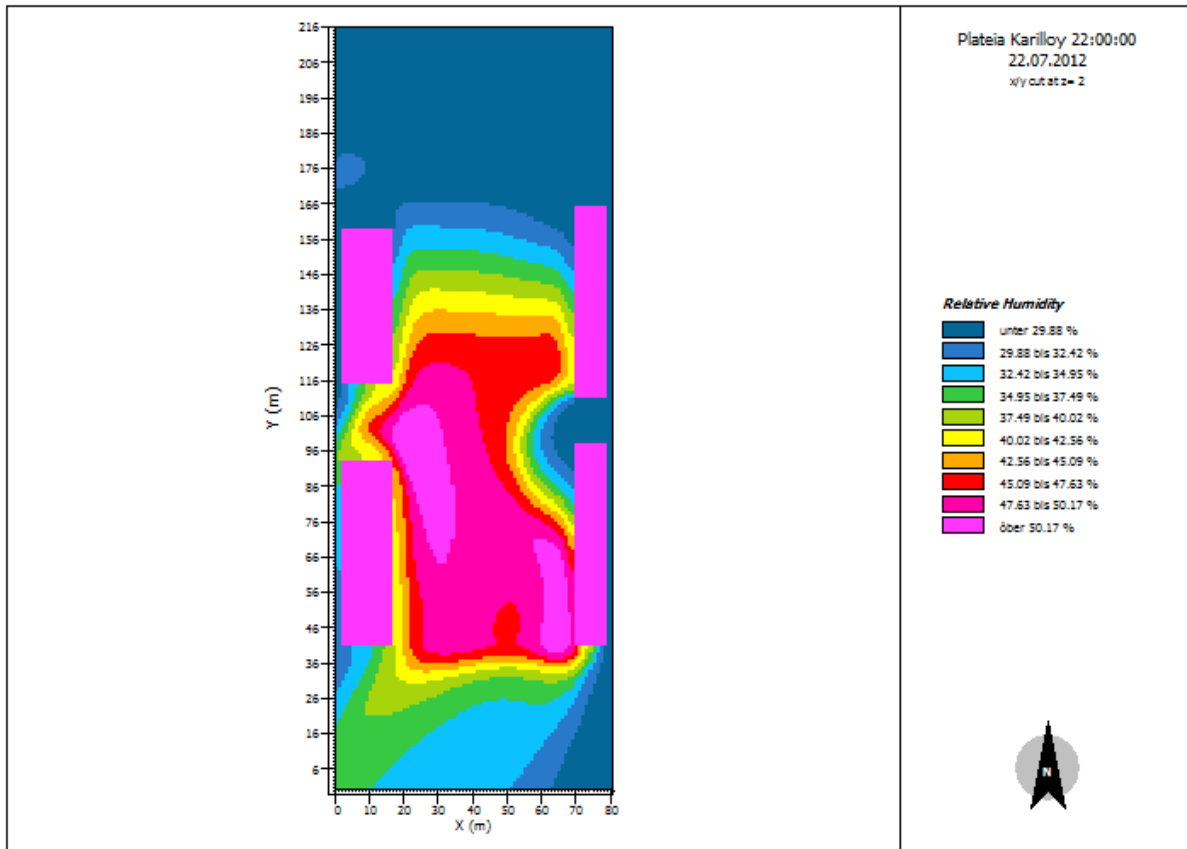
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 19:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



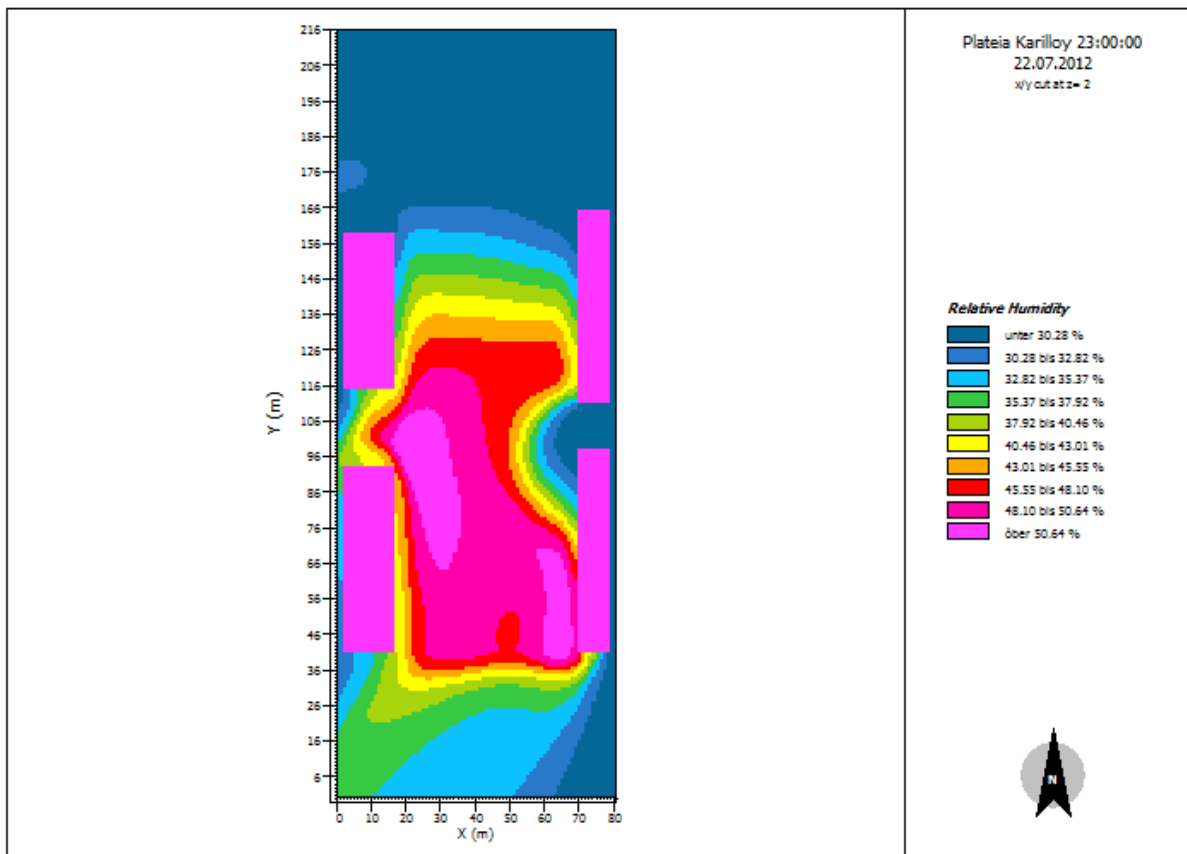
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 20:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



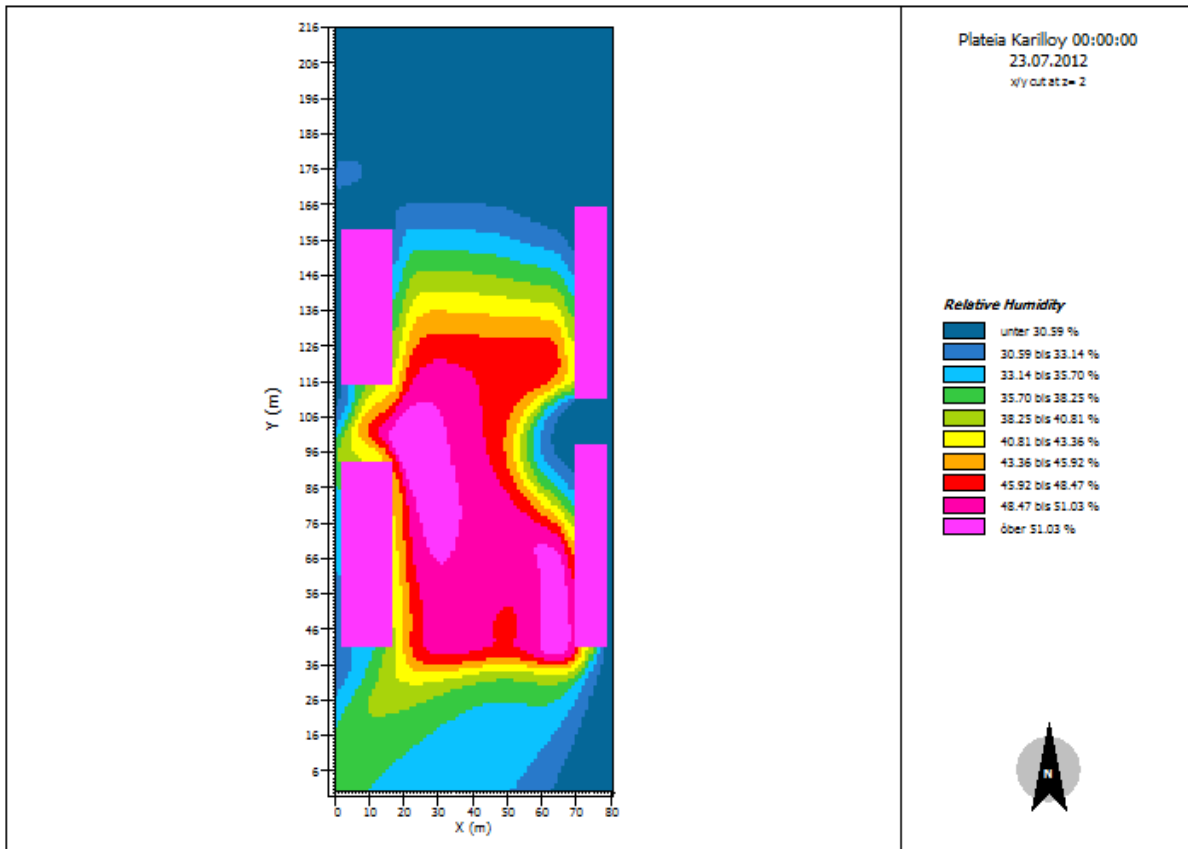
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 21:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



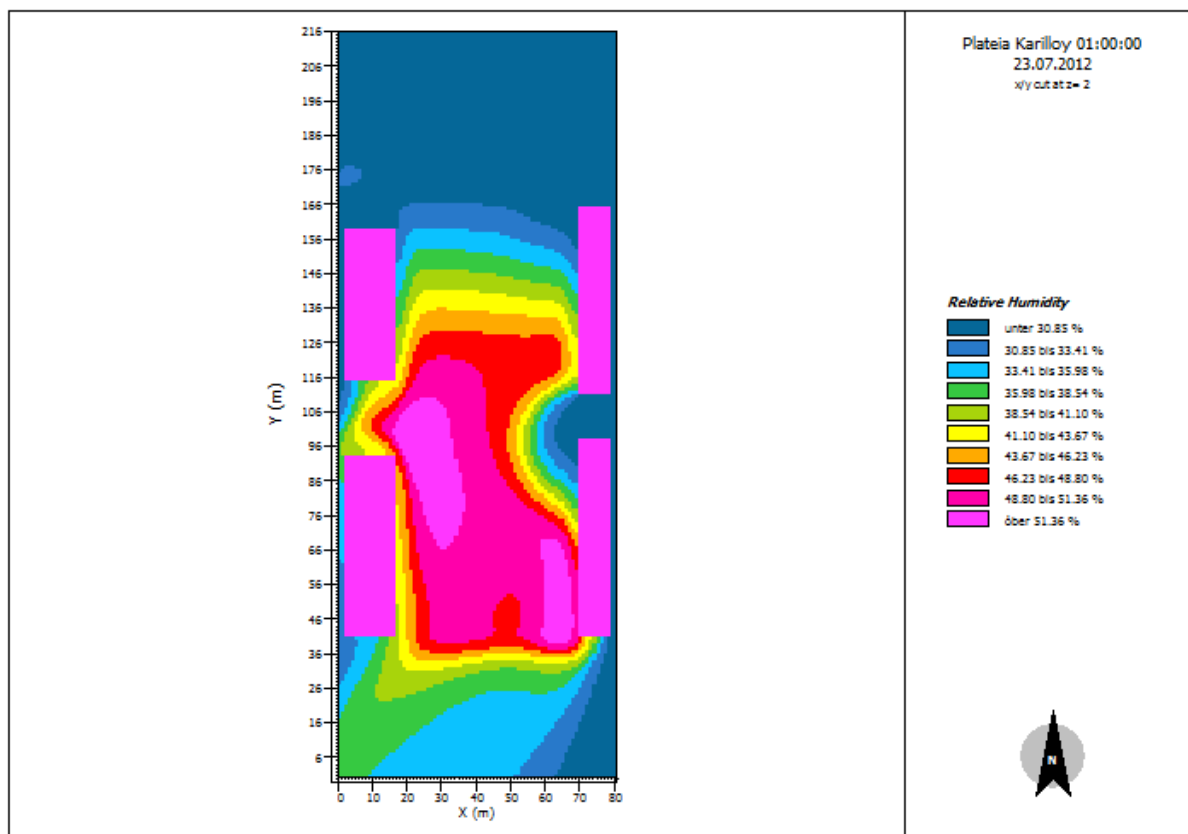
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 22:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



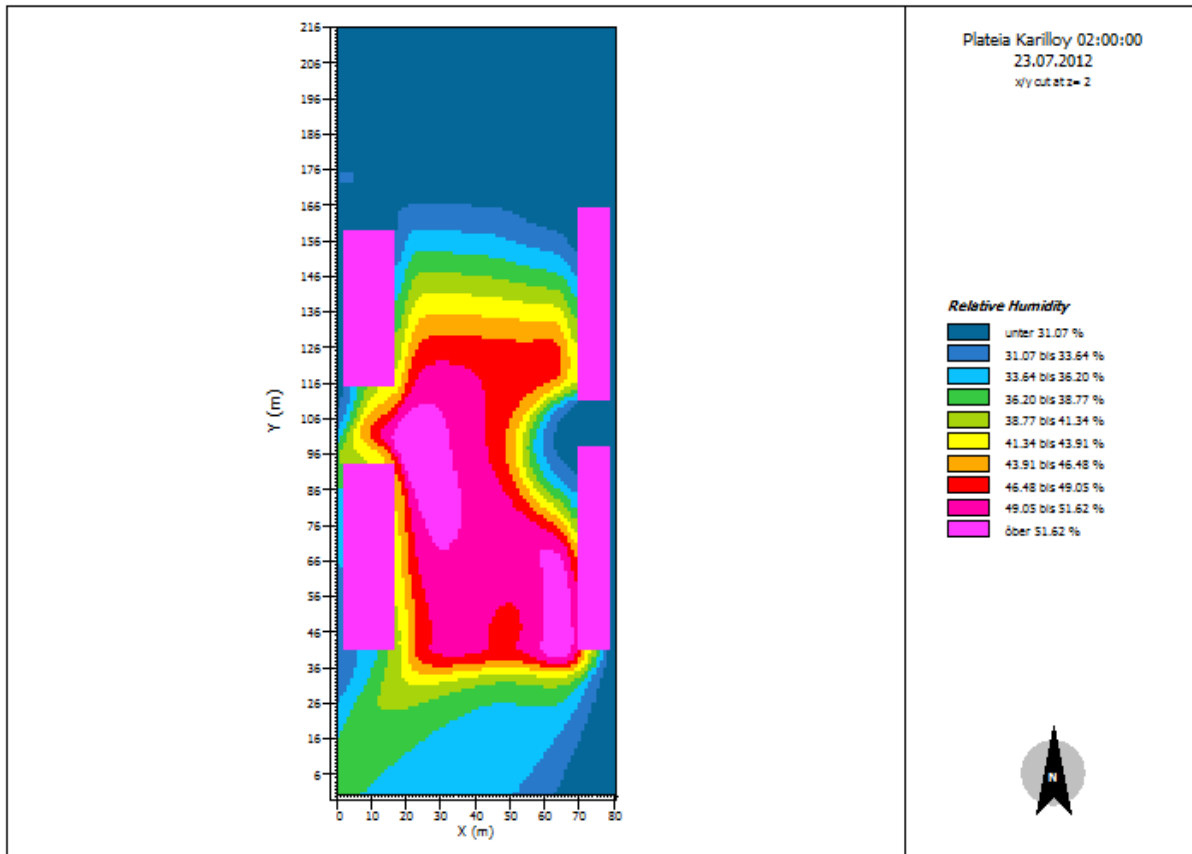
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 23:00, στην υποθετική κατάσταση 22/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



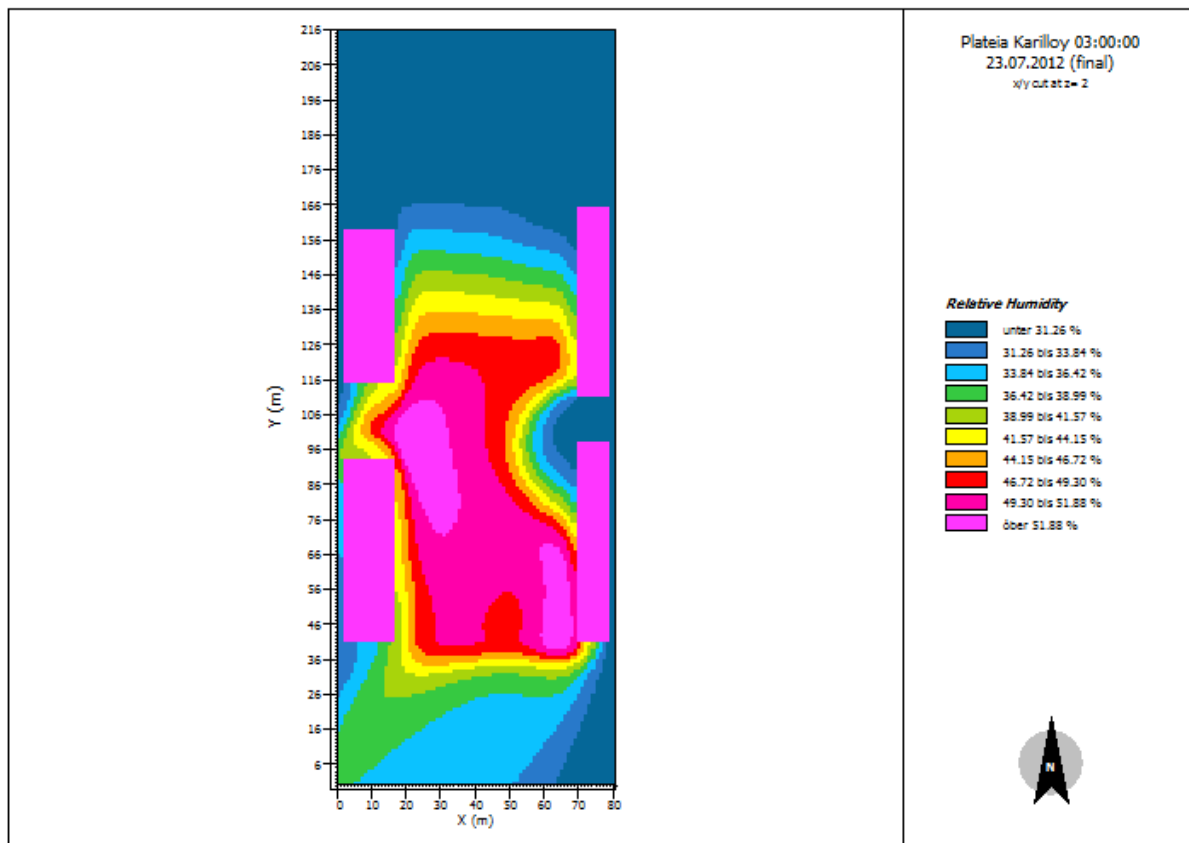
Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 00:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 01:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 02:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].



Κατανομή σχετικής υγρασίας σε ύψος 1.20 m στις 03:00, στην υποθετική κατάσταση 23/7/2012 [Πηγή: Leonardo].