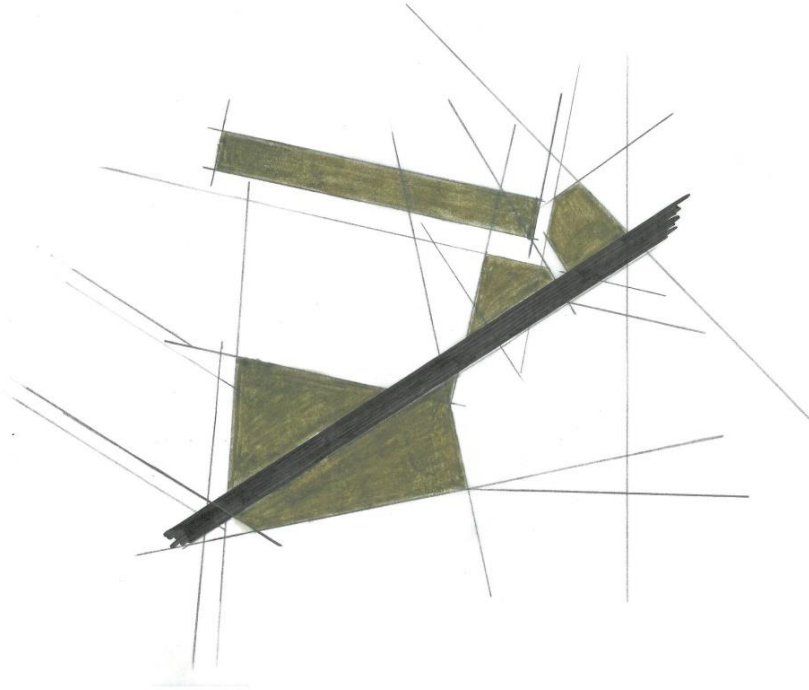




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ»



ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΨΗ: ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2016









*Στην οικογένεια και τους φίλους μου, που ήταν πηγή  
έμπνευσης και δύναμης όλα αυτά τα χρόνια.*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, δράπτομαι της ευκαιρίας να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Ιωάννη Τζουβαδάκη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκειά της, κι ακόμα για την ενθάρρυνση και υποστήριξή του. Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο των καθηγητών της σχολής Πολιτικών Μηχανικών για τις γνώσεις που παρείχαν σε εμένα και τους συμφοιτητές μου όλα αυτά τα χρόνια, και για τη διεύρυνση των πνευματικών οριζόντων που μου προσέφεραν οι ακαδημαϊκές μου σπουδές.

Ευχαριστώ θερμά, όλους τους δασκάλους που με ενέπνευσαν και με δίδαξαν τη θέσπιση ισχυρών στόχων, χωρίς τους οποίους καμία προσπάθεια δεν θα είχε αξία.

Από καρδιάς θα ήθελα να ευχαριστήσω, επίσης, τους πολύτιμους φίλους που βοήθησαν στη διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας, με τρόπο ορατό στις επόμενες σελίδες, και κυρίως με τρόπο μη ορατό, με εμπιστοσύνη, υποστήριξη και καλή διάθεση.

Κλείνοντας, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, για τις θυσίες τους, την υπομονή, την κατανόηση και την ανυπολόγιστη αξία συμπαράστασή τους,



## ΣΥΝΟΨΗ

Τα σύγχρονα αστικά κέντρα αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της μικροκλιματικής υποβάθμισης, εξ' αιτίας των επιβλαβών για το περιβάλλον δραστηριοτήτων που φιλοξενούν. Λόγω του κορεσμού στην επέκταση των πόλεων, διέξοδο προσφέρουν οι αναπλάσεις των υφιστάμενων ελεύθερων χώρων, σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με την επιλογή των κατάλληλων υλικών επίστρωσης και εδαφοκάλυψης, τη στρατηγική φύτευση και την τοποθέτηση σύγχρονου αστικού εξοπλισμού, οι μικροκλιματικές συνθήκες στην πόλη μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά, αναβαθμίζοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Προς την κατεύθυνση αυτή, είναι ωφέλιμη η χρήση υπολογιστικών πακέτων ρευστομηχανικής, που παρέχουν τη δυνατότητα προσομοίωσης του αστικού μικροκλίματος, ώστε εξάγονται πολύτιμα στοιχεία και συμπεράσματα.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός τέτοιου λογισμικού, του ENVI-met V3.1, μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων του με επί τόπου μετρήσεις. Επιπλέον, η διερεύνηση της επίδρασης των λύσεων που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, μέσω της σχεδίασης μιας πρότασης ανάπλασης στην περιοχή των Άνω Πετραλώνων. Η αποτελεσματικότητα των μέτρων έγκειται στην εξαγωγή βελτιωμένων αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα, σε σχέση με την προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης.



## ABSTRACT

Contemporary urban centers are faced with the microclimate issue, as a result of the harmful for the environment human activities they host. Due to the saturation of urban expansion, redevelopment of existing open urban space, according to the principles of bioclimatic design, emerges as the only option that may be beneficial to that end. The selection of appropriate overlay materials, strategic planning of vegetation and urban equipment can improve microclimate conditions and upgrade the quality of life in the cities. Utilisation of computational fluid dynamics programs is beneficial for that reason, providing the potential for simulation of the urban microclimate so as to extract valuable data and conclusions.

The purpose of this thesis is to evaluate the reliability of ENVI-met V3.1, a software of this kind, by comparing the results of an analysis obtained by this programme to calculations on site. Additionally, the effect of the implementation of bioclimatic measures is assessed, by designing a recommendation for urban redevelopment in the region of Ano Petralona and comparing the simulation results to those of the existing state.





## ΕΚΤΕΝΗΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σύγχρονες αστικές μεγαδομές υφίστανται μικροκλιματική υποβάθμιση, στα πλαίσια της συνολικής κλιματικής αλλαγής που επιφέρουν οι αλόγιστες ανθρώπινες δραστηριότητες. Το ζήτημα του κορεσμού στην επέκταση των πόλεων και οι πολεοδομικοί περιορισμοί που προκύπτουν ως εκ τούτου, προβάλλουν τις αναπλάσεις εντός του αστικού ιστού ως μοναδική διέξοδο για μια πόλη βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. Η ταυτόχρονη απαξίωση του δημόσιου βίου στη σύγχρονη πόλη είναι έκδηλη στην εγκατάλειψη των δημόσιων ελεύθερων χώρων της, με αποτέλεσμα οποιαδήποτε επέμβαση προς την αναβάθμιση των τελευταίων να κρίνεται, συγκριτικά με τα ωφέλη της, δαπανηρή. Την απάντηση δίνουν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της αειφορίας, που προτείνουν οργανικές επεμβάσεις ήπιας μορφής, αλλά κατάλληλα δικτυωμένες εντός του αστικού ιστού, ώστε να αναδειχτεί ο δημόσιος χώρος της πόλης και να επιτελέσει ρόλο κοινωνικό και οικολογικό. Από αυτήν ακριβώς τη συνθήκη αφορμάται η παρούσα διπλωματική εργασία.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη των δημόσιων ελεύθερων χώρων στη σύγχρονη πόλη και συγκεκριμένα της κοινωνικής τους διάστασης, της συνθετικής του υπόστασης και της συμβολής τους στο αστικό μικροκλίμα. Ειδικότερα:

- Ο δημόσιος ελεύθερος χώρος στη σύγχρονη πόλη αποτελεί τη χωρική έκφραση του συλλογικού βίου. Η εγκατάλειψη και απαξίωση του μαρτυρά την απομάκρυνση των πολιτών από τα «κοινά» και την «αποσύνθεση» που χαρακτηρίζει τους αστικούς σχηματισμούς. Ο επανασχεδιασμός των πλατειών και των πάρκων είναι σήμερα πιο κρίσιμος από ποτέ, ώστε να αποτελέσουν ιδεολογική έδρα κάθε γειτονιάς και εφαλτήριο για την αφύπνιση της συλλογικής συνείδησης και κοινωνικής συμβίωσης.
- Η απομάκρυνση των πολιτών από το δημόσιο υπαίθριο χώρο και η αδιαφορία για το μέλλον του, πηγάζουν από και αποτυπώνονται στη διαδικασία σχεδιασμού του. Οι αδόμητοι χώροι αντιμετωπίζονται συχνά ως προκύπτοντα κενά στο συνεχές δομικό σύστημα, και με τη θεώρηση ότι δεν επιτελούν κάποια συγκεκριμένη λειτουργία της αστικής ζωής, ο σχεδιασμός τους βασίζεται στην τυχειότητα. Διαμορφωμένοι ως κενοί νοήματος, οι ελεύθεροι χώροι στην πόλη αδυνατούν να επιτελέσουν οποιαδήποτε λειτουργία και ο φαύλος κύκλος καταλήγει στην παρακμή τους. Η συνθετική αντιμετώπιση που αρμόζει στο δημόσιο υπαίθριο χώρο είναι φροντίδα ως εάν ήταν πλήρης, εφόσον είναι πλήρης νοημάτων για τη δημόσια ζωή, αλλά με σεβασμό στη φύση του ως αστικό κενό. Οι βιώσιμες πόλεις του μέλλοντος καλούνται να ενθαρρύνουν τους πολίτες να παρατείνουν τη διάρκεια παραμονής τους στο δημόσιο χώρο, να συναναστραφούν και να

αλληλεπιδράσουν με τους συμπολίτες τους, στα πλαίσια της κοινωνικής συμβίωσης, που είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αστική συνθήκη. Κάτι τέτοιο είναι εφικτό σε χώρους συνθετικά και νοηματικά άρτιους, επαρκώς κατανοημένους στην πόλη και καταλληλα συνδεδεμένους μεταξύ τους.

- Η στρατηγική ανασυγκρότηση των ελεύθερων δημόσιων χώρων στη σύγχρονη πόλη είναι σήμερα πιο κρίσιμη από ποτέ, λόγω της μικροκλιματικής υποβάθμισης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Δεδομένου του μεγέθους των αστικών κέντρων, το περιαστικό πράσινο δεν επαρκεί για τη ρύθμιση του μικροκλίματος και την εξασφάλιση υγιεινού και θερμικώς άνετου περιβάλλοντος για τους κατοίκους. Οι επιχειρούμενες αναπλάσεις στο δημόσιο υπαίθριο χώρο θα πρέπει επομένως να βασίζονται στα κριτήρια του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ώστε να βελτιστοποιείται η συνεισφορά τους στο μικροκλίμα της πόλης.

Με γνώμονα την αναγκαιότητα των βιοκλιματικών επεμβάσεων στους υπαίθριους χώρους των μεγάλων πόλεων, συμπεριλαμβανομένης της Αθήνας, παρουσιάζονται στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο της παρούσας εργασίας οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και οι παράγοντες με την πλέον ουσιαστική επίδραση στο μικροκλίμα. Στη λογική όμως ότι το αστικό ανάγλυφο κάθε περιοχής είναι ξεχωριστό, επιλέγεται μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, στις συνθήκες της οποίας προσανατολίζεται η έρευνα. Η εν λόγω περιοχή είναι οι πλατείες Φιλοπάππου και Ελπίδος στα σύνορα των Άνω Πετραλώνων με το Κουκάκι. Για τη διερεύνηση της επίδρασης στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης διάφορων μέτρων που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός χρησιμοποιείται το λογισμικό ENVI-met V3.1. Πρόκειται για ένα ευρέως αναγνωρισμένο και χρησιμοποιούμενο μη υδροστατικό υπολογιστικό πακέτο ρευστομηχανικής, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα προσομοίωσης των μικροκλιματικών συνθηκών κάθε περιοχής με ικανοποιητική ακρίβεια. Το πεδίο εφαρμογής, οι παραδοχές, οι αρχές λειτουργίας και οι χρησιμοποιούμενες εξισώσεις στην εν λόγω έκδοση, παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3. Παρά τη γενική αποδοχή του προγράμματος από διεθνείς ακαδημαϊκούς φορείς, για τη διερεύνηση της καταλληλότητάς του για τις ανάγκες της εργασίας αυτής, αξιολογείται η αξιοπιστία του, μέσω σύγκρισης των αποτελεσμάτων προσομοίωσης της υφιστάμενης κατάστασης μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, στον Κεραμεικό. Στη συνέχεια, εκτελούνται προσομοιώσεις τριών εναλλακτικών σεναρίων, προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση της ανακλαστικότητας των όψεων και των δωματίων των γύρω κτιρίων και της εντατικής φύτευσης στις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής μελέτης. Με κατεύθυνση τα αποτελέσματα αυτά, τα κριτήρια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τις ανάγκες που αναφέρθηκαν για τη συνθετική αντιμετώπιση των ελεύθερων χώρων, καταρτίζεται μια πρόταση ανασυγκρότησης των δύο πλατειών, της οποίας τα στάδια και τα τελικά σχέδια παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 7. Στη συνέχεια, η πρόταση αυτή μοντελοποιείται και προσομοιώνεται με το ENVI-met, προκειμένου να συγκριθούν τα προκύπτοντα αποτελέσματα με αυτά της ανάλυσης της υφιστάμενης κατάστασης και να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων μέτρων.





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΑΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΟΙ ΧΩΡΟΙ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΣ ΒΙΟΣ.....</b>	<b>27</b>
1.1 Εισαγωγή.....	29
1.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή.....	29
1.2.1 Ο δημόσιος χώρος στην αρχαία Αθήνα.....	29
1.2.2 Αλλαγές στη μορφή και το χαρακτήρα του δημόσιου χώρου στον 20 <sup>ο</sup> αιώνα.....	31
1.3 Ο δημόσιος χώρος στη σύγχρονη Αθήνα.....	35
1.3.1 Η κατάσταση των ελεύθερων δημόσιων χώρων στην Αθήνα του σήμερα.....	35
1.3.2 Η σημασία επανασχεδιασμού και ενοποίησης των δημόσιων χώρων.....	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....</b>	<b>49</b>
2.1 Γενικά.....	51
2.1.1 Τι είναι το αστικό μικροκλίμα.....	52
2.1.2 Μικροκλιματικά φαινόμενα στον αστικό χώρο.....	53
2.1.2.1 Αστική θερμική νησίδα (Urban heat island).....	54
2.1.2.2 Αστική οδική χαράδρα (Urban street canyon).....	55
2.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	57
2.2.1 Ορισμός, στόχοι και βασικές αρχές.....	57
2.2.2 Παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό.....	58
2.2.2.1 Αστική μορφολογία- τοπογραφία.....	59
2.2.2.2 Ηλιασμός.....	60
2.2.2.3 Σκίαση- Ηλιοπροστασία.....	60
2.2.2.4 Πεδίο ανέμου.....	60
2.2.2.5 Πεδίο Ακτινοβολίας.....	63
2.2.2.6 Θερμοκρασία και υγρασία.....	63
2.2.2.7 Θερμική άνεση (και δείκτες αυτής).....	63
2.2.2.8 Οπτική άνεση.....	68
2.2.2.9 Ακουστική άνεση- Ηχοπροστασία.....	68
2.2.2.10 Χρησιμοποιούμενα υλικά και ανακλαστικότητα.....	69
2.2.2.11 Νερό.....	72
2.2.2.12 Φύτευση.....	72
2.2.2.13 Δείκτης θέασης του ουρανού (sky view factor, SVF).....	77
2.2.3 Βελτίωση αστικού μικροκλίματος- κατευθύνσεις λύσεων.....	77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENVI-MET.....</b>	<b>87</b>
3.1 Γενικά.....	89
3.2 Εξισώσεις που χρησιμοποιούνται στην υπολογιστική διαδικασία.....	94
3.2.1 Το ατμοσφαιρικό μοντέλο.....	94
3.2.1.1 Κύρια ροή ανέμου.....	94
3.2.1.2 Θερμοκρασία και υγρασία.....	95
3.2.1.3 Ατμοσφαιρική τύρβη.....	96
3.2.1.4 Ροές ακτινοβολίας.....	98

3.2.2	Το εδαφικό μοντέλο.....	99
3.2.3	Το μοντέλο βλάστησης.....	100
3.2.3.1	Τυρβώδεις ροές θερμότητας και εξάτμισης.....	101
3.2.3.2	Αντίσταση στομάτων.....	102
3.2.3.3	Ενεργειακό ισοζύγιο στα φύλλα.....	102
3.2.3.4	Υδρολογικό ισοζύγιο φυτών- εδάφους.....	103
3.2.4	Εδαφική επιφάνεια και επιφάνειες κτιρίων.....	103
3.2.4.1	Ροές ακτινοβολίας.....	104
3.2.4.2	Τυρβώδης ροή θερμότητας και εξάτμισης.....	105
3.2.4.3	Ροή θερμότητας εδάφους και μέσω των κτιρίων.....	106
3.2.5	Αριθμητικά μοντέλα- Μεθοδολογία.....	106
3.2.5.1	Τεχνικές επίλυσης.....	106
3.2.5.2	Υπολογιστικό πεδίο και κατασκευή κανάβου.....	107
3.2.6	Μειονεκτήματα και παραλείψεις στην παρούσα έκδοση.....	108
<b>3.3</b>	<b>Τι αλλάζει στην επόμενη έκδοση του λογισμικού ENVI-met V4.0.....</b>	<b>109</b>
3.3.1	Εισαγωγή.....	109
3.3.2	Καινοτομίες στην έκδοση 4.0.....	110
3.3.2.1	Σχεδίαση και επεξεργασία σε τρεις διαστάσεις.....	110
3.3.2.2	Αναβαθμισμένη υπολογιστική διαδικασία για τη ροή θερμότητας και ακτινοβολίας.....	112
3.3.2.3	Διακυμάνσεις οριακών συνθηκών.....	114
3.3.3	Αλλαγές επί της διαδικασίας.....	115
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</b>		<b>119</b>
4.1	Γεωγραφική και διοικητική θέση.....	121
4.2	Ιστορικά στοιχεία.....	122
4.3	Πολοδομικό καθεστώς.....	128
4.4	Πρόσβαση και μεταφορές.....	129
4.5	Η συνοικία των Πετραλώνων σήμερα- κάτοικοι και τρόπος ζωής.....	129
4.6	Συλλογή στοιχείων και αποτύπωση της περιοχής μελέτης.....	131
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ENVI-MET.....</b>		<b>137</b>
5.1	Δημιουργία εικόνας υποβάθρου.....	139
5.2	Δημιουργία αρχείου εισαγωγής δεδομένων (Area Input File).....	141
5.3	Δημιουργία αρχείου επεξεργασίας παραμέτρων (Configuration File).....	147
5.4	Εκτέλεση της προσομοίωσης.....	149
5.5	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	150
5.5.1	Leonardo.....	150
5.5.2	Xtract.....	153
5.6	Συμπεράσματα- Αξιοπιστία προγράμματος.....	154
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ.....</b>		<b>165</b>
6.1	Εισαγωγή.....	167
<b>6.2</b>	<b>Δείκτης ανακλαστικότητας (albedo).....</b>	<b>167</b>
6.2.1	Γενικά.....	167

6.2.2	2 <sup>η</sup> προσομοίωση: αρχεία εισόδου και αποτελέσματα.....	168
6.3	Φύτευση.....	170
6.3.1	Γενικά.....	170
6.3.2	3 <sup>η</sup> προσομοίωση: αρχεία εισόδου και αποτελέσματα.....	170
6.4	Φυτεμένα δώματα.....	173
6.4.1	Γενικά.....	173
6.4.2	4 <sup>η</sup> προσομοίωση: αρχεία εισόδου και αποτελέσματα.....	174
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ.....</b>		<b>179</b>
7.1	Εισαγωγή.....	181
7.2	Η φιλοσοφία του σχεδιασμού: συνθετικές αρχές και σχεδιαστικές επιδιώξεις.....	182
7.3	Πλατείες Φιλοπάππου και Ελπίδος, Άνω Πετράλωνα: η πρόταση ανάπλασης.....	190
7.4	5 <sup>η</sup> προσομοίωση- η πρόταση ανάπλασης: αρχεία εισόδου και αποτελέσματα.....	208
7.4.1	Κατάρτιση αρχείων εισόδου.....	208
7.4.2	Αποτελέσματα.....	209
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....</b>		<b>213</b>
8.1	Εισαγωγή.....	215
8.2	Συγκριτική θεώρηση της επίδρασης της ανακλαστικότητας και της βλάστησης στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης.....	215
8.2.1	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	215
8.2.2	Συμπεράσματα.....	227
8.3	Συγκριτική θεώρηση υφιστάμενης κατάστασης και πρότασης ανάπλασης.....	228
8.3.1	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	228
8.3.2	Συμπεράσματα.....	236
8.4	Ανάλυση κόστους και βιωσιμότητα της προτεινόμενης λύσης.....	236
8.5	Προτάσεις.....	239
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>		<b>243</b>





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Άποψη της αρχαίας αθηναϊκής Αγοράς σήμερα.....	31
Εικόνα 1.2: Η πλατεία Ομονοίας, στο κέντρο της Αθήνας, το έτος 1903.....	32
Εικόνα 1.3: Η πλατεία Ομονοίας, στο κέντρο της Αθήνας, το 1959.....	33
Εικόνα 1.4: Η σημερινή εικόνα της πλατείας Μοναστηρακίου και της ιστορικότερης αθηναϊκής συνοικίας, της Πλάκας.....	34
Εικόνα 1.5: Κατανομή επιφάνειας πρασίνου ανά κάτοικο στις μεγαλύτερες πόλεις της Γερμανίας.....	35
Εικόνα 1.6: Επιθυμητή και πραγματοποιούμενη αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο στην Αθήνα.....	36
Εικόνα 1.7: Η σημερινή εικόνα της κεντρικότερης πλατείας της Αθήνας, της πλατείας Συντάγματος.....	38
Εικόνα 1.8: Σκαρίφημα της νικητήριας συμμετοχής στο διαγωνισμό ανάπλασης του κέντρου της Αθήνας, ReThink Athens, 2012.....	42
Εικόνα 1.9: Εικόνα της πλατείας Ομονοίας, όπως προτείνεται στη νικητήρια συμμετοχή του διαγωνισμού ReThink Athens.....	43
Εικόνα 1.10: Ανάδειξη της σχέσης αμοιβαιότητας μεταξύ κτισμένου και ελεύθερου χώρου, τηρώντας συνθετικές αρχές και βιοκλιματικά κριτήρια.....	45
Εικόνα 1.11: Η πρόταση ανάπλασης του ιστορικού κέντρου της Αθήνας, στο διαγωνισμό ReThink Athens.....	46
Εικόνα 2.1: Παράγοντες που επηρεάζουν και επηρεάζονται από το αστικό μικροκλίμα.....	53
Εικόνα 2.2: Διαγραμματική αναπαράσταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας..	54
Εικόνα 2.3: Διαβαθμίσεις της έντασης της αστικής θερμικής νησίδας, ανάλογα με το ανάγυφο και τη λειτουργία κάθε περιοχής.....	54
Εικόνα 2.4: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου της αστικής οδικής χαράδρας.....	56
Εικόνα 2.5: Βασικά γεωμετρικά μεγέθη που καθορίζουν το χαρακτήρα της αστικής οδικής χαράδρας.....	56
Εικόνα 2.6: Εκδηλώσεις του φαινομένου της αστικής οδικής χαράδρας για διάφορες κατευθύνσεις ανέμου σε σχέση με τις κύριες διευθύνσεις των κτιρίων και των οδών.....	57
Εικόνα 2.7: Κατανομή της ταχύτητας του ανέμου καθ' ύψος, ανάλογα με την τραχύτητα του εδάφους.....	61
Εικόνα 2.8: Εκδήλωση φαινομένου Wise κατά μήκος των όψεων και στις γωνίες ψηλών κτιρίων.....	62
Εικόνα 2.9: εκδήλωση φαινομένου Venturi στην αξονική διεύθυνση επιμήκους οδού με μεγάλο ύψος παρακείμενων κτιρίων.....	62
Εικόνα 2.10: Η κλίμακα 7 σημείων του δείκτη PMV και η αντιστοιχία αυτών με την ανθρώπινη αίσθηση για το θερμικό προφίλ ενός χώρου.....	65

Εικόνα 2.11: Διαγραμματική απεικόνιση της σχέσης των δεικτών PMV και PPD.....	66
Εικόνα 2.12: Η κλίμακα του δείκτη ισχύος αποψύξεως και η αντιστοιχία κάθε τιμής με την ανθρώπινη αίσθηση για το θερμικό προφίλ ενός χώρου.....	67
Εικόνα 2.13: Η κλίμακα τιμών του δείκτη δυσφορίας και η αντιστοιχία κάθε τιμής με το ποσοστό του πληθυσμού που στερείται θερμικής άνεσης.....	67
Εικόνα 2.14: Τιμές ανακλαστικότητας των πλέον συνηθισμένων δομικών υλικών και επιστρώσεων.....	71
Εικόνα 2.15: Η συνεισφορά των δέντρων ως «φίλτρο» στη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.....	73
Εικόνα 2.16: Η επίδραση της βλάστησης στο πεδίο ανέμου για διαφορετικές μορφές συστάδων δέντρων.....	74
Εικόνα 2.17: Ο ρόλος της βλάστησης ως ηχοπροστατευτικό φίλτρο.....	76
Εικόνα 2.18: Προτεινόμενα κατασκευαστικά μέτρα προς ανάσχεση των δυσάρεστων εκδηλώσεων του φαινομένου Wise.....	80
Εικόνα 2.19: Πρόταση ανακατασκευής του Central Park της Νέας Υορκής ως βυθισμένο πάρκο, 1 <sup>ο</sup> βραβείο στο διαγωνισμό Future Skyscraper Competition, 2016, αρχιτέκτονες Yifend Zhao και Chengdu Zhu.....	81
Εικόνα 2.20: Τα πορώδη φυσικά και τεχνητά υλικά εδαφοκάλυψης ελαχιστοποιούν τη διατάραξη του κύκλου του νερού και επιτρέπουν την ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς τους.....	83
Εικόνα 2.21: Διάγραμμα διακύμανσης της θερμοκρασίας διάφορων υλικών εδαφοκάλυψης το χειμώνα και το καλοκαίρι- έκδηλη είναι η μειωμένη θερμοκρασία των επιφανειών που καλύπτονται από βλάστηση, το καλοκαίρι.....	84
Εικόνα 3.1: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην περιοχή του Sao Paolo.....	91
Εικόνα 3.2: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην περιοχή του Sao Paolo.....	91
Εικόνα 3.3: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην πόλη Freiburg.....	92
Εικόνα 3.4: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης στο Phoenix.....	93
Εικόνα 3.5: Κατάλογος διεθνών φορέων, ακαδημαϊκών ή μη, που χρησιμοποιούν σε μελέτες βιοκλιματικών επεμβάσεων το λογισμικό ENVI-met.....	93
Εικόνα 3.6: Δυνατότητες και φιλοσοφία σχεδιασμού της νεότερης έκδοσης του λογισμικού ENVI-met.....	109
Εικόνα 3.7: Περιβάλλον εργασίας του λογισμικού EENVI-met έκδοση 4.0.....	111
Εικόνα 3.8: Λεπτομερής σχεδίαση και προσομοίωση στοιχείων βλάστησης στο ENVI-met V.40 Editor.....	111
Εικόνα 3.9: Προσομοίωση βλάστησης στο τρισδιάστατο περιβάλλον σχεδίασης του προγράμματος ENVI-met V4.0.....	112
Εικόνα 3.10: Μοντέλο 3 σημείων υπολογισμού ροής θερμότητας σε στοιχεία τοιχοποιίας.....	113

Εικόνα 3.11: Διακύμανση θερμοκρασίας στους 3 κόμβους αναφοράς της διατομής του τοίχου κατά τη διάρκεια της μέρας.....	114
Εικόνα 3.12: Γραμμή εργαλείων του προγράμματος ENVI-met έκδοση 4.0.....	115
Εικόνα 4.1: Οι επτά διοικητικές ενότητες του δήμου Αθηναίων- τα Πετράλωνα ανήκουν στην 3 <sup>η</sup> .....	121
Εικόνα 4.2: Διαγραμματική απεικόνιση της συνοικίας των Πετραλώνων και των δήμων με τους οποίους συνορεύουν.....	122
Εικόνα 4.3: Θέση των Πετραλώνων στο χάρτη του ιστορικού κέντρου της Αθήνας- φαίνεται η γειτνίαση με το λόφο Φιλοπάππου και την Ακρόπολη.....	123
Εικόνα 4.4: Το εργοστάσιο Πιλοποιίας Πουλοπούλου, τοπόσημο και διατηρητέο κτίριο, στεγάζει σήμερα το πολιτιστικό κέντρο «Μελίνα Μερκούρη».....	125
Εικόνα 4.5: Η εικόνα της συνοικίας των Άνω Πετραλώνων στη δεκαετία του 1930.....	126
Εικόνα 4.6: Η σημερινή εικόνα του προσφυγικού συνοικισμού Ασυρμάτου, έργο του Άρη Κωνσταντινίδη. Μπροστά του περνάει ο περιφερειακός του Φιλοπάππου.....	126
Εικόνα 4.7: Κατοικία στην περιοχή των Άνω Πετραλώνων. Στα σοκάκια είναι έκδηλος ο χαρακτήρας παλιάς αθηναϊκής γειτονιάς.....	127
Εικόνα 4.8: Τυπική εικόνα δρόμου στα Άνω Πετράλωνα. Οικοδομικό σύστημα συνεχές, κατοικίες κυρίως τριώροφες, δρόμοι μικρού πλάτους και ήπιας κυκλοφορίας.....	128
Εικόνα 4.9: Η πλατεία «Μελίνας Μερκούρη», κεντρική πλατεία των Άνω Πετραλώνων, στην οποία πραγματοποιείται η γενική συνέλευση των κατοίκων κάθε Κυριακή.....	130
Εικόνα 4.10: Η περιοχή μελέτης στο χάρτη του Εθνικού Κτηματολογίου.....	132
Εικόνα 4.11: Οι δύο πλατείες, Φιλοπάππου και Ελπίδος, όπως εμφανίζονται στο χάρτη του Εθνικού Κτηματολογίου.....	133
Εικόνα 4.12: Στοιχεία για το πολεοδομικό καθεστώς στην περιοχή μελέτης, όπως απεστάλησαν από τη Διεύθυνση Πολεοδομίας του Δήμου Αθηναίων.....	133
Εικόνα 5.1: Γραμμή εργαλείων του προγράμματος ENVI-met V3.1.....	140
Εικόνα 5.2: Σχηματική απεικόνιση της σύνδεσης των εργαλείων του προγράμματος με τα στάδια της διαδικασίας.....	140
Εικόνα 5.3: Ψηφιακό σχέδια της περιοχής μελέτης- κλίμακα 1:1000.....	140
Εικόνα 5.4: Εικονίδια που αναφέρονται στην εισαγωγή δεδομένων και τη δημιουργία του μοντέλου.....	141
Εικόνα 5.5: Εισαγωγή πληροφοριών εκκίνησης του μοντέλου.....	141
Εικόνα 5.6: Δημιουργία του αρχείου εισόδου- κτίρια και βλάστηση.....	143
Εικόνα 5.7: Δημιουργία του αρχείου εισόδου- εδαφικό μοντέλο.....	144
Εικόνα 5.8: Δημιουργία του αρχείου εισόδου- υποδοχείς.....	145
Εικόνα 5.9: Δημιουργία του αρχείου εισόδου- εκπομπές.....	145
Εικόνα 5.10: Έλεγχος αρχείου Area model input file- Επιλογή Model Analyser.....	146

Εικόνα 5.11: Αντιστοιχία μεταξύ κατεύθυνσης ανέμου και ανοίγματος γωνίας μέσω του οποίου ο άνεμος υπεισέρχεται στους υπολογισμούς του ENVI-met.....	148
Εικόνα 5.12: Εικονίδιο που επιλέγεται για την έναρξη της προσομοίωσης.....	149
Εικόνα 5.13: Παράθυρο στο οποίο πραγματοποιούνται οι τελευταίες ρυθμίσεις και η προσομοίωση.....	149
Εικόνα 5.14: Εικονίδια εργαλείων που επιτρέπουν την επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τις εφαρμογές Xtract και Leonardo.....	150
Εικόνα 5.15: Παράθυρο που ανοίγει κατά την εκκίνηση του προγράμματος Leonardo.....	151
Εικόνα 5.16: Επιλογή αρχείου μεταβλητών προς απεικόνιση, Leonardo.....	152
Εικόνα 5.17: Παράθυρο ρυθμίσεων χάρτη- Settings 2D, Leonardo.....	152
Εικόνα 5.18: Παράθυρο πλοήγησης στο Xtract.....	153
Εικόνα 5.19: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00πμ.....	154
Εικόνα 5.20: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00μμ.....	154
Εικόνα 5.21: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 19:00μμ.....	155
Εικόνα 5.22: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00πμ.....	155
Εικόνα 5.23: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00μμ.....	156
Εικόνα 5.24: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση, 19:00μμ.....	156
Εικόνα 5.25: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00πμ.....	157
Εικόνα 5.26: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00μμ.....	157
Εικόνα 5.27: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 19:00μμ.....	158
Εικόνα 5.28: Ωριαίες τιμές θερμοκρασίας (° C), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met.....	159
Εικόνα 5.29: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της θερμοκρασίας.....	159
Εικόνα 5.30: Ωριαίες τιμές ποσοστού σχετικής υγρασίας (%), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met....	160
Εικόνα 5.31: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής του ποσοστού σχετικής υγρασίας.....	160
Εικόνα 5.32: Ωριαίες τιμές κατεύθυνσης του ανέμου (σε μοίρες), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met....	161
Εικόνα 5.33: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της κατεύθυνσης του ανέμου.....	161
Εικόνα 5.34: Ωριαίες τιμές ταχύτητας του ανέμου (σε km/h), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met....	162
Εικόνα 5.35: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου.....	162
Εικόνα 6.1: Διαφορά επιφανειακών θερμοκρασιών μεταξύ συμβατικών και ψυχρών επιστρώσεων.....	168

Εικόνα 6.2: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ.....	169
Εικόνα 6.3: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ.....	169
Εικόνα 6.4: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ.....	169
Εικόνα 6.5: Σχηματική απεικόνιση των ευεργετικών επιδράσεων της φύτευσης στο μικροκλίμα.....	170
Εικόνα 6.6: Αρχείο εισόδου τρίτης προσομοίωσης- εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων.....	171
Εικόνα 6.7: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ.....	172
Εικόνα 6.8: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ.....	172
Εικόνα 6.9: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ.....	172
Εικόνα 6.10: Διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας ανάμεσα σε συμβατική πλάκα σκυροδέματος και φυτοκαλυμένο δώμα.....	173
Εικόνα 6.11: Αρχείο εισόδου τέταρτης προσομοίωσης- εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων.....	174
Εικόνα 6.12: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ.....	175
Εικόνα 6.13: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ.....	175
Εικόνα 6.14: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ.....	175
Εικόνα 7.1: Στάδια σχεδιασμού και επανένταξης του δημόσιου χώρου στο κτισμένο περιβάλλον.....	187
Εικόνα 7.2: Σχετική θέση περιοχής μελέτης και λόφων Κοίλης και Φιλοπάππου.....	190
Εικόνα 7.3: Σημερινή άποψη του λόφου Κοίλης.....	191
Εικόνα 7.4: Ο λόφος Φιλοπάππου, όπως φαίνεται από τον ομώνυμο περιφερειακό δρόμο.....	192
Εικόνα 7.5: Ο συνολικός ελεύθερος χώρος στην περιοχή μελέτης.....	192
Εικόνα 7.6: Οι βασικές επιδιώξεις κατά το σχεδιασμό.....	193
Εικόνα 7.7: Η θέα προς το λόφο Φιλοπάππου και τα «μέτωπα» του μελετώμενου χώρου στο περιβάλλον του.....	194
Εικόνα 7.8: Σχεδιάγραμμα χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, όπως είναι σήμερα.....	195

Εικόνα 7.9: Οργανόγραμμα λειτουργιών που μπορούν να φιλοξενήσουν οι δύο πλατείες.....	196
Εικόνα 7.10: Σκαρίφημα διαμόρφωσης της κυκλοφορίας, κατόπιν της πεζοδρόμησης της οδού Πραμάντων.....	196
Εικόνα 7.11: Διαδικασία αναζήτησης νέων περιγραμμάτων για την περιοχή μελέτης.....	197
Εικόνα 7.12: Σχέδιο της περιοχής μελέτης, όπως διαμορφώθηκε από τα παραπάνω στάδια διερεύνησης.....	198
Εικόνα 7.13: Άξονες κίνησης και χώροι διημέρευσης στην περιοχή μελέτης.....	199
Εικόνα 7.14: Σκίτσα επίλυσης του ελεύθερου χώρου.....	200
Εικόνα 7.15: Σχεδίαση της πρότασης ανάπλασης στο σχεδιαστικό περιβάλλον Auto-Cad.....	203
Εικόνα 7.16: Κάτοψη της περιοχής μελέτης- υφιστάμενη κατάσταση.....	204
Εικόνα 7.17: Κάτοψη της περιοχής μελέτης- προτεινόμενη ανάπλαση.....	205
Εικόνα 7.18: Σκαρίφημα διαγωνίου τομής (κατά τον άξονα της οδού Πραμάντων) .....	206
Εικόνα 7.19: Σκαριφήματα καθιστικών α) στον πεζόδρομο Πραμάντων και β) στον πεζόδρομο Αγνάντων.....	206
Εικόνα 7.20: Αρχείο εισόδου 5 <sup>ης</sup> προσομοίωσης (πρόταση ανάπλασης).....	208
Εικόνα 7.21: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ .....	209
Εικόνα 7.22: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ.....	209
Εικόνα 7.23: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ.....	210
Εικόνα 7.24: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ.....	210
Εικόνα 7.25: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ.....	211
Εικόνα 7.26: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31 <sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ.....	211
Εικόνα 8.1: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 10:00πμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωμάτων.....	217
Εικόνα 8.2: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 14:00μμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωμάτων.....	219
Εικόνα 8.3: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 19:00μμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωμάτων.....	221
Εικόνα 8.4: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωμάτων.....	223

Εικόνα 8.5: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωματίων.....	225
Εικόνα 8.6: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για τα τέσσερα σενάρια προσομοίωσης.....	226
Εικόνα 8.7: Πίνακας τιμών για τη χάραξη του διαγράμματος μέσης θερμοκρασίας- χρόνου (Εικόνα 8.6).....	226
Εικόνα 8.8: Πίνακας ποσοστιαίας μείωσης μέγιστης θερμοκρασίας σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση για τα τρία εναλλακτικά σενάρια προσομοίωσης που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 6.....	227
Εικόνα 8.9: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης .....	229
Εικόνα 8.10: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης .....	230
Εικόνα 8.11: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 19:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης.....	231
Εικόνα 8.12: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης.....	232
Εικόνα 8.13: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης.....	233
Εικόνα 8.14: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 19:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης.....	234
Εικόνα 8.15: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για την υφιστάμενη κατάσταση και την πρόταση ανάπλασης στην περιοχή μελέτης.....	235
Εικόνα 8.16: Πίνακας τιμών για τη χάραξη του διαγράμματος της εικόνας 8.15.....	235
Εικόνα 8.17: Πίνακας ανάλυσης κόστους για την ολοκλήρωση του προτεινόμενου έργου ανάπλασης.....	237
Εικόνα 8.18: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για την υφιστάμενη κατάσταση και την πρόταση ανάπλασης (με και χωρίς το υδάτινο στοιχείο).....	238







ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

## 1.1 Εισαγωγή

Ως αστικά κενά, ή ελεύθεροι χώροι στην πόλη νοούνται οι επιφάνειες που προκύπτουν από κατεδάφιση κτιρίων, τα αδόμητα οικόπεδα, οι εγκαταλειμμένες εγκαταστάσεις, ακάλυπτοι στο εσωτερικό οικοδομικών τετραγώνων ή εξωτερικοί και γενικώς αδόμητοι χώροι αμφιλεγόμενου χαρακτήρα, χρήσεων ή νομικού καθεστώτος. Παρά την απουσία έκδηλης συγκεκριμένης χρήσης, όπως συμβαίνει με τους κοινωφελείς, οι χώροι αυτοί συγκεντρώνουν πολλαπλά νοήματα και λειτουργίες της πόλης, σε συνάρτηση με τη θέση και τη μορφή τους. Σε κάθε περίπτωση, με τον κατάλληλο σχεδιασμό και δικτύωση εντός του αστικού ιστού, μπορούν να αποτελέσουν «ανάσες» πρασίνου και να συντελέσουν στη βελτίωση του μικροκλίματος. Προκειμένου για δημόσιους ελεύθερους χώρους, ο χαρακτήρας τους είναι σαφέστερος και ο ρόλος τους σπουδαίος. Ο δημόσιος αστικός χώρος είναι δημιούργημα της κοινωνίας που τον διαμόρφωσε και τον χρησιμοποιεί, αντικατοπτρίζοντας ταυτόχρονα την ίδια, τις ανάγκες της, τις αντιλήψεις και τον πολιτισμό της. Οι δημόσιοι χώροι συγκροτούν τον αστικό ιστό, συνθέτουν ένα πλέγμα που δομεί την ίδια την πόλη, την ιεραρχεί, προσδίδοντας σε αυτήν τάξη, μορφή, ζωή και νόημα. Άλλωστε είναι αυτό το πλέγμα μέσω του οποίου η πόλη βιώνεται, ταυτοποιείται και αναγνωρίζεται. Πρόκειται για χώρους κοινωνικούς, με την έννοια ότι φέρουν μεγάλο μέρος της κοινωνικής ζωής της πόλης, χώρους συλλογικής μνήμης και δράσης, ελεύθερα προσβάσιμους, στους οποίους – εκτός των άλλων – αποτυπώνεται η αισθητική και ο ρυθμός της εποχής. Μάλιστα, από την ποιότητα των δημόσιων χώρων εξαρτάται η ίδια η συμπεριφορά των πολιτών, η ένταξή τους στο γίνεσθαι της πόλης και εν τέλει η ποιότητα ζωής τους. Η εικόνα της πόλης σήμερα διαφέρει ουσιαστικά από εκείνη του παρελθόντος: ο δημόσιος βίος έχει πάψει προ πολλού να συνδέεται με το δημόσιο χώρο και η κεντρική πλατεία ή δρόμος δεν πυκνώνει το νόημα της συμβίωσης και της συλλογικής δράσης. Ταυτόχρονα, η αξία του ελεύθερου χώρου για την εξισορρόπηση του μικροκλίματος προβάλλει πιο σημαντική από ποτέ, δεδομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αστικής δόμησης και των δραστηριοτήτων της πόλης. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, μελετάται η περίπτωση των πλατειών Ελπίδος και Φιλοπάππου στα Άνω Πετράλωνα. Οι άξονες μελέτης είναι οι εξής:

- Κοινωνικός: σημασία για τη δημόσια ζωή της περιοχής
- Οικολογικός: συμβολή στη βελτίωση του αστικού μικροκλίματος- βιοκλιματική θεώρηση
- Συνθετικός: κριτήρια και επιδιώξεις κατά το σχεδιασμό

Στο κεφάλαιο αυτό, επιχειρείται μια σύντομη ανασκόπηση του ρόλου των ελεύθερων δημόσιων χώρων στην Αθήνα, προκειμένου να αναζητηθεί η σύνδεση με την αρχαία Αθηναϊκή Αγορά και τη σημασία του δημόσιου βίου, και να διερευνηθούν οι λόγοι που οδήγησαν στην απαξίωση του δημόσιου ελεύθερου χώρου σήμερα. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η προσφορά των χώρων αυτών στη ζωή της πόλης σε κοινωνικό επίπεδο και ο ρόλος της αρχιτεκτονικής της πόλης στην ουσιαστική ανάδειξή τους.

## 1.2 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

### 1.2.1 Ο Δημόσιος Χώρος στην αρχαία Αθήνα

Από τον ορισμό της, η πόλη αποτελεί έναν τόπο μόνιμης κατοικίας, εν αντιθέσει με τους προσωρινούς οικισμούς που δημιουργήθηκαν για λόγους κυρίως οικονομικούς. Πρόκειται για το αποτέλεσμα και την έκφραση στο χώρο της ανάγκης του ανθρώπου για κοινωνική συμβίωση, που είναι κάτι περισσότερο από μια απλή συγκατοίκηση σε κάποιο κοινό χώρο. Η πόλη, πέραν μιας

οικοδομικής οντότητας, είναι ένα ιστορικό και κοινωνικό φαινόμενο, του οποίου ο ρόλος ξεπερνά την επίλυση στοιχειωδών προβλημάτων. Η διαδικασία δημιουργίας της πόλης αποτελεί ένα γεγονός, από το οποίο ξεκινούν η κοινωνία και η ιστορία της ανθρωπότητας. Η ιδέα αυτή υπαγορεύει μια ανάγκη για οργάνωση ως προς το χώρο και τον τρόπο ζωής. Δεδομένου ότι η αρχιτεκτονική προτείνει τρόπους και ποιότητες ζωής, οι δύο αυτές μορφές οργάνωσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Επομένως, ένα αναπόσπαστο χαρακτηριστικό της πόλης είναι η εξωτερική της όψη· το αστικό τοπίο διακρίνεται από την ύπαιθρο, μέσω της πολεοδομικής του οργάνωσης και της υψηλής συγκέντρωσης πληθυσμού ανά μονάδα οικοδομημένης επιφάνειας. Κατά συνέπεια, αναπτύσσονται εκείνες οι συμβιωτικές σχέσεις μεταξύ των κατοίκων μιας πόλης που οδηγούν σε αυτό που ονομάζουμε δημόσιος βίος. Η ιδέα του «συν-κατοικείν» εκφράζει την πρόθεση και ελεύθερη απόφαση του ανθρώπου να ζει φυσικά, πολιτικά, οικονομικά, πνευματικά και έννομα σε μια κοινωνία, και να αναγνωρίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις που συνεπάγεται αυτή η επιλογή. Η πόλη δομείται έτσι ώστε να υποδεχτεί αυτό το συλλογικό βίο και τις δραστηριότητές του, κάτι που πραγματοποιείται σε επίπεδο θέσης, υποδομών, δημόσιων κτιρίων και χώρων και πολεοδομικού σχεδιασμού, εν γένει.

Οι πρώτοι κοινόχρηστοι χώροι εμφανίζονται κατά τη Νεότερη Νεολιθική I και II, ενώ κατά την Πρώιμη Χαλκοκρατία εντοπίζονται στον ελλαδικό χώρο τα πρώτα αναγνωρίσιμα δείγματα ρυμοτομικού σχεδιασμού και κοινωνικής πολυμορφίας. Στο Αιγαίο αναπτύσσονται, ήδη από την εποχή αυτή (περί το 3000 π.Χ.), πολυάνθρωπα αστικά κέντρα με ξεκάθαρη πολεοδομική διάταξη, κοινοτικά κτίσματα και κοινωφελή έργα, χαρακτηριστικά που, πέραν της τεχνικής εξειδίκευσης και της οικονομικής ευμάρειας, μαρτυρούν πώς η ιδέα των «κοινών» και του δημόσιου προσώπου της πόλης ήταν ήδη έκδηλη. Κατά την κλασική περίοδο (500-338 π.Χ.), οι έννοιες «πολίτης» και «πόλις» πρακτικά ταυτίζονται. Η πόλις αντιπροσωπεύει το σύνολο των πολιτών της και όχι απλώς τη γεωγραφική της θέση και έκταση. Από την άλλη, πολίτης μιας τέτοιας οργανωμένης και ολοκληρωμένης κοινωνίας θεωρείται μόνο το ενεργό μέλος της, ο συμμετέχων στα «κοινά». Σχεδόν όλες οι όψεις της ατομικής ζωής συνδέονται με τη δημόσια, σε βαθμό που ο πολίτης αισθάνεται πως η ζωή του ανήκει περισσότερο στην πολιτεία παρά στον ίδιο. Άλλωστε, η πολιτεία παρέχει το θέατρο, τους εορτασμούς, τα δημόσια μνημεία, τους ελεύθερους χώρους και συνδέει τους πολίτες με τους κυριότερους τομείς της ζωής.

Η αρχαία Αθήνα αποτέλεσε αδιαμφισβήτητο παράδειγμα μιας τέτοιας ολοκληρωμένης κοινωνίας ανθρώπων. Η δομή της πόλης καθορίστηκε από τη δημοκρατική ιδεολογία των συμπολιτών. Η πόλη αυτή εμφύσησε στους πολίτες της τη συνείδηση και προσωπικότητα του ανθρώπου και τον ιδεολογικό χαρακτήρα της ζωής, με αποτέλεσμα να λειτουργήσει ως μια ενεργός κοινότητα αυτοδιοικούμενων πολιτών, οι οποίοι ενσυνείδητα καθόρισαν και οργάνωσαν την ιδιωτική και δημόσια διάσταση της ζωής τους. Ο δημόσιος ελεύθερος χώρος στην αρχαία Αθήνα συγκεντρώνεται στο κέντρο της πόλης και αποτελεί χώρο θεαμάτων, αγώνων και κυρίως συγκεντρώσεων. Είναι χώρος ανταλλαγής και επικοινωνίας σε πρακτικό και κοινωνικό- ψυχονοητικό επίπεδο, αγόρευσης. Η αγόρευση πυκνώνεται στο χώρο της «Αγοράς». Πρόκειται για μια δημόσια, ανοικτή επιφάνεια, που εκτείνεται πέραν του τρισδιάστατου, μηχανιστικού χώρου· αποτελεί τον κοινωνικό και ιδεολογικό τόπο στον οποίο γεννιέται ο πολιτικός και ιστορικός άνθρωπος, που, απελευθερωμένος από την

πνευματική αδράνεια, μετατρέπεται σε σκεπτόμενη προσωπικότητα. Ο κεντρικός αυτός χώρος βρίσκεται σε άμεση οπτική επαφή με τους δρόμους που τον περιβάλλουν και ενσωματώνει τις δημόσιες λειτουργίες, διατηρώντας την ενότητά του με τη σωστή χρήση αναλογιών και υλικών στους ρυθμούς των κτιρίων. Το πράσινο στην Αθηναϊκή Αγορά είναι περιορισμένης κλίμακας, αποτελούμενο από συστάδες δέντρων παραπλεύρως των κρηνών ή των δημόσιων κτιρίων. Η ανοιχτή, «μη κανονική» αντίληψη της Αθηναϊκής Αγοράς παραπέμπει στο χαρακτηριστικό αίθριο της αρχαιοελληνικής κατοικίας.



Εικόνα 1.1: Αποψη της αρχαίας Αθηναϊκής Αγοράς σήμερα

Αυτή η ενσωμάτωση των ενεργών, κοινωνικών λειτουργιών της πόλης είναι που μετατρέπει τον αστικό χώρο σε τόπο, σε μητροπολιτικό τοπίο και η εν λόγω πλευρά του παρελθόντος καλείται να αποτελέσει φωτεινό παράδειγμα για την εικόνα της σημερινής πόλης και υπενθύμιση ενός τρόπου ζωής που αναδεικνύει τον πολιτισμό ως έκφραση της συλλογικής συνείδησης. Άλλωστε η ιστορία είναι γραμμένη στη χάραξη και στην αρχιτεκτονική των πόλεων και η πόλη είναι φορέας ήθους αξεδιάλυτα συνδεδεμένου με τη δομή και τη λειτουργία της.

### 1.2.2 Αλλαγές στη μορφή και το χαρακτήρα του δημόσιου χώρου στον 20<sup>ο</sup> αιώνα

Τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζεται μια έντονη υποβάθμιση των αστικών κέντρων της χώρας και κυρίως της Αθήνας, λόγω της οξύτητας των προβλημάτων τα οποία έχουν συσσωρευθεί σε αυτά: ο λόγος για το κυκλοφοριακό πρόβλημα, τις υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες, την αλόγιστη αύξηση της εκμετάλλευσης των ακινήτων, την έλλειψη κοινωνικού εξοπλισμού και χώρων πρασίνου, την παλαιότητα των υποδομών και λοιπά.

Με δεδομένο ότι σε κάθε κάτοικο της Αθήνας αναλογούν μόνο 2,8 τετραγωνικά μέτρα πρασίνου, η χαμηλότερη τιμή στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η ανάγκη προστασίας των λίγων κοινόχρηστων χώρων και χώρων πρασίνου που απομένουν θα έπρεπε να αντιμετωπίζεται από την Πολιτεία ως επείγουσα

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

προτεραιότητα. Αντ' αυτού, στη σύγχρονη Αθήνα, ο δημόσιος χώρος κρίνεται ανεπαρκής, με αποτέλεσμα σημαντικές δημόσιες λειτουργίες να εξυπηρετούνται – όχι πάντα ικανοποιητικά- σε αδιάφορα, ακατάλληλα κτίρια του ιδιωτικού τομέα, και άλλες, κυρίως εξωτερικές, να μην εξυπηρετούνται καθόλου. Τα εν λόγω ιδιωτικά κτίρια είναι συχνά αυτοαναφορικά και κραυγαλέα ως προς το ύψος τους, αλλοιώνοντας τον ενιαίο χαρακτήρα της γειτονιάς. Αυτή η αλλαγή έχει συντελεστεί ερήμην των πολιτών και συχνά απουσία αρχιτεκτονικής συνείδησης, χωρίς ωστόσο να εμποδίζεται, ως επί το πλείστον, από τους πολίτες. Η αδράνεια αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι η πόλη έχει μετατραπεί σε έναν απρόσωπο χώρο, τον οποίο ο πολίτης δεν νιώθει οικείο του, τόπο του. Αναλογιζόμενοι ότι η πόλη αποτελεί έναν ζωντανό οργανισμό με δυναμική και απρόβλεπτη εξέλιξη, και ότι η αρχιτεκτονική της δηλώνει τη βιωματική σχέση των κατοίκων με το χώρο και το χρόνο, καλούμαστε να διερευνήσουμε τις τάσεις και τα αίτια που διαμόρφωσαν τη σημερινή ζοφερή εικόνα της.

Το ανθρωπογενές περιβάλλον αποκρυσταλλώνει την ίδια τη ζωή, στη βάση της λογικής ότι ο χώρος αποτελεί μαρτυρία της αιτίας που τον γέννησε. Επομένως, έχει νόημα να θεωρήσουμε το χώρο ως συνέχεια της ιστορίας. Οι παρανοήσεις στην κατανόηση των αστικών ζητημάτων ως αμιγώς κοινωνικών στο πέρασμα του χρόνου, αφορούν αφενός στο γεγονός ότι ανθρωπογενές θεωρείται μόνο το χτισμένο περιβάλλον και αφετέρου στην ταύτιση της ιστορίας με επιφανείς χώρους και μόνο. Στα επόμενα περιγράφεται η εξέλιξη των δημόσιων ανοιχτών χώρων, ως προς τη θέση, τη μορφή και τη χρήση κατά τις τελευταίες δεκαετίες.



Εικόνα 1.2: Η πλατεία Ομονοίας, στο κέντρο της Αθήνας, το έτος 1903



Εικόνα 1.3: Η πλατεία Ομονοίας, στο κέντρο της Αθήνας, το 1959

Στις πρώτες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα, η πλατεία αποκτά μνημειώδεις διαστάσεις, προκειμένου να αποτελέσει χώρο επίδειξης δύναμης της πόλης και να ακολουθήσει τα ευρωπαϊκά νεοκλασικά πρότυπα στην αρχιτεκτονική και την πολεοδομία. Οι υπάρχοντες δημόσιοι χώροι διευρύνονται και δημιουργούνται νέοι με γνώμονα όχι τις ανάγκες των πολιτών και την ανθρώπινη κλίμακα, αλλά την επιβολή αισθήματος υποταγής στους πολίτες. Οι μορφές των πλατειών και γενικά των δημόσιων χώρων χαρακτηρίζονται από συμμετρία, επιβλητικότητα, μνημειακότητα και παρά το γεγονός ότι εντυπωσιάζουν τους περαστικούς και λειτουργούν ως τοπόσημα, είναι πια ξένες για τους πολίτες. Η Αθήνα αναπτύσσεται εκρηκτικά μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και η άνθηση του τριτογενούς τομέα οδηγεί σε εντατική αστικοποίηση. Προκειμένου να λυθεί το ζήτημα της στέγασης των νεοαφιχθέντων- στους οποίους θα πρέπει να προστεθούν και οι μετανάστες- η πόλη επεκτείνεται άναρχα στη δεκαετία του 1950 και η οικοδομή γίνεται βασική οικονομική δραστηριότητα. Η άκριτη εμπορική εκμετάλλευση της γης και η εκδίωξη των λαϊκών στρωμάτων από το ιστορικό κέντρο, το οποίο διατηρείται ως μνημείο και μόνο, οδηγούν στη δημιουργία προαστίων με ανεπαρκείς δημόσιους χώρους. Οι δημόσιοι χώροι αντιμετωπίζονται ως κενά αναξιοποίητα οικόπεδα, τα οποία γρήγορα οικοδομούνται στα πλαίσια της εμπορικής εκμετάλλευσης. Κατά τις επόμενες δεκαετίες, εμφανίζονται στην πόλη οι πρώτες πολυκατοικίες και το φαινόμενο της αντιπαροχής. Ο Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός δεν ορίζει συντελεστές κάλυψης, με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζονται οι απαραίτητοι κοινόχρηστοι υπαίθριοι χώροι. Την ίδια εποχή, παρατηρείται ραγδαία αύξηση των αυθαιρέτων, τα οποία οικοδομούνται σε καταπατηθέντα οικόπεδα και αργότερα εντάσσονται στο «σχέδιο πόλεως». Η Αθήνα ξαναχτίζεται πάνω στον ιστό της νεοκλασικής πόλης, με πολύ μεγαλύτερους κτιριακούς όγκους, χωρίς αντίστοιχη διαπλάτυνση των οδών και πρόβλεψη για αύξηση των δημόσιων ελεύθερων χώρων και κοινόχρηστων χώρων πρασίνου. Αυτό σημαίνει ότι η πόλη δεν υφίσταται απλώς αλλαγή κλίμακας, αλλά σοβαρή παραμόρφωση και αλλαγή χαρακτήρα. Καθώς το δίκτυο μέσων μαζικής μεταφοράς δεν εξελίσσεται ανάλογα προς το μέγεθος της πόλης, η οποία έχει πραγματικά γιγαντωθεί ως τότε, παρατηρείται η κατανομή των πολιτών σε ζώνες, ανάλογα με το εισόδημα και την απασχόληση. Ως επί το πλείστον, το εργατικό δυναμικό συγκεντρώνεται γύρω από τα εργοστάσια και τις βιοτεχνίες, που αποτελούν το χώρο εργασίας, σε αφρόντιστες ζώνες με άναρχη δόμηση. Στον αντίποδα, στη βάση πάντα της φιλοσοφίας ότι η κατοικία αντιμετωπίζεται ως επένδυση, δημιουργούνται τα προάστια που φιλοξενούν τις



## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

υψηλότερες εισοδηματικές ομάδες, όπου οι πυκνότητες είναι χαμηλότερες και το μικροκλίμα ευνοϊκότερο. Σε αυτό ασφαλώς συντελεί η ύπαρξη πάρκων και χώρων πρασίνου, που παρεμβάλλονται όμως εξωραϊστικά και όχι ως χώροι συλλογικών δράσεων και κοινωνικού γίνεσθαι. Οι χώροι αυτοί αντιμετωπίζονται ως αναγκαία κενά στον αστικό ιστό και όχι ως «κοινά». Η κατάσταση επιδεινώνεται στη δεκαετία του 1970 με την αύξηση των συντελεστών κάλυψης και την τουριστική ανάπτυξη. Η καταστροφή του περιβάλλοντος από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της περιόδου. Μια διορθωτική κίνηση επιχειρείται με το Άρθρο 24/1975, περί ειδικής διαδικασίας ανακήρυξης και πολεοδομικής ενοποίησης νέων οικιστικών περιοχών. Σύμφωνα με αυτό, οι ιδιοκτήτες συμμετέχουν υποχρεωτικά, χωρίς αποζημίωση στην προσφορά γης για τη δημιουργία δρόμων, πλατειών και κοινωφελών χώρων. Το 1979 προβλέπεται η μείωση των συντελεστών δόμησης και σχεδιάζονται ορισμένες πεζοδρομήσεις, με πρώτη την οδό Βουκουρεστίου την ίδια χρονιά. Ωστόσο, η προσπάθεια αυτή εγκαταλείπεται γρήγορα ως μη κερδοφόρα και οι αναπλάσεις για την αντιστροφή της καταστροφής του φυσικού και πολεοδομικού περιβάλλοντος κρίνονται ασύμφωρες. Το ζήτημα της κατοικίας και η μεταφορά κεντρικών-συγκεντρωτικών λειτουργιών στα νέα προάστια, θεωρητικά σημαίνει την ανάδειξη του ρόλου της γειτονιάς και θα έπρεπε να συνεπάγεται μέριμνα για κατάλληλους και επαρκείς δημόσιους ανοιχτούς χώρους και χώρους πρασίνου σε κάθε γωνιά της Αθήνας. Αντ' αυτού, οι προτάσεις για ανάπλαση αφορούν αποκλειστικά στον εξωραϊσμό του ιστορικού κέντρου, το οποίο πρέπει να αποσυμφορηθεί και να λειτουργήσει ως βιτρίνα της πόλης. Όσο για τα προάστια, το ενδιαφέρον εξαντλείται όπου υπάρχουν οικονομικές δραστηριότητες στα πλαίσια του πολυτελούς τουρισμού. Ο δημόσιος χώρος, όπου υπάρχει, φροντίζεται αποσπασματικά για να φιλοξενήσει τις υπαίθριες λειτουργίες των γύρω καταστημάτων· ο πολίτης αποσυνδέεται από την πόλη του και ο δημόσιος χώρος είναι για αυτόν κενός νοήματος. Φτάνοντας στο σήμερα, η περιπέτεια των δημόσιων χώρων δεν έχει τέλος, με την υπόσχεση μετατροπής των ολυμπιακών εγκαταστάσεων του 2004 σε πάρκα να νομιμοποιεί την καταπάτηση ελεύθερων χώρων για την ανέγερσή τους.



Εικόνα 1.4: Η σημερινή εικόνα της πλατείας Μοναστηρακίου και της ιστορικότερης Αθηναϊκής συνοικίας, της Πλάκας



1.3 Ο δημόσιος χώρος στη σύγχρονη Αθήνα

1.3.1 Η κατάσταση των ελεύθερων δημόσιων χώρων στην Αθήνα του σήμερα

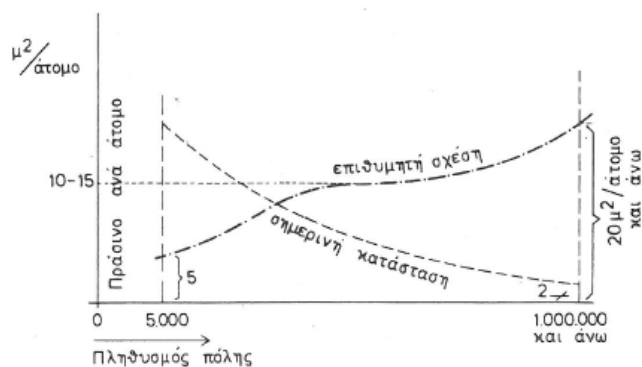
Οι κυριότεροι παράγοντες που υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής στη σύγχρονη Αθήνα είναι το κυκλοφοριακό χάος, οι υψηλές πυκνότητες, ο θόρυβος, το νέφος και οι δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες εξαιτίας αυτού, η κάλυψη των επιφανειών σχεδόν αποκλειστικά με τσιμέντο και ασφάλτο και η έλλειψη πρασίνου και ελεύθερων χώρων. Σε κάθε κάτοικο της Αθήνας αναλογούν μόνο 2,8 τετραγωνικά μέτρα πρασίνου, η χαμηλότερη τιμή στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ από τους 49 δήμους του λεκανοπεδίου, μόνο στους 10 υπάρχει η δυνατότητα διαμόρφωσης ιδιωτικών κήπων ή αυλών στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων. Αν αναλογιστούμε ότι η απαιτούμενη κατ' άτομο επιφάνεια υπαίθριων χώρων και πρασίνου δεν είναι σταθερή, αλλά αυξάνεται, αυξανόμενου του μεγέθους της πόλης, η ανεπάρκεια αυτή εμφανίζεται ιδιαίτερα κρίσιμη, στην αχανή Αθήνα του σήμερα. Ακόμα, ο κατ' εξοχήν δημόσιος χώρος, ο δρόμος, καλύπτεται κατά 70% από ασφάλτο και διατίθεται για τα τροχοφόρα, με το λοιπό 30%, που καλύπτεται από πλάκες πεζοδρομίου, χωρίς φύτευση ως επί το πλείστον, να πυκνώνει το σύνολο των κινήσεων των πεζών και να χρησιμοποιείται εν μέρει για στάθμευση. Οι αμιγείς πεζόδρομοι έχουν περιορισμένη συμμετοχή στο σύνολο του οδικού δικτύου, η κατασκευή τους κρίνεται δαπανηρή και θεωρούνται πηγή κυκλοφοριακών προβλημάτων. Συχνά δε, χρησιμοποιούνται για κίνηση τροχοφόρων.

ΠΟΛΗ *	τ.μ./κάτοικο
Βερολίνο	23,8
Αμβούργο	37,3
Μόναχο	28,7
Κολωνία	23,8
Έσσεν	12,0
Φραγκφούρτη	9,2
Ντορτμουντ	4,9
Στουτγάρδη	12,7
Βρέμη	14,1
Ντισελντορφ	26,8
Ντισμπαουγκ	26,8
Αννόβερο	26,8

\* Η σειρά ανταποκρίνεται προς το πληθυσμιακό μέγεθος. Πρβλ. δεύτερη στήλη πίνακα 4ε.

Εικόνα 1.5: Κατανομή επιφάνειας πρασίνου ανά κάτοικο στις μεγαλύτερες πόλεις της Γερμανίας

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 1.6: Επιθυμητή και πραγματοποιούμενη αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο στην Αθήνα

Η πόλη μας σήμερα βρίσκεται σε ένα κρίσιμο σημείο, καθώς με την ταχεία βιομηχανοποίηση της κοινωνίας άρχισε η κενή σχηματοποίηση. Αυτό που παντελώς απουσιάζει από τις σύγχρονες μεγάλες πόλεις, συμπεριλαμβανομένης της Αθήνας, είναι η ιδεολογική «έδρα», οι κοινωνικές συναρμογές, η έννοια της αστικής συμβίωσης. Με άλλα λόγια, η πόλη μας έχει υποστεί αστική αποσύνθεση και έχει μετατραπεί, κατά τον όρο του Ιωάννη Δεσποτόπουλου, σε «φαινόμενη πόλη». Η «φαινόμενη πόλη», λοιπόν, διέπεται από τους κανόνες της γραφειοκρατίας και λειτουργεί ως μηχανή μαζικής παραγωγής αγαθών για να καλύψει τις ανάγκες ενός μεγάλου αθροίσματος καταναλωτών, που ζουν σε αυτήν απρόσωπα, χωρίς καμία ουσιαστική ένταξη. Το κέντρο βάρους της αστικής οργάνωσης και ζωής είναι τα καταστήματα, τα οποία λειτουργούν μεν ως «κοινοτικό κέντρο», αλλά σε καμία περίπτωση δε είναι πυρήνες κοινωνικής ζωής· πολύ περισσότερο αποτελούν προέκταση της κατοικίας, όπου ο άνθρωπος καλύπτει μεν ορισμένες ανάγκες, παραμένει όμως απομονωμένος. Η πόλη μας σήμερα στερείται φυσιογνωμίας, σαν αποτέλεσμα της απαξίωσης των ιδεολογικών αξιών και των κοινωνικών συναισθημάτων εκείνων που πλάθουν τις μορφές του χώρου σε συγκεκριμένο τόπο. Τα νοήματα της σύγχρονης πόλης είναι αποσπασματικά, θραύσματα που δεν μπορούν να αποτελέσουν ένα ενιαίο οπτικό και ιδεολογικό σύνολο, ένα αρμονικό όλον. Κατά συνέπεια, η εικόνα της πόλης μοιάζει να συντίθεται από ένα άθροισμα άμορφων δομών και κενών βασισμένων στην τυχαιότητα, μέρος μιας ανάπτυξης ανταγωνιστικής προς τη φύση. Την έλλειψη χαρακτήρα στο σύγχρονο αστικό κέντρο μαρτυρούν και ενισχύουν η ανυπαρξία ισχυρής φυσιογνωμίας στα σύγχρονα δημόσια κτίρια, η «στοίβαξη» λειτουργιών του δημόσιου βίου σε ακατάλληλους, αποπνικτικούς, «αεροστεγείς» χώρους, στους οποίους χάνεται η επαφή με τη ζωή της πόλης και διατηρούνται σταθερές συνθήκες μέσω κλιματισμού, επιβαρύνοντας το μικροκλίμα κι ακόμα, η απουσία σημαντικών δημόσιων υπαίθριων χώρων, η οποία οδηγεί σε πλήρη αποξένωση και οριστική απομάκρυνση του ανθρώπου από το φυσικό περιβάλλον, με συνέπεια την αδιαφορία του για τις ανυπολόγιστες οικολογικές επιπτώσεις που επιφέρουν οι δραστηριότητές του.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι κανένα ρυθμιστικό σχέδιο περί εξασφάλισης επαρκών και κατάλληλων δημόσιων χώρων δεν έχει ως τώρα εφαρμοστεί. Προς αντιμετώπιση της κατάστασης αυτής, εκπονούνται μελέτες ανάπλασης, ξεκινώντας από το ιστορικό κέντρο. Η αναβάθμιση αυτή, από πλευράς αισθητικής και συνθηκών ζωής, αυξάνει κατακόρυφα την τιμή της γης, προκειμένου να καλυφθεί το κόστος του έργου. Σαν αποτέλεσμα, εντείνεται το φαινόμενο κατανομής των κατοίκων

σε ζώνες, ανάλογα με την οικονομική τους κατάσταση, με τις χαμηλότερες εισοδηματικές ομάδες να εγκαθίστανται σε υποβαθμισμένες περιοχές. Η κερδοσκοπική εκμετάλλευση της γης και η στροφή στις αναπλάσεις για εξυπηρέτηση οικονομικών βλέψεων και σκοπιμοτήτων, οξύνει την αντίθεση ανάμεσα σε ατομικό και συλλογικό συμφέρον. Αυτές οι πρακτικές αποτυπώνονται στην ίδια την ανάπτυξη της πόλης, ανταγωνιστικά προς το φυσικό περιβάλλον και με πρωταρχική μέριμνα το κέρδος των ιδιοκτητών. Οι λιγιστές πράσινες γωνιές της Αθήνας, όπως και των περισσότερων ελληνικών πόλεων, αντιμετωπίζονται μάλλον ως χώροι υποψήφιοι να φιλοξενήσουν μικρές ή μεγαλύτερες κατασκευές, εμπορικές δραστηριότητες, ως υπαίθριοι χώροι στάθμευσης ή και ως χωματερές, παρά ως αναντικατάστατοι περιβαλλοντικοί πόροι και τόποι ξεκούρασης, αναψυχής, διημέρευσης και κοινωνικής συναναστροφής. Πέραν του σκοπού των αναπλάσεων, αυτό που είναι προβληματικό στον ίδιο τον επανασχεδιασμό των υπαίθρων δημόσιων χώρων στην Αθήνα του σήμερα, είναι η αντιμετώπισή τους ως περιπτωσιακό, εξωραϊστικό μέτρο. Η στάση αυτή συνδέεται με τα προηγούμενα στο βαθμό που ο δημόσιος χώρος φροντίζεται μόνο για να δεχθεί την υπαίθρια λειτουργία κάποιου καταστήματος, αλλά μαρτυρά και μια βαθύτερη και αποκλειστική ταύτιση της φυσιογνωμίας και της λειτουργίας της πόλης με το κτισμένο περιβάλλον. Οι υπαίθριοι δημόσιοι χώροι, πολλώ μάλλον οι κοινόχρηστοι ακάλυπτοι στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων συγκροτούνται εξ' αρχής μέσα από αρνητικούς όρους. Αυτό σημαίνει ότι αντιμετωπίζονται ως αρνητικοί χώροι, με την έννοια του υπολειμματικού, ότι είναι δηλαδή «ο,τι περίσσεψε» από το δομημένο περιβάλλον, το χρήσιμο και λειτουργικό. Το οξύμωρο της λογικής αυτής έγκειται στο ότι, σε πολλές περιπτώσεις, η σημασία και τα νοήματα των ελεύθερων χώρων, όπως και οι χρήσεις που με την κατάλληλη φροντίδα μπορούν να φιλοξενήσουν, είναι πυκνότερες και ουσιαστικότερες ακόμα και από τις λειτουργίες του κτισμένου χώρου. Συνέπεια αυτής της θεώρησης, η σχεδίαση των ελεύθερων χώρων όχι ως «καρδιά» της γειτονιάς και γενικά της πόλης, ως απαραίτητος λειτουργικός, ιδεολογικός και οικολογικός πυρήνας, αλλά ως προκύπτοντα κενά εντός του συνεχούς δομικού συστήματος. Με τον τρόπο αυτό, υπονομεύεται το μοναδικό μικροπεριβάλλον που προσφέρουν, απαξίωση που αποτυπώνεται και στη γεωμετρία τους. Στη μια περίπτωση, οι ελεύθεροι δημόσιοι χώροι προκύπτουν, χωρίς αρχιτεκτονική συνείδηση και φροντίδα, έχουν ανεπαρκείς διαστάσεις και συνδέσεις μεταξύ τους, γεγονός που ενισχύει την αποσπασματικότητα των νοημάτων της πόλης. Στη βάση της θεώρησης ότι η αρχιτεκτονική προτείνει τρόπους ζωής και αντίστροφα ότι η ζωή οργανώνεται γύρω από χώρους, οδηγούμαστε αβίαστα στο συμπέρασμα ότι ο σύγχρονος πολίτης της Αθήνας δυσκολεύεται ως και αδυνατεί να αναπτύξει και να εκφράσει κοινωνικότητα, αλληλεγγύη και σεβασμό, όταν ο δημόσιος χώρος της πόλης είναι αδιάφορος, ανοργάνωτος, και ξένος. Στην άλλη περίπτωση, κυρίως σε πλατείες του ιστορικού κέντρου, πραγματοποιείται διαμόρφωση που τις καθιστά μνημεία. Ο αρχιτεκτονικός χώρος της πλατείας δεν αντιμετωπίζεται ως τόπος, ως «δοχείο ζωής», ακόμα και αν σχεδιάζεται ως επίκεντρο, αλλά εκφυλίζεται σε αισθητικό αντικείμενο προς θέαση. Η πόλη διαμορφώνεται ως σκηνικό και ο ελεύθερος χώρος ως «επιδερμίδα»· ακόμα και όταν φυτεύεται, η πλήρωσή του με φυτά γίνεται για διακοσμητικούς λόγους. Αν και σε μια τέτοια περίπτωση, δεν θα έπρεπε να παραγνωρίσουμε τη συμμετοχή του φυτεμένου χώρου στη βελτίωση του μικροκλίματος, ο λειτουργικός ρόλος της πλατείας δεν εξυπηρετείται στο ελάχιστο.



Εικόνα 1.7: Η σημερινή εικόνα της κεντρικότερης πλατείας της Αθήνας, της πλατείας Συντάγματος

Η διερεύνηση των ελλείψεων και προβλημάτων στη συνθετική αντιμετώπιση των ελεύθερων δημόσιων χώρων συνιστά ένα εργαλείο ερμηνείας της σημερινής τους κατάστασης και κατανόησης της στάσης των πολιτών απέναντι σε αυτούς. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για τον εξής φαύλο κύκλο: η απαξίωση του δημόσιου χώρου κατά το σχεδιασμό, εμποδίζει τον πολίτη να κινηθεί και να δραστηριοποιηθεί ενεργά μέσα σε αυτόν, αναπτύσσοντας την αλληλεγγύη, τη συλλογικότητα και παράλληλα το σεβασμό και τη φροντίδα για το δημόσιο χώρο της πόλης του. Ταυτόχρονα, αδυνατώντας να αντιληφθεί τη σημασία και το νόημα του δημόσιου χώρου για την κοινωνική ζωή του, ο άνθρωπος απομακρύνεται από αυτόν και τον εγκαταλείπει στην παρακμή ή την εμπορική του εκμετάλλευση. Η σύνδεση αυτή μαρτυρά κατάφωρα, αυτό για το οποίο έχει ήδη γίνει λόγος ανωτέρω: η εικόνα της πόλης αποκρυσταλλώνει τη ζωή σε αυτήν, την επηρεάζει και διαμορφώνεται από αυτήν. Ο δημόσιος χώρος στη σημερινή Αθήνα είναι υποβαθμισμένος, κατακερματισμένος. Δεδομένου ότι δεν σχεδιάζεται ως άρτιος αρχιτεκτονικός χώρος, πλήρης νοημάτων και λειτουργιών, συχνά εκφυλίζεται σε «παρτέρι» ή απλώς πέρασμα. Ως τέτοιο, αδυνατεί να φιλοξενήσει τις εκδηλώσεις της δημόσιας ζωής της πόλης. Εγκαταλείπεται, ή χρησιμοποιείται κατ' ανάγκην ως μέσο διέλευσης, ενισχύοντας την τάση του ανθρώπου του σύγχρονου αστικού κέντρου να μη βιώνει τον υπαίθριο χώρο της πόλης του, παρά να κινείται βιαστικά και αδιάφορα σε αυτόν χωρίς στάση. Ακόμα και κατά την παραμονή του στο δημόσιο χώρο, ο άνθρωπος δεν διάγει δημόσιο βίο, εφόσον δεν αλληλεπιδρά με το περιβάλλον, ή με τους συμπολίτες του. Είναι ένας ξένος που βρίσκεται εκεί κατά συνθήκη, με την έννοια ότι θα μπορούσε να βρίσκεται και οπουδήποτε αλλού. Η πλατεία δεν είναι τόπος, αλλά ένας χώρος κενός νοήματος. Η αδυναμία διαχείρισης- στη φάση του σχεδιασμού- του πλούτου λειτουργιών και χρήσεων που μπορεί να φιλοξενήσει ο δημόσιος ελεύθερος χώρος, τον

κάνει συχνά να μοιάζει με «κακοτεχνία» του πολεοδομικού συστήματος στη συνείδηση των πολιτών, ώστε δεν χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και φροντίδας. Άλλοτε, για να αντιμετωπιστεί η ασάφεια του ρόλου των αστικών κενών, διαμορφώνονται έτσι ώστε να φιλοξενήσουν αποσπασματικά και μονομερώς κάποια συγκεκριμένη λειτουργία, όπως είναι για παράδειγμα η λύση της «παιδικής χαράς», ενώ δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που μετατρέπονται σε πεδίο άσκησης ιδιωτικοοικονομικών συμφερόντων, με την κατασκευή αυτοαναφορικών υπερμεγέθων εγκαταστάσεων να τα περισφίγγουν τόσο ώστε εμποδίζεται ακόμα και η θέαση του ουρανού, ενώ ο διάλογος με το φυσικό περιβάλλον πρακτικά αποκλείεται. Δεδομένου ότι συχνά οι όψεις προς το δημόσιο χώρο καλύπτονται από βιτρίνες καταστημάτων, η περιπλάνηση και ενδεχομένως στάση των πολιτών αποτελεί μεταφορά του ιδιωτικού βίου στο δημόσιο, στα πλαίσια μιας ιδιότυπης ιδιοποίησης του κοινόχρηστου χώρου και της αμφισβήτησής του ως δημόσιο αγαθό. Το δικαίωμα και το χρέος του ανθρώπου να ζει κοινωνικά στο δημόσιο χώρο ως ενεργός πολίτης που ασκεί τα πολιτικά του καθήκοντα, αντικαθίσταται από τον μακράν ευκολότερο ρόλο του καταναλωτή-πελάτη· επομένως, αναπτύσσεται μια σχέση συναλλαγής με αντικείμενο το εμπορικό-υλικό αγαθό και αυτή η σχέση καταστέλλει τη λειτουργία του κοινόχρηστου χώρου ως δημόσιο αγαθό και την απόλαυσή του ως τέτοιο. Η πλατεία στη συνείδηση του σύγχρονου Αθηναίου αποτελεί χρήση και αυτό την καθιστά αδιάφορη. Ο πολίτης δεν νιώθει οικεία σε αυτήν· αποξενώθηκε όταν ο δημόσιος χώρος τού επιβλήθηκε ως μνημείο, ως σύμβολο αίγλης και δύναμης της πόλης, ως διακοσμητικό στοιχείο. Έτσι σήμερα αποτελεί μέρος του περιβάλλοντός του, μέσω του οποίου διέρχεται βιαστικά, ή μέρος που επισκέπτεται προκειμένου να ικανοποιήσει ανάγκες της ιδιωτικής του ζωής. Εφόσον δεν υποκαθιστά καν τη σχέση του με το φυσικό περιβάλλον, δεν μπορεί να προσφέρει τη διέξοδο που χρειάζεται στην αγχωτική και πολύπλοκη καθημερινότητά του, κι έτσι συχνά τον αντιμετωπίζει ως αδιάφορη, απρόσωπη αδόμητη επιφάνεια. Την αποξένωση του σύγχρονου Αθηναίου από το δημόσιο χώρο μαρτυρά κατάφωρα η εγκατάλειψη του τελευταίου και η αδιαφορία για τη θλιβερή κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Η πλατείες της Αθήνας δεν λειτουργούν σαν την αρχαία Αγορά, σαν βουλή, σαν εξωστρεφείς σχηματισμοί με κοινωνικό ρόλο σε επίπεδο γειτονιάς, αλλά ούτε σαν αυλές, αφού παραμένουν αφρόντιστες και ανοίκειες. Τη θλιβερή εικόνα των παραμελημένων δημόσιων ανοιχτών χώρων ενισχύει η ισοπεδωτική τους ομοιότητα, η οποία μαρτυρά την απουσία του ίχνους από το ουσιαστικό πέρασμα του ανθρώπου και την έλλειψη προσαρμογής στο ιδιαίτερο περιβάλλον κάθε γειτονιάς ως αναπόσπαστο κομμάτι της. Επιπλέον, η εικόνα αυτή είναι γίνεται ακόμη πιο ζοφερή τη νύχτα με τις πλατείες, έρημες και σκοτεινές, να προκαλούν αίσθημα ανασφάλειας και να αποφεύγεται η διέλευση μέσω αυτών. Η επίκληση του κινδύνου, ο φόβος και η εσωστρέφεια που αυτός συνεπάγεται, αποθαρρύνουν τις συλλογικές δράσεις και τις δημοκρατικές διεκδικήσεις των πολιτών, οι οποίες άλλοτε θα διατυπώνονταν στο ζωντανό χώρο της πλατείας. Ο μοναχικός κάτοικος της σύγχρονης πόλης στερείται πολιτικής και κοινωνικής συνείδησης, παραμένει στο περιθώριο του πολιτικού γίνεσθαι και περνά από την πόλη του σαν σκιά· μάλιστα, η αδιαφορία δεν περιορίζεται στα κοινά, αλλά επεκτείνεται σε ό,τι τον αφορά άμεσα και επιτακτικά, αλλά δεν του ανήκει βάσει συμβολαίου. Η φροντίδα εξαντλείται σε ό,τι θεωρείται ιδιοκτησία, δηλαδή στα στενά όρια του οικοπέδου και έτσι εγκαταλείπονται στη μοίρα τους οι δημόσιοι χώροι, όσο ωφέλιμο κι αν είναι το αποτύπωμά τους στο περιβάλλον και τη ζωή της πόλης. Κλείνοντας το φαύλο κύκλο, αναφέρεται ότι όσο ο Αθηναίος απέχει από το δημόσιο χώρο και δεν ασκεί τα δικαιώματα και το χρέος του σε αυτόν ως ενεργός πολίτης, απέχει δηλαδή και από τη δημόσια ζωή της πόλης, αδυνατώντας να κατανοήσει την έννοια του «ανήκειν» και της κοινής χρήσης, χωρίς τίτλους ιδιοκτησίας, τόσο θα στέκεται αμέτοχος και άβουλος μπροστά στη απαξίωση και εμπορική

εκμετάλλευση του δημόσιου ελεύθερου χώρου, μην κατανοώντας το βάρος των επερχόμενων αλλαγών και μεταμορφώσεων.

### 1.3.2 Η σημασία επανασχεδιασμού και ενοποίησης των δημόσιων χώρων

Η κατάσταση των ελεύθερων δημόσιων χώρων στη σύγχρονη Αθήνα, όπως περιγράφηκε στα προηγούμενα, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί επιεικώς ως απογοητευτική. Ο δρόμος όμως για την αλλαγή αυτής της εικόνας θεωρείται τις τελευταίες δεκαετίες οικονομικά ασύμφορος και καμία διορθωτική κίνηση δεν επιχειρείται για το λόγο αυτό. Σε αυτήν την παράγραφο, παρουσιάζεται εκτενώς η σημασία των ελεύθερων δημόσιων χώρων για την ταυτότητα της πόλης και η συμβολή τους στην κοινωνική συμβίωση, ώστε δίδεται απάντηση στο ερώτημα γιατί είναι τόσο σημαντικές οι αναπλάσεις, παρά το κόστος τους και γιατί η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη σήμερα.

Στα επίσημα τεχνικά κείμενα, με τον όρο «ανάπλαση» νοείται η επέμβαση σε μια περιοχή, που περιλαμβάνει το σύνολο των κατευθύνσεων, μέτρων, παρεμβάσεων και διαδικασιών πολεοδομικού, κοινωνικού, οικονομικού, οικιστικού και ειδικού αρχιτεκτονικού χαρακτήρα, όπως προκύπτουν από σχετική μελέτη. Ο σκοπός μια ανάπλασης είναι η βελτίωση των όρων διαβίωσης των κατοίκων, η βελτίωση του δομημένου περιβάλλοντος, καθώς και η προστασία και ανάδειξη των πολιτιστικών, ιστορικών, μορφολογικών και αισθητικών στοιχείων και χαρακτηριστικών της περιοχής. Ορίζονται επίσης ως «προβληματικές περιοχές» εντός σχεδίου πόλεως ή εντός οικισμών, εκείνες που παρουσιάζουν μεγάλες κτιριακές πυκνότητες ή σοβαρές ελλείψεις σε κοινόχρηστους και κοινωφελείς χώρους. Αυτές είναι οι περιοχές που χρήζουν επέμβασης και πολεοδομικής αναβάθμισης. Η νομοθεσία ορίζει ως «περιοχές αναπλάσεως» τις περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων ή οριοθετημένων οικισμών, στις οποίες διαπιστώνονται προβλήματα υποβάθμισης ή αλλοίωσης του οικιστικού περιβάλλοντος. Όπως φαίνεται, η σύγχρονη ελληνική τεχνική νομοθεσία αναγνωρίζει την απουσία σημαντικών κοινόχρηστων χώρων ως αλλοίωση του οικιστικού περιβάλλοντος. Στους σημαντικούς κοινόχρηστους χώρους συμπεριλαμβάνονται εκείνοι που συνιστούν σημαντικά λειτουργικά στοιχεία της πόλης ή της πολεοδομικής ενότητας στην οποία ανήκουν (κεντρική πλατεία γειτονιάς ή πόλης, άλσος, χώροι πρασίνου, οι οποίοι εξυπηρετούν το μεγαλύτερο τμήμα των οικοδομικών τετραγώνων της γειτονιάς, της συνοικίας ή της πόλης, βασικοί δρόμοι της πολεοδομικής ενότητας και λοιπά). Τα επιχειρούμενα σχέδια για την εξασφάλιση αυτών των χώρων, την οργάνωση και τον έλεγχο χρήσεων γης, τη διατύπωση όρων δόμησης, την κυκλοφοριακή οργάνωση και την οικονομική βιωσιμότητα, με μια λέξη οι αναπλάσεις, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό επέμβασης:

- I. Δραστικότερη μορφή ανάπλασης είναι εκείνη που αποσκοπεί στην ανασυγκρότηση ορισμένης δομημένης περιοχής (ή ακόμα και μεμονωμένου οικοδομικού τετραγώνου), με αναδόμηση του μεγαλύτερου τμήματος της περιοχής.
- II. Ηπιότερη μορφή ανάπλασης, δηλαδή βελτίωση των οικοδομήσιμων και κοινόχρηστων χώρων με επεμβάσεις στις χρήσεις, τις όψεις ή και το εσωτερικό των κτιρίων, όπως επίσης

συμπληρώσεις σε αναγκαίους χώρους και δίκτυα κι ακόμα συμπλήρωση και αναβάθμιση της αναγκαίας υποδομής.

- III. Η πλέον ήπια μορφή ανάπτυξης αποσκοπεί στη βελτίωση της λειτουργίας του εξοπλισμού, της μορφής και αισθητικής των ελεύθερων κοινόχρηστων χώρων και των κοινωφελών εγκαταστάσεων.

Σε καθεμία από τις παραπάνω περιπτώσεις, τα στάδια εκπόνησης ενός σχεδίου πολεοδομικής αναβάθμισης είναι τα εξής: α) προκαταρκτική πρόταση- στάδιο προμελέτης, β) πρόγραμμα ανάπτυξης, που περιλαμβάνει εκτίμηση του χρόνου και κόστους ολοκλήρωσης των προβλεπόμενων εργασιών και γ) πολεοδομική μελέτη.

Καθίσταται σαφές ότι η προστασία και η φροντίδα του δημόσιου ελεύθερου χώρου θεωρείται ζήτημα μείζονος σημασίας. Στις κτισμένες περιοχές, ωστόσο, και δεδομένου ότι δεν αναζητούνται λύσεις επέκτασης, αλλά περισσότερο διαχείρισης της υπάρχουσας κατάστασης, τα περιθώρια πολεοδομικών παρεμβάσεων είναι πολύ στενά, δεδομένων μάλιστα των περιορισμών που επιβάλλει το ισχύον πολεοδομικό καθεστώς. Στις περισσότερες μεγάλες πόλεις, συμπεριλαμβανομένης της Αθήνας, το οικοδομικό σύστημα είναι συνεχές, η δόμηση υψηλή, οι δρόμοι στενοί και οι ελεύθεροι χώροι, οι οποίοι ουσιαστικά αποτελούν το υπόβαθρο επί του οποίου σχεδιάζεται η επέμβαση, είναι ελλιπείς. Ορίζονται οι εξής τρεις κατηγορίες ανάπτυξης, ανάλογα με τη διάθεση ελεύθερου χώρου και το ιδιοκτησιακό καθεστώς:

- I. Ανάπλαση αποκλειστικά στο δημόσιο χώρο. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι πεζοδρομήσεις και η επανασχεδίαση υφιστάμενων πλατειών και πάρκων.
- II. Ενίσχυση της περιοχής ανάπτυξης από τον ιδιωτικό χώρο, χωρίς αλλαγή του ιδιοκτησιακού καθεστώτος. Με τη μέθοδο αυτή, προσαυξάνεται ο ελεύθερος χώρος, χωρίς να εξασφαλίζονται απαραίτητα προσβάσεις στο κοινό· αναμφίβολα επιτελείται ο οικολογικός του ρόλος, όχι όμως ο κοινωνικός. Επιπλέον, ενώ ο διαθέσιμος χώρος είναι φαινομενικά διευρυμένος, δεν παρέχεται η ανάλογη ελευθερία στο σχεδιαστή, εφόσον μέρος του ελεύθερου χώρου ανήκει σε ιδιώτες.
- III. Επαύξηση του δημόσιου χώρου εις βάρος του ιδιωτικού. Αυτή είναι η πλέον επεμβατική περίπτωση και ασφαλώς η πιο αποτελεσματική σε περιοχές που χρήζουν επανασχεδιασμού, δεν διαθέτουν όμως επαρκείς δημόσιους χώρους. Η διάθεση χώρου για ανάπτυξη διατίθεται με αγορές, απαλλοτριώσεις, μεταφορά συντελεστού δόμησης και λοιπά και είναι οπωσδήποτε χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία.

Η απάντηση στο πρόβλημα του κορεσμού είναι οι νέες επιλογές για το χώρο, που προσδιορίζονται από μια «οικολογική» προσέγγιση, προβάλλοντας τη βαθύτατη σχέση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Με δεδομένο το διαχωρισμό των δύο, οι αναπλάσεις καλούνται να αντιστρέψουν τη θεωρούμενη ως παρασιτική σχέση τους, μετατρέποντάς την σε ωφέλιμη αμοιβαιότητα. Η εξασφάλιση των συνθηκών άνεσης που κάνουν τον υπαίθριο χώρο ελκυστικό πραγματοποιείται με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ταυτόχρονα, η διαχείριση των ελεύθερων χώρων γίνεται με γνώμονες α) την κοινωνική τους διάσταση ως κοινής χρήσεως, χωρίς όμως τίτλους ιδιοκτησίας και β) τη συνθετική τους αντιμετώπιση ως αστικά κενά, αλλά με τη φροντίδα που αρμόζει στα «πλήρη», εφόσον άλλωστε είναι πλήρη νοημάτων. Με την αξιοποίηση των ελεύθερων χώρων, ειδικά υπό τις συνθήκες περιορισμένης διάθεσης αυτών, που χαρακτηρίζουν την Αθήνα, επιτυγχάνεται η ανάδειξη του πολλαπλού τους ρόλου και η μετατροπή τους από εστίες μόλυνσης σε τόπους συγκέντρωσης και



## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

κοινωνικής ανταλλαγής, με ταυτόχρονη αναβάθμιση του μικροκλίματος της περιοχής. Ως πλέον αποδοτικές εμφανίζονται οι ήπιες παρεμβάσεις μικρής κλίμακας, όπως αυτές που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία, υπό την προϋπόθεση ότι είναι επαρκώς συνδεδεμένες μεταξύ τους και ενσωματωμένες στο περιβάλλον τους.



Εικόνα 1.8: Σκαρίφημα της νικητήριας συμμετοχής στο διαγωνισμό ανάπλασης του κέντρου της Αθήνας ReThink Athens, 2012

Οι δημόσιοι υπαίθριοι χώροι αποτελούν το προφανές υπόβαθρο για την εξασφάλιση του απαραίτητου «πράσινου» σε ευρεία κλίμακα. Οι ιδιωτικοί κήποι και οι αυλές, έχουν μεν οικολογική συνεισφορά, πλην όμως αποσπασματική. Προβάλλει, επομένως, επιτακτική η ανάγκη συνολικού σχεδιασμού, που να θεωρεί την πόλη ως ολιστικό σύστημα και να προβλέπει τη διαλεκτική σχέση μεταξύ των κρίσιμων παραμέτρων. Ο σχεδιασμός αυτός, με άλλα λόγια η μελέτη ανάπλασης στο δημόσιο χώρο, διερευνά τη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, τη χρήση των κατάλληλων υλικών για επιστρώσεις και την εγκατάσταση ενεργειακών συστημάτων στα κτίρια, την επίτευξη κυκλοφοριακών ρυθμίσεων, τη στρατηγική φύτευση και τη αποδοτική χρήση του χώρου, ώστε να προκύψουν βιώσιμοι, ενεργοί και ελκυστικοί τόποι διήμευσης και κοινωνικής συναναστροφής. Αυτή ακριβώς η διαδικασία σχεδίασης «πλάθει» τον απρόσωπο χώρο σε προσωποποιημένες πραγματικότητες, σε ανθρώπινες καθημερινές ιστορίες, δίνει μορφή στο χαώδες και προσφέρει την τάξη και την αναγνωρισιμότητα που δημιουργούν την κύρια ποιότητα του χώρου, ώστε να συνδεθεί με τον άνθρωπο: την αίσθηση οικειότητας. Συνδυάζοντας την τεχνική διάνοια και την αρχιτεκτονική ευαισθησία, ο σχεδιασμός ανάγει τη γενική χωρική συνθήκη σε δοχείο ζωής, σε βιωμένο τόπο.





Εικόνα 1.9: Εικόνα της πλατείας Ομονοίας, όπως προτείνεται στη νικητήρια συμμετοχή του διαγωνισμού ReThink Athens

Έχοντας υποστηρίξει τη σημασία του επανασχεδιασμού για την ανάδειξη της ποιότητας και του ρόλου των δημόσιων χώρων, αναδύεται το εξής ερώτημα: γιατί είναι επιτακτική η ανάγκη για αναπλάσεις στην Αθήνα του σήμερα; Η απάντηση προκύπτει από τον παρακάτω συλλογισμό. Η πόλη του μέλλοντος καλείται να παρακολουθήσει το ρυθμό των ανθρώπων και όχι το αντίστροφο. Για να γίνει βιώσιμη αυτή η μεγαδομή, πρέπει η αρχιτεκτονική να λύσει το πρόβλημα της χωρικής και χρονικής πυκνότητας. Πέραν πάσης αμφιβολίας, η αστική ζωή αλλάζει· μαζί της αλλάζει και η ίδια η πόλη, κι αυτή η αλλαγή συντελείται μέσω της αρχιτεκτονικής και εν γένει της δημιουργίας και λειτουργίας του χώρου. Εξάλλου, η επίδραση της αρχιτεκτονικής στον άνθρωπο έγκειται, μεταξύ άλλων, στη βελτίωση των συνθηκών ζωής και των κοινωνικών σχέσεων. Η κοινωνική συμβίωση στη σύγχρονη πόλη είναι ζήτημα μείζονος σημασίας. Έχοντας δώσει σε μεγάλο βαθμό τη θέση της στο ατομικό συμφέρον, η συλλογική ζωή και δράση βρίσκεται σε κρίση, επομένως ο επανασχεδιασμός του δημόσιου χώρου καλείται να ανασυνθέσει το αποσπασματικό και χαώδες αστικό τοπίο σε μητροπολιτικό, αφυπνίζοντας τη συλλογική συνείδηση που το γέννησε κι έτσι αυτή η ιδεολογία, μετασηματιζόμενη σε πολεοδομική χάραξη να γίνει και πάλι ζωή.

Καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι αναπλάσεις αναδεικνύουν το δημόσιο χώρο και ταυτόχρονα προασπίζουν την ποιότητα ζωής στο σύγχρονο αστικό κέντρο, μένει να παρουσιαστεί η σύνδεση ανάμεσα στον ελεύθερο δημόσιο χώρο και τη ζωή του ανθρώπου στην πόλη. Οι κοινόχρηστοι χώροι αποτελούν την πεμπτουσία του πολεοδομικού σχεδιασμού. Η πρόβλεψη κοινόχρηστων χώρων και χώρων πρασίνου, συνιστά βασικό στοιχείο της ορθολογικότητας του σχεδιασμού. Μέσω της έκτασης και της διάταξης των παρεμβολών αυτών του φυσικού περιβάλλοντος στον αστικό ιστό, διαμορφώνεται η φυσιογνωμία της γειτονιάς, της συνοικίας, της πόλης ολόκληρης, ενώ παράλληλα εξυπηρετούνται οι ρητοί της στόχοι περί αισθητικής, λειτουργικότητας και κάλυψης κοινών αναγκών. Πρώτα και κύρια, ο ρόλος του δημόσιου χώρου είναι κοινωνικός· ο δημόσιος χώρος εκφράζει το δημόσιο βίο. Η πλατεία είναι ο κοινόχρηστος χώρος που χαρακτηρίζει την ελληνική πόλη. Εξυπηρετεί ανάγκες λειτουργίας του δομημένου περιβάλλοντος, αλλά και κοινωνικές,

πολιτισμικές και πολιτικές ανάγκες. Λόγω της αποστολής της ως φορέας συλλογικής μνήμης, δημιουργεί μαζί με τον περίγυρό της πολιτισμικό τοπίο και η σημασία της είναι εξέχουσα. Τα δίκτυα των αστικών υπαίθριων χώρων, η πλοκή τους εντός του αστικού ιστού και η ένταξή τους στο αστικό περιβάλλον είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ταυτότητας της πόλης, του μητροπολιτικού τοπίου στο οποίο έγινε αναφορά. Σε κάποιες περιπτώσεις, είναι ακόμα και σύμβολα της πόλης, τοπόσημα, μέσω των χαρακτηριστικών τους περιγραμμάτων. Δρόμοι και πλατείες αποτελούν τον ενδιάμεσο τόπο, που συγχρόνως λειτουργεί ως στάση και πέρασμα, και είναι κύρια στοιχεία της πόλης, με την έννοια ότι συγκεντρώνουν τις δραστηριότητες της δημόσιας ζωής και της κοινωνικής ανταλλαγής. Η εικόνα τους αντικατοπτρίζει το χαρακτήρα της πόλης και η τυπολογία τους καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον στο οποίο ανήκουν. Κατά τα κλασικά πρότυπα, η πόλη ήταν μια δημόσια σκηνή, στην οποία εκτυλίσσονταν γεγονότα και εκδηλώσεις που σήμερα αφορούν στην ιδιωτική ζωή. Η αρχαία αθηναϊκή Αγορά αποτελούσε στοιχείο οργάνωσης του κτισμένου χώρου. Η εντατική φύτευση της νεοκλασικής πλατείας μαρτυρά ακριβώς αυτή την απομάκρυνση από τα κοινά, την οποία σήμερα καλείται να ανατρέψει ο επανασχεδιασμός του δημόσιου χώρου και η ανάδειξη του ως κοινωνικό πυκνωτή, ως χώρο δημιουργικής αυτενέργειας, συλλογικών δράσεων δυναμικών και απρόβλεπτων, όπως η ίδια η πορεία της πόλης στο χρόνο. Ο δημόσιος χώρος συμβάλλει στην αφύπνιση της συλλογικότητας με αφορμή την υπεράσπιση, φροντίδα και από κοινού διαχείριση του κοινόχρηστου χώρου, στον οποίο όλοι έχουν δικαιώματα και υποχρεώσεις, χωρίς να ανήκει σε κανέναν με τίτλους ιδιοκτησίας. Σε μια κοινωνία που ο άνθρωπος δραστηριοποιείται εξωστρεφώς, είτε επειδή εκτίθεται, είτε επειδή ελέγχεται, αυτές οι κοινωνικές διεργασίες είναι σχεδόν λησμονημένες. Ο δημόσιος ελεύθερος χώρος λειτουργεί για τη γειτονιά, κατ' απόλυτη αναλογία με τη λειτουργία της αυλής για την οικογένεια: ως υπαίθριο καθιστικό. Άλλωστε ο βίος εν Ελλάδι είναι υπαίθριος.

Η πλατεία αποτελεί ένα ιδιόζον αστικό κενό. Πέραν του κοινωνικού ή ιστορικού ρόλου της, η αισθητική και ιδιαίτερα η οικολογική της διάσταση απασχολούν. Ο βιοκλιματικός της ρόλος είναι σπουδαίος για τη διάθρωση και συνέχεια του δικτύου κοινόχρηστων χώρων της πόλης, τη βελτίωση του βεβαρημένου αστικού μικροκλίματος, την εισχώρηση της φύσης στην πόλη και τη διάσπαση της μονοτονίας της. Στις μέρες μας, που τα αποτελέσματα της αλόγιστης χρήσης φυσικών πόρων και εκμετάλλευσης του περιβάλλοντος είναι πλέον έκδηλα, οι αναπλάσεις στους δημόσιους υπαίθριους χώρους με βιοκλιματικά κριτήρια συνιστούν μια αναγκαιότητα. Μάλιστα, δεδομένης της εξάπλωσης της πόλης, το περιαστικό πράσινο βρίσκεται πολύ μακριά από το κέντρο και η πλατεία καλείται να φυτευτεί και να καλύψει την ανάγκη για πράσινο σε κλίμακα γειτονιάς. Ο δημόσιος υπαίθριος χώρος αποκαθιστά τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον και είναι ο τόπος πραγματοποίησης φυσικών διεργασιών. Τα οικολογικά ωφέλη των ελεύθερων χώρων και χώρων πρασίνου παρουσιάζονται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο. Στο σημείο αυτό, αναφέρονται επιγραμματικά τα εξής:

- Βελτίωση των αναλογιών των στοιχείων της ατμόσφαιρας: τα δέντρα εμπλουτίζουν με οξυγόνο την ατμόσφαιρα, συγκρατώντας τον άνθρακα και φιλτράροντας τον αέρα από σκόνη και ρύπους. Ακόμα και στην ίδια πόλη, σε περιοχές με επαρκείς και κατάλληλα διαμορφωμένους ελεύθερου χώρους, δημιουργείται ένα πιο υγιεινό μικροπεριβάλλον.

- Οπτική απομόνωση, ηχοπροστασία, εξασφάλιση επιθυμητών συνθηκών ηλιασμού και αερισμού· οι κατάλληλα διαμορφωμένοι και επαρκών διαστάσεων χώροι πρασίνου υποκαθιστούν την ενσωμάτωση του φυσικού περιβάλλοντος στην πόλη.
- Μείωση μέσης θερμοκρασίας και αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.
- Εμπλουτισμός υδροφόρου ορίζοντα, καθώς το υδατοπερατό έδαφος και το ριζικό σύστημα των φυτών επιτρέπουν την κίνηση των ομβρίων υδάτων στο υπέδαφος.
- Καταφύγια βιοποικιλότητας.



Εικόνα 1.10: Ανάδειξη της σχέσης αμοιβαιότητας μεταξύ κτισμένου και ελεύθερου χώρου, τηρώντας συνθετικές αρχές και βιοκλιματικά κριτήρια

Τέλος, ο κατάλληλος σχεδιασμός και δικτύωση των ελεύθερων χώρων εντός του αστικού ιστού, συνδέεται και με οικονομικά ωφέλη για την πόλη. Πρωταρχικά, η παρεμβολή τους στο συνεχές αστικό σύστημα και η βελτίωση του μικροκλίματος με την οποία συνδέεται, μειώνει το ενεργειακό αποτύπωμα των γύρω κτιρίων. Έτσι, όχι μόνο εξοικονομείται ενέργεια, αλλά μειώνονται και οι σχετικές δαπάνες. Παράλληλα, μειώνεται το κόστος καθαρισμού από ρύπους. Αποδεδειγμένα, ένα φιλικό και προσεγμένο αστικό περιβάλλον με επαρκείς και κατάλληλα συνδεδεμένους υπαίθριους χώρους, ενισχύει την παραγωγικότητα του ενεργού πληθυσμού, τόσο από πλευράς διάθεσης, όσο και λόγω υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και διημέρευσης.

Κλείνοντας το παρόν κεφάλαιο, έχουν προκύψει τα εξής συμπεράσματα. Η αρχιτεκτονική της πόλης αποτελεί την έκφραση στο χώρο της ίδιας της λειτουργίας της πόλης. Κατ' αυτή την έννοια, ο δημόσιος χώρος παρακολουθεί και εκφράζει το δημόσιο βίο, τις καθημερινές εκδηλώσεις της κοινωνικής συμβίωσης. Καθώς η κλίμακα της πόλης και η ζωή σε αυτήν αλλάζουν, είναι αδήριτη η ανάγκη να αλλάξει και η μορφή της· μάλιστα, ο κορεσμός της σύγχρονης πόλης και η κλιματική υποβάθμιση που συνεπάγονται οι αλόγιστες ανθρώπινες δραστηριότητες, δείχνουν τις αναπλάσεις με βιοκλιματικά κριτήρια ως μοναδική επιλογή. Παρ' όλα αυτά, οι λύσεις αυτές αποφεύγονται ως δαπανηρές και χρονοβόρες.

Στο δίλημμα «οικονομική ανάπτυξη ή προστασία του περιβάλλοντος» απάντηση δίνει η «αιφόρος/βιώσιμη ανάπτυξη». Ο κάτοικος της σύγχρονης πόλης αρχίζει να συνειδητοποιεί ότι οι φυσικοί πόροι δεν είναι ανεξάντλητοι και ότι πρέπει να εξασφαλίζει μέσω της ανάπτυξης τόσο ποιότητα ζωής για

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

τον ίδιο, όσο και φυσικούς πόρους για τις επόμενες γενεές. Άλλωστε, η εξοικονόμηση ενέργειας και η φροντίδα του οικοσυστήματος συνδέονται με αναντίρρητα οικονομικά ωφέλη. Ταυτόχρονα, αισιοδοξία προκαλούν οι ολοένα αυξανόμενες αντιδράσεις των πολιτών στην καταπάτηση και απαξίωση του δημόσιου χώρου, οι οποίες εκφράζονται είτε ατομικά, είτε συλλογικά και σε πλήθος περιπτώσεων έχουν καταφέρει να «αναχαιτήσουν» σοβαρές «απειλές», περιφρουρώντας το δημόσιο χώρο και το φυσικό περιβάλλον της πόλης. Η σύγχρονη πλατεία, στον αντίποδα της νεοκλασικής αντίληψης, καλείται να διαδραματίσει ένα νέο, ενεργό ρόλο. Βασικός στόχος είναι η αναβίωση των παραδοσιακών αξιών, της αρχαίας αθηναϊκής Αγοράς, υπό το πρίσμα όμως των σύγχρονων αναγκών της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Ο επανασχεδιασμός του ελεύθερου δημόσιου χώρου αποτελεί το βασικό εργαλείο προς αυτή την κατεύθυνση.



Εικόνα 1.11: Η πρόταση ανάπλασης του ιστορικού κέντρου της Αθήνας, στο διαγωνισμό ReThink Athens



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



## 2.1 Γενικά

Το βιώσιμο δομημένο περιβάλλον αποτελεί μια από τις κύριες προτεραιότητες για όλες τις Ευρωπαϊκές πόλεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Η αστική ανασυγκρότηση που βασίζεται στην αειφόρο ανάπτυξη και εστιάζει σε βιοκλιματικά κριτήρια κατά το σχεδιασμό, μπορεί να αποφέρει ποιότητα στις αστικές γειτονίες. Δεδομένης της πορείας που διαγράφει η κλιματική αλλαγή, θεωρείται εξαιρετικά πιθανό στο άμεσο μέλλον να αυξηθούν σε ένταση και συχνότητα οι θερινοί καύσωνες στις αστικές περιοχές, ενώ η νυχτερινή θερμική νησίδα πρόκειται να επιδεινώσει ακόμη περισσότερο τις συνθήκες θερμικής άνεσης των κατοίκων των αστικών κέντρων. Οι πόλεις του μέλλοντος καλούνται να είναι προσαρμοστικές, τροποποιώντας την απόκριση του συστήματος στα νέα δεδομένα. Η βελτιστοποίηση της δομής των πόλεων με άξονα το μικροκλίμα αξιολογείται ως ωφέλιμη για τους κατοίκους και το περιβάλλον. Ευρύτερη έμφαση έχει δοθεί τα τελευταία χρόνια προς την καλύτερη σχέση μεταξύ κτιρίων και υπαίθριων χώρων, για τη δημιουργία αστικών μοτίβων με νέες κοινωνικές ανάγκες για ένα διαφορετικό μέλλον. Οι χώροι στην πόλη πρέπει να είναι ελκυστικοί και να λειτουργούν σε αρμονία με το φυσικό περιβάλλον, κάτι που προϋποθέτει την ισορροπία μεταξύ φυσικών πόρων, κλίματος και υφιστάμενων οικολογικών συνθηκών. Η ανάπτυξη μεθοδολογιών στις διαδικασίες αστικής ανασυγκρότησης με οικολογικό προσανατολισμό εμφανίζεται ως το «κλειδί» για να αποκαλυφθεί εκ νέου το νόημα και η ταυτότητα του δομημένου περιβάλλοντος.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε εκτενής αναφορά στους ελεύθερους δημόσιους ακάλυπτους χώρους και μελετήθηκε η συμβολή τους τόσο στην ταυτότητα του αστικού περιβάλλοντος, όσο και στην κοινωνική συμβίωση, παράγοντες που αναδεικνύουν την κλασική έννοια της πόλης και τη διαχωρίζουν από τον τυχαίο πολεοδομικό σχηματισμό- τη «φαινόμενη πόλη», όπως διαβάζουμε στο έργο του I. Δεσποτόπουλου. Απαντήθηκε επομένως το ερώτημα γιατί είναι ζωτικής σημασίας οι αναπλάσεις στο σύγχρονο αστικό περιβάλλον;. Στο παρόν κεφάλαιο, διερευνάται η σχέση μεταξύ υγιούς και επιτυχημένης ανάπτυξης και βιοκλιματικής θεώρησης αυτής, μελετώντας τη διαλεκτική σχέση μεταξύ κοινωνικού περιβάλλοντος και οικολογικών συνθηκών, δηλαδή μικροκλίματος και βιοκλίματος μιας περιοχής. Η απάντηση θα προκύψει αβίαστα αν αναλογιστούμε πως το πολύπλοκο αστικό περιβάλλον συνιστά ένα ολιστικό σύστημα, του οποίου κάθε στοιχείο αλληλεπιδρά διαρκώς με τα γειτονικά του. Αυτή η αμφίδρομη σχέση ανάμεσα στα ετερόκλητα, φυσικά και τεχνητά στοιχεία του αστικού περιβάλλοντος, κυρίως στα κατώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, όπου η ανομοιομορφία εντείνεται και εκδηλώνονται στην πλειοψηφία τους οι ανθρώπινες δραστηριότητες και φυσικές διαδικασίες, οδηγεί σε έντονες διαφοροποιήσεις των κλιματικών συνθηκών στο χώρο. Επομένως, οι τιμές των μεταβλητών του τοπικού κλίματος εμφανίζονται εξαιρετικά ευαίσθητες σε οποιαδήποτε δομική μεταβολή, είτε πραγματοποιείται σε μεγάλη κλίμακα, ως πλήρης αναμόρφωση του αστικού ιστού, είτε σε μικρότερη κλίμακα, δηλαδή σε επίπεδο επεμβάσεων σε υπάρχουσα δομή, τόσο που κατά περιπτώσεις οι αλλαγές αυτές μπορούν να προσδώσουν στο χώρο νέο χαρακτήρα, χρήση ή οντολογικές ιδιότητες. Κατά συνέπεια, οποιαδήποτε πρόταση ανάπτυξης, δεν είναι δυνατό να διαχωριστεί από το αποτύπωμά της στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης. Γεννιέται, έτσι με τη σειρά του το ερώτημα, γιατί το αστικό μικροκλίμα είναι τόσο σημαντικό, ώστε να υπεισέρχεται στο σχεδιασμό ως βασικός άξονας. Πριν

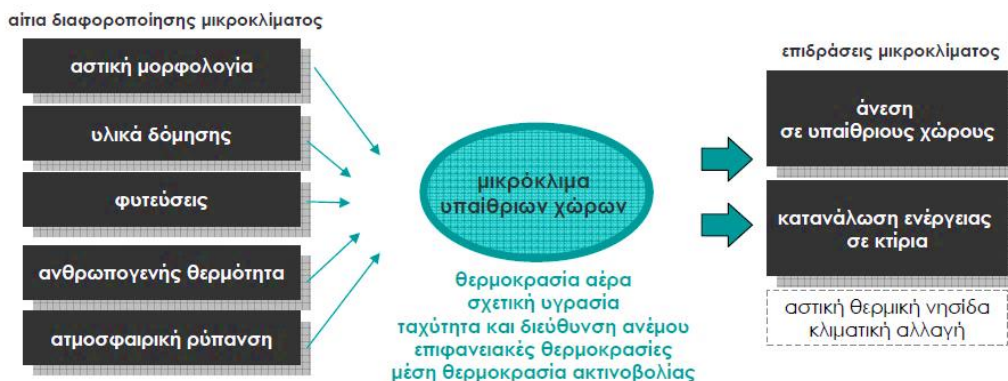
## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

απαντηθεί αυτό όμως, τίθεται ως ενδιάμεσος στόχος η προσέγγιση του ορισμού του αστικού μικροκλίματος.

### 2.1.1 Τι είναι το αστικό μικροκλίμα

Ο όρος «αστικό μικροκλίμα» αναφέρεται στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν αστικό χώρο και οι οποίες ενδέχεται να διαφοροποιούνται σημαντικά από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής. Καθώς λοιπόν ορισμένες συνιστώσες των κλιματολογικών συνθηκών δύνανται να παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις ακόμα και σε απόσταση της τάξης των λίγων χιλιομέτρων, διαμορφώνεται ένα πρότυπο κλίματος με έντονα τοπικό χαρακτήρα, μικρής μάλιστα κλίμακας, εξ' ου και ο όρος «μικροκλίμα». Οι διακυμάνσεις αυτές αντανακλούν την τοπογραφία, το ανάγλυφο του εδάφους, τις επιφάνειες εδαφοκάλυψης και την αστική μορφολογία. Συνολικά, το μοναδικό μικροκλίμα κάθε αστικού χώρου είναι συνάρτηση του πολύπλοκου δομημένου περιβάλλοντος, της κατανομής των υπαίθριων χώρων πρασίνου, αλλά και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Λόγω της έντονης αυτής μεταβλητότητας και της ασυνέχειας των γενικών τιμών των βασικών κλιματικών στοιχείων, οι κλίμακες ανάγνωσης του αστικού μικροκλίματος είναι οι εξής τρεις: α) κλίμακα πόλης (δεκάδες χιλιόμετρα), β) κλίμακα γειτονιάς (1 ως μερικά χιλιόμετρα) γ) κλίμακα αστικής χαράδρας (μερικές εκατοντάδες μέτρα).

Η επίδραση των μικροκλιματικών συνθηκών των υπαίθριων χώρων μελετάται κυρίως σε όρους άνεσης των χρηστών τους και ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων γύρω τους. Κατά το σχεδιασμό των αστικών χώρων, το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται στη βελτίωση του μικροκλίματος σε δύο επίπεδα: το ανθρωποκεντρικό και το οικολογικό. Στη βάση του πρώτου, στόχος του σχεδιασμού είναι η επίτευξη ικανού δείκτη θερμικής άνεσης για το χρήστη του χώρου, δηλαδή το σύνολο των ανθρώπων που ζουν και δραστηριοποιούνται σε αυτόν· αν σε ένα χώρο η θερμοκρασία, ο αερισμός (συμπεριλαμβανομένης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και της έκθεσης σε ρύπους) και ο ηλιασμός συντελούν στη δημιουργία δυσάρεστης εμπειρίας για το χρήστη, το αποτέλεσμα είναι ο χώρος να πάψει να χρησιμοποιείται. Προκειμένου, λοιπόν να δημιουργούνται χώροι ζωντανό που να μπορούν να φιλοξενήσουν μεγάλη ποικιλία ανθρώπινων δραστηριοτήτων, θα πρέπει να τηρούνται ορισμένες προδιαγραφές θερμικής άνεσης, ενώ παράλληλα εντός του αστικού ιστού προσφέρεται ποικιλία συνθηκών που ταιριάζουν με το εύρος των ανθρώπινων αναγκών, δραστηριοτήτων και προτιμήσεων. Εξάλλου, οι κάτοικοι της πόλης χρησιμοποιούν τους κοινόχρηστους υπαίθριους χώρους σαν προέκταση των ιδιωτικών χώρων, ή τουλάχιστον έτσι θα έπρεπε να συμβαίνει, κατανέμοντας τις δραστηριότητές τους ανάλογα με το χαρακτήρα του καθενός. Η απόλυτη έκθεση στις περιβαλλοντικές συνθήκες, σε αντιδιαστολή με τον προστατευμένο χώρο της οικίας, εντείνει την ανάγκη βελτίωσης της θερμικής άνεσης των χρηστών στους χώρους αυτούς.



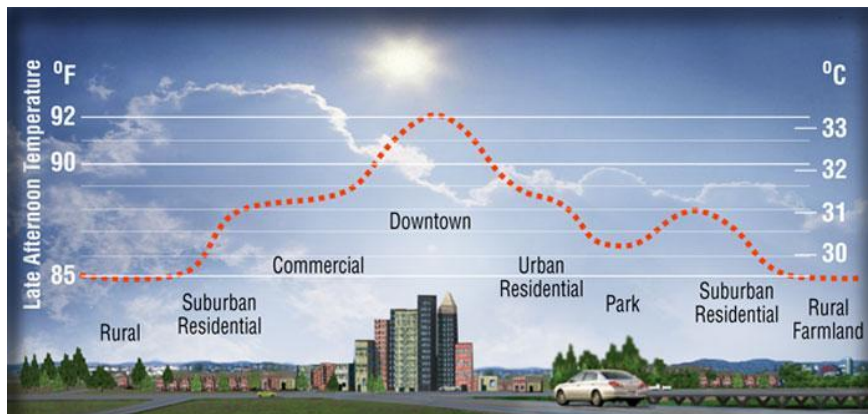
Εικόνα 2.1: Παράγοντες που επηρεάζουν και επηρεάζονται από το αστικό μικροκλίμα

Το ενδιαφέρον για την ποιότητα του αστικού μικροκλίματος, από οικολογικής σκοπιάς, είναι σήμερα πιο κρίσιμο από ποτέ. Τούτο διότι διανύουμε την εποχή του κορεσμού στην επέκταση των πόλεων, με τον εν ισχεί οικοδομικό προγραμματισμό και σχεδιασμό να αποσυνδέει τον αμιγώς αστικό χώρο από το φυσικό περιβάλλον στο οποίο εντάσσεται και με το οποίο κατ' ανάγκην συνυπάρχει. Επιπλέον, οι σύγχρονες πόλεις καλούνται να αντιμετωπίσουν το παγκόσμιο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής (ρύπανση του αέρα, του εδάφους, του υπεδάφους και των υδάτων, ηχορύπανση και αύξηση της μέσης θερμοκρασίας), το οποίο αναμφίβολα κλιμακώνεται εξ αιτίας της ίδιας τους της λειτουργίας, και συγκεκριμένα της συσσώρευσης ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, της ραγδαίας αύξησης της χρήσης των οχημάτων και γενικώς την υποβάθμιση του αστικού τοπίου. Αν αναλογιστούμε μάλιστα πως τα φαινόμενα αυτά δεν απειλούν μόνο το οικοσύστημα, αλλά υποβαθμίζουν αναπόφευκτα και το βιοκλίμα, η ανάγκη για στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στη μειωμένη δαπάνη ενέργειας και εν γένει στον «πράσινο» (βιοκλιματικό) αστικό σχεδιασμό προβάλλεται ως επιτακτική. Δεδομένου ότι οι προτάσεις για λύση του προβλήματος περιορίζονται από την πολεοδομική οργάνωση παρελθόντων δεκαετιών και η δόμηση είναι ήδη εξαιρετικά πυκνή στα σύγχρονα αστικά κέντρα, η μόνη δυνατότητα βελτίωσης των κλιματολογικών συνθηκών σε τοπική κλίμακα είναι ο «πράσινος» ανασχεδιασμός, μέσω της δημιουργίας και –πιο ρεαλιστικά– της ανάπλασης υπαρχόντων ακάλυπτων χώρων σε επίπεδο γειτονιάς ή συνοικίας με βιοκλιματική θεώρηση.

### 2.1.2 Μικροκλιματικά φαινόμενα στον αστικό χώρο

Το αστικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από την πυκνότητα της δόμησης, την έλλειψη χώρων πρασίνου, την αυξημένη παραγωγή ρύπων και την εκλυόμενη θερμότητα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Επίσης μια καθοριστική παράμετρος είναι τα δομικά υλικά και οι τελικές επιφάνειες των κτιρίων και των οριζόντιων επιφανειών. Όλοι αυτοί οι παράγοντες συντελούν στη δημιουργία δύο σημαντικών φαινομένων του αστικού μικροκλίματος: την αστική θερμική νησίδια και την αστική οδική χαράδρα.

2.1.2.1 Αστική θερμική νησίδα (Urban Heat Island)



Εικόνα 2.2: Διαγραμματική αναπαράσταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας

Ως «θερμική νησίδα» χαρακτηρίζεται μια περιοχή, η οποία έχει υψηλότερη μέση θερμοκρασία από τις περιοχές που την περιβάλλουν. Το φαινόμενο δημιουργίας αστικών θερμικών νησίδων είναι η πλέον έκδηλη των επιπτώσεων της αστικοποίησης. Η δυσανάλογη αύξηση της θερμοκρασίας στα μεγάλα αστικά κέντρα σε σχέση με τη γενικότερη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι αποτέλεσμα ενός θερμικού πλεονάσματος που προκαλεί διαταραχή στο ενεργειακό ισοζύγιο των πόλεων. Η ένταση των θερμικών νησίδων ποικίλει μεταξύ 1 και 12 βαθμών Κελσίου. Η κατάσταση αυτή εντείνεται κατά τους θερινούς μήνες και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ενεργειακή κατανάλωση της πόλης: η αυξημένη ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών δροσισμού, αυξάνει την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και λοιπών ρύπων, η οποία με τη σειρά της αυξάνει επιπλέον τη θερμοκρασία στα αστικά κέντρα κ.ο.κ. Το θερμοκρασιακό άλμα είναι εντονότερο τις βραδινές ώρες- λόγω εκπομπής της συσσωρευμένης ηλιακής ακτινοβολίας- και μάλιστα σε συνθήκες χαμηλών ταχυτήτων ανέμου. Παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα κατά τη διάρκεια του έτους, επίσης, φτάνοντας σε μέγιστες τιμές το καλοκαίρι και τον χειμώνα.

Αστική θερμική νησίδα



Εικόνα 2.3: Διαβαθμίσεις της έντασης της αστικής θερμικής νησίδας, ανάλογα με το ανάγλυφο και τη λειτουργία κάθε περιοχής

Οι κύριοι παράγοντες που εντείνουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι:

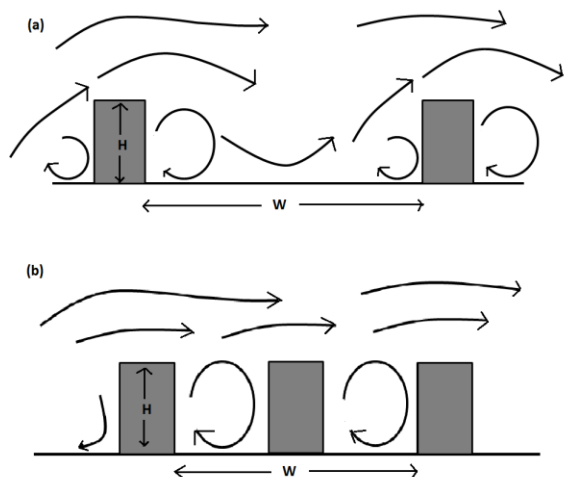
- Η γεωμετρία των κτιρίων και των αστικών δρόμων, συνολικά η διαμόρφωση του αστικού ιστού δηλαδή, η οποία συνδέεται με τον εγκλωβισμό μεγάλου μέρους της ενέργειας που απορροφάται αλλά και εκπέμπεται, μέσω των πολλαπλών ανακλάσεων που την παγιδεύουν.
- Η απορρόφηση υψηλού ποσοστού προσπίπτουσας ακτινοβολίας από τα υλικά επικάλυψης των διάφορων επιφανειών, εξ αιτίας των οπτικών και θερμικών ιδιοτήτων πολλών εξ αυτών. Η ακτινοβολία αυτή επανεκπέμπεται ως θερμότητα στην ατμόσφαιρα, κυρίως κατά τις βραδινές ώρες.
- Η εκλυόμενη στην ατμόσφαιρα θερμότητα εξ αιτίας των ποικίλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, όπως δροσισμός και κλιματισμός, που προαναφέρθηκαν, φωτισμός, καύσιμα αυτοκινήτων και σταθερών πηγών κλπ.
- Η έλλειψη χώρων πρασίνου και επιφανειών νερού, οι οποίες απορροφούν μεγάλα ποσά ενέργειας, αυξάνουν τη θερμική άνεση μειώνοντας το ενεργειακό αποτύπωμα της πόλης και βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα.

Στις συνέπειες της θερμικής νησίδας συγκαταλέγονται η υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού αέρα και της ζωής των κατοίκων των πόλεων εν γένει, η αύξηση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων, καθώς και η αυξημένη επικινδυνότητα (νοσηρότητα ή ακόμα και θνησιμότητα) για τα ηλικιωμένα κυρίως άτομα εξ αιτίας των υπερβολικά υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι. Δε θα ήταν μάλιστα υπερβολή να θεωρηθεί το εν λόγω φαινόμενο αιτία κλιμάκωσης της υπεραύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη συνολικά.

#### 2.1.2.2 Αστική Οδική Χαράδρα (Urban Street Canyon)

Μια βασική κλιματολογική παράμετρος είναι ο άνεμος και συγκεκριμένα η ένταση και η κατεύθυνσή του. Η διάταξη των κτιριακών όγκων και των οδικών αξόνων, ο τρόπος δόμησης, δομικά υλικά και τελικές επιφάνειες κτιρίων, είναι καθοριστικοί παράγοντες για το πεδίο ανέμου. Η παρεμβολή των συμπαγών όγκων του δομημένου περιβάλλοντος, ειδικά όταν η πυκνότητά τους είναι μεγάλη, οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας του ανέμου περιορίζοντας έτσι τον ικανό αερισμό και δροσισμό των πόλεων· η ως εκ τούτου αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία συνδέεται με το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, υποβαθμίζει μαζί με τους δημιουργούμενους στροβίλους τη θερμική άνεση των κατοίκων της πόλης. Μια παράλληλη εκδήλωση του φαινομένου είναι η εξής: κατ' απόλυτη αναλογία με την αύξηση της έντασης του ανέμου σε χαράδρες και φαράγγια στη φύση, κατά μήκος των μεγάλων οδικών αξόνων που πλασιώνονται από συμπαγείς και μεγάλου ύψους όγκους κτιρίων, η ένταση του ανέμου εμφανίζεται ισχυρή και η θερμοκρασιακή στρωμάτωση των δρόμων επηρεάζεται σημαντικά από τις αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες επί των κατακόρυφων όψεων. Σαν αποτέλεσμα, τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής αλλοιώνονται και αυτή η έντονη διαβάθμιση του φαινομένου συνθέτει, μαζί με τα λοιπά υψηλής μεταβλητότητας μετεωρολογικά δεδομένα, την εικόνα του αστικού μικροκλίματος.

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 2.4: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου της αστικής οδικής χαράδρας

Με κριτήριο τη γεωμετρία του περιβάλλοντος, οι αστικές οδικές χαράδρες κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1) Με κριτήριο το λόγο  $H/W$  (ύψος κτιρίων/ εύρος οδού)

A. Ευρείες ( $H/W < 0,5$ )

B. Κανονικές ( $H/W \approx 1$ )

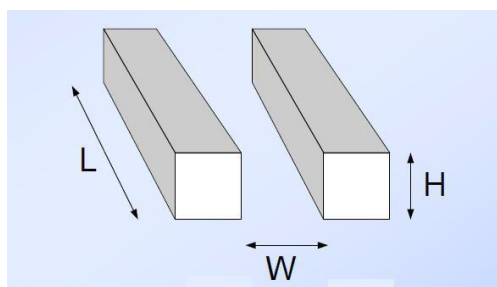
Γ. Βαθείς ( $H/W \approx 2$ )

2) Δεύτερου επιπέδου κατάταξη γίνεται για καθεμιά από τις παραπάνω κατηγορίες, ανάλογα με το λόγο  $L/H$  (μήκος οδού/ύψος περιμετρικών κτιρίων)

A. Βραχείες ( $L/H \approx 3$ )

B. Μέσες ( $L/H \approx 5$ )

Γ. Επιμήκεις ( $L/H \approx 7$ )



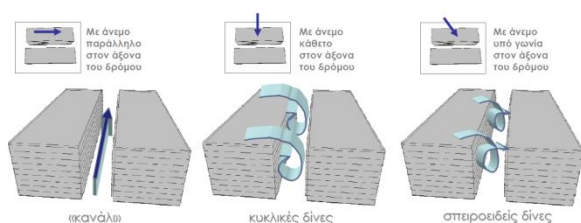
Εικόνα 2.5: Βασικά γεωμετρικά μεγέθη που καθορίζουν το χαρακτήρα της αστικής οδικής χαράδρας

Επιπλέον οι αστικές οδικές χαράδρες διακρίνονται σε συμμετρικές και μη. Ο λόγος για τον οποίο δίνεται τόση έμφαση στη μορφή και γεωμετρία, είναι η έντονη διαφοροποίηση στην εκδήλωση του φαινομένου κατά περίπτωση. Για δεδομένη γεωμετρία οδού και πυκνότητα δόμησης, το θερμοκρασιακό πεδίο εντός της χαράδρας και τα χαρακτηριστικά του ανέμου (κυρίως διεύθυνση, αλλά και ταχύτητα)

διαμορφώνουν τη ροή του αέρα εντός του καναλιού. Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό, ότι για ροή ανέμου εγκάρσια προς τον άξονα της αστικής χαράδρας, σημειώνεται η μέγιστη υποβάθμιση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, καθώς οι ρύποι παγιδεύονται και αυξάνεται η συγκέντρωσή τους μεταξύ των περιμετρικών κτιρίων.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η αστική χαράδρα είναι μια «παγίδα» ακτινοβολίας· η πυκνή αστική δόμηση, έχει ως συνέπεια χαμηλές τιμές του δείκτη θέασης του ουρανού (sky view factor), και κατ' επέκταση εμποδίζεται η εκτόνωση του πλεονάσματος θερμότητας που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σημειώνεται ότι σε κτίρια εντός αστικών χαράδρων εμφανίζεται αυξημένη η ενεργειακή κατανάλωση για δροσισμό και φωτισμό. Υψηλές τιμές του λόγου H/L καθώς και η εκτεταμένη κάλυψη από μη φυσικά και μάλιστα χαμηλής ανακλαστικότητας (albedo) υλικά, εντείνουν το φαινόμενο. Στον αντίποδα, η επιλογή υλικών υψηλής ανακλαστικότητας, να μεν περιορίζει την ακτινοβολία που εγκλωβίζεται στον αστικό ιστό και την αποθήκευση θερμότητας, συνδέεται ωστόσο με υποβάθμιση των συνθηκών θερμικής άνεσης των πεζών, λόγω της ανακλώμενης ακτινοβολίας που καταλήγει σε αυτούς.

Αστική χαράδρα – ροή αέρα



Εικόνα 2.6: Εκδηλώσεις του φαινομένου της αστικής οδικής χαράδρας για διάφορες κατευθύνσεις ανέμου σε σχέση με τις κύριες διευθύνσεις των κτιρίων και των οδών

## 2.2 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

### 2.2.1 Ορισμός, στόχοι και βασικές αρχές

Ως «βιοκλιματικός» ορίζεται ο σχεδιασμός εκείνος που έχει ως γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων· στη βιβλιογραφία αναφέρεται και ως «πράσινος» σχεδιασμός. Συγκεκριμένα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αναφέρεται στο σχεδιασμό κτιρίων και -γενικότερα- χώρων (εσωτερικών και υπαίθριων) με σεβασμό στο τοπικό κλίμα και τους περιορισμένους φυσικούς πόρους και με στόχο την εξασφάλιση συνθηκών οπτικής και θερμικής άνεσης, την υψηλή ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα και την ελαχιστοποίηση του ενεργειακού αποτυπώματος, αξιοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των υπαίθριων χώρων έχει ως γνώμονα, κατ' απόλυτη αναλογία, την επίτευξη συνθηκών άνεσης για τους πεζούς στους ανοιχτούς χώρους της πόλης ανάμεσα στα κτίρια, χωρίς τη δαπάνη ενέργειας. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι θεμελιώδεις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θέρμανσης και ψύξης με συστήματα εκμετάλλευσης των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων
- Εξασφάλιση της απαραίτητης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων.
- Πρόβλεψη, πέραν του δροσισμού, για αύξηση της παραγωγής οξυγόνου στο σύνολο των ελεύθερων χώρων, μέσα από φυτεύσεις, και γενικότερα επιλογές που στοχεύουν στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και βελτίωση της ποιότητας του αέρα.
- Αξιοποίηση τμημάτων του εδάφους ως φυσικού με δυνατότητα βελτίωσης της απορροής των υδάτων στο σύνολο της αστικής ενότητας.
- Προστασία και ανάδειξη των μικρών ενδιάμεσων ελεύθερων χώρων στην κλίμακα του οικοδομικού τετραγώνου: συνήθως πρόκειται για ιδιωτικούς ή ημι-δημόσιους χώρους. Οι χώροι αυτοί χρειάζεται να αναδειχθούν και πάλι ως «βιώσιμοι» και λειτουργικοί, συνεισφέροντας ταυτόχρονα σε κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.
- Κατά τη χειμερινή περίοδο, βασικός προσανατολισμός του σχεδιασμού είναι η ανεμοπροστασία, δηλαδή η προστασία του ανοιχτού χώρου από τους ψυχρούς ανέμους, επιτρέποντας όμως τον απαραίτητο αερισμό. Ταυτόχρονα επιδιώκεται ο επαρκής ηλιασμός του, δηλαδή η δυνατότητα έκθεσης στον ήλιο.
- Τους θερινούς μήνες, ο σχεδιασμός επικεντρώνεται στη σκίαση και στη θερμοπροστασία, δηλαδή στην ελαχιστοποίηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία: παράλληλα η εξασφάλιση των βέλτιστων μεθόδων φυσικού δροσισμού και αερισμού, για την απαγωγή θερμότητας από τον ανοιχτό χώρο αποτελεί βασική επιδίωξη.

### 2.2.2 Παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εναρμόνισης με το τοπίο, προσαρμογής στο ανάγλυφο του εδάφους και αποτελεσματικής αξιοποίησης των κλιματικών πλεονεκτημάτων του τόπου, αποτελούν οι παραδοσιακοί οικισμοί του παρελθόντος. Βασική αρχή του σχεδιασμού, υπήρξε η αντιμετώπιση των μεταβολών του καιρού, ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του χώρου. Στα νεότερα χρόνια, η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας, προσέφερε τη δυνατότητα δημιουργίας ιδανικών συνθηκών θερμικής άνεσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά και σε ετήσια βάση, με χρήση συσκευών ψύξης, θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού. Η αλόγιστη χρήση των μηχανικών αυτών μεθόδων, οδήγησε σε κατακόρυφη αύξηση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων και των πόλεων συνολικά. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, ο γενικός εκσυγχρονισμός, συνοδευόμενος από αδιαφορία για εξοικονόμηση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οδήγησαν σε υπέρμετρες καταναλώσεις στον τομέα των κτιρίων και των υπηρεσιών. Το 1995, η χρήση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού έφτασε τους 4.4 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ). Έχει μάλιστα καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων, παρ' όλο που το κλίμα της χώρας είναι ήπιο, κατέχει περίπου το 70% των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων, ακολουθούμενων 18% για ψύξη και φωτισμό και 13% για την παραγωγή ζεστού νερού (ΚΑΠΕ, 1997). Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό είναι επιτακτική, αν αναλογιστούμε πως καλύπτει το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα, και πως τα κτίρια στη χώρα μας ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο αποτελεί βασικό αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου.



Αυτήν ακριβώς την κατάσταση καλείται να διορθώσει η εφαρμογή βιοκλιματικών κριτηρίων κατά το σχεδιασμό, με βασική επιδίωξη τη διασφάλιση αποδεκτών μικροκλιματικών συνθηκών με σωστή θερμική συμπεριφορά κτιρίων και ελεύθερων χώρων το χειμώνα και το καλοκαίρι και κατά συνέπεια τον περιορισμό του ενεργειακού αποτυπώματος των πόλεων. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση της εξάρτησης από το μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση και ψύξη των κτιρίων μέσω σχεδιαστικών χειρισμών και κατασκευαστικές μεθόδους. Την απάντηση στην αλόγιστη δαπάνη ενέργειας, η οποία εκτός των άλλων συνδέεται με την υπέρμετρη έκλυση θερμότητας στην ατμόσφαιρα και την αύξηση της θερμοκρασίας, δίνει η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Οι ΑΠΕ συνδυάζουν δύο βασικά χαρακτηριστικά: είναι φιλικές προς το περιβάλλον και ταυτόχρονα ανεξάντλητες. Προβάλλονται, έτσι, ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών της πόλης. Στη μικροκλίμακα των υπαίθριων χώρων, υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησής τους με τη χρήση φωτοβολταϊκών δαπέδων, ή ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών πάνελ σε στέγαστρα, πέργκολες και λοιπά στοιχεία εξοπλισμού.

Όπως είναι έκδηλο από τον ορισμό και τις κατευθύνσεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού, θεμελιώδης θεωρείται η επίδραση των εξής δύο περιβαλλοντικών παραγόντων: α) ηλιακή ακτινοβολία, δηλαδή διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός στο σύνολο του δομημένου περιβάλλοντος και των υπαίθριων χώρων και β) ροή του ανέμου στο εσωτερικό της πόλης. Πέραν αυτών, θεμελιώδες χαρακτηριστικό για τη διαμόρφωση περιβάλλοντος είναι η ίδια η γεωμετρία του χώρου, η οποία αναμφίβολα καθορίζει την έκθεση στο ηλιακό φως και τη ροή του ανέμου. Επιπλέον, η διάταξη του φυσικού και τεχνητού περιβάλλοντος και η τοπογραφία της περιοχής, καθορίζουν τον τρόπο ροής του ατμοσφαιρικού αέρα και, κατά συνέπεια, αμφοτέρως την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου. Αν μάλιστα αναλογιστεί κανείς πόσο λίγο επιτρέπεται να επεμβούμε σε αυτές τις παραμέτρους κατά το σχεδιασμό, θα τις αξιολογήσει ως πλέον δεσπίζουσες σημασίας. Αναλυτικά οι περιβαλλοντικές παράμετροι που λαμβάνονται υπ' όψιν παρουσιάζονται στα επόμενα:

### 2.2.2.1 Αστική Μορφολογία- Τοπογραφία

Με τον όρο αστική μορφολογία νοείται το σύστημα γεωμετρία-ανάγλυφο ενός τόπου και πεδίο τιμών μετεωρολογικών δεδομένων σε αυτόν. Αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα διαμόρφωσης του μικροκλίματος, αφού καθορίζει τον ηλιασμό και τη σκίαση της επιφάνειας, τη θερμοκρασία, την υγρασία και τα πεδία ακτινοβολίας και ανέμου. Μεταβολές της αστικής μορφολογίας μπορούν να τροποποιήσουν σημαντικά τα κλιματολογικά δεδομένα σε τοπικό επίπεδο, ενώ η ατελέσφορη αξιοποίηση του αναγλύφου οδηγεί σε μη αποδεκτές συνθήκες για το χρήστη του χώρου, των οποίων η βελτίωση συνεπάγεται δαπάνη ενέργειας. Πέραν όσων ήδη αναφέρθηκαν, η αστική μορφολογία επιδρά στο κλίμα μιας περιοχής και μέσω των υλικών εδαφοκάλυψης, φυσικών ή μη. Αυτό σημαίνει ότι μια επιφάνεια συγκεκριμένης γεωμετρίας, υπό τις ίδιες μετεωρολογικές συνθήκες έχει τελείως διαφορετική συνεισφορά στη διαμόρφωση του μικροκλίματος αν καλύπτεται από φυσικό χώμα, βλάστηση, ασφαλτικό ή άλλο υλικό επίστρωσης.

### 2.2.2.2 Ηλιασμός

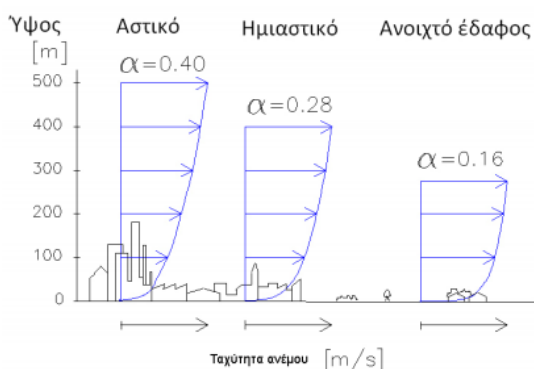
Η ηλιακή πρόσβαση στους υπαίθριους χώρους διαφοροποιείται ανάλογα με τον προσανατολισμό του δρόμου και το λόγο του ύψους του κτιρίου προς την απόσταση από το απέναντι κτίριο, δηλαδή το πλάτος του δρόμου (H/W). Ένας συντελεστής που δίνει αρκετή πληροφορία για τον επαρκή ηλιασμό σε μια θέση είναι ο δείκτης θέασης του ουρανού (SVF- sky view factor). Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας και η κλίση της ως προς το οριζόντιο επίπεδο, επηρεάζουν την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, αλλά και την πιθανότητα σκίασής της από τις παρακείμενες επιφάνειες· για λόγους πληρότητας απαιτείται γνώση της ημερήσιας τροχιάς του ήλιου στις διάφορες εποχές του έτους. Στα κεντρικά τμήματα των ελληνικών πόλεων, η πυκνότητα των κτιρίων στο οικοδομικό τετράγωνο είναι τέτοια, ώστε συχνά οι συνθήκες ηλιασμού κρίνονται ανεπαρκείς κατά τους χειμερινούς μήνες για μεγάλο αριθμό κτιρίων. Αυτό ισχύει πολλές φορές ακόμη και για ομάδες κτιρίων με ευμενή προσανατολισμό. Σύμφωνα με μελέτες, ως «ικανοποιητική διάρκεια ηλιασμού» θεωρείται χρόνος της τάξης των 90 λεπτών κατά την περίοδο του χειμερινού ηλιοστασίου, ενώ ελάχιστη ικανοποιητική γωνία πλάγιας πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων επί κτιριακού μετώπου θεωρείται η γωνία των 15°. Η μεγάλη διάρκεια έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία στις χαμηλές στάθμες των κτιρίων είναι εφικτή μόνο διατηρώντας μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των κτιρίων, σε συνδυασμό με χαμηλά ύψη, κατευθύνσεις οι οποίες δύσκολα μπορούν να εφαρμοστούν στο κέντρο της πόλης με τα ισχύοντα πρότυπα αστικής ανάπτυξης. Η ανάγκη για επαρκή ηλιασμό είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με έναν άλλο θεμελιώδη παράγοντα του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τη βλάστηση, στην οποία γίνεται αναφορά σε επόμενη παράγραφο.

### 2.2.2.3 Σκίαση- Ηλιοπροστασία

Το ζήτημα της ηλιοπροστασίας κτιρίων και ελεύθερων χώρων είναι ο κρίσιμότερος στόχος προς επίτευξη από βιοκλιματική σκοπιά σε αστικές περιοχές με το κλίμα της Ελλάδος. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα στα νότια γεωγραφικά πλάτη, η σκίαση είναι καθοριστικός παράγοντας για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και σημαντική παράμετρος θερμικής άνεσης. Η φροντίδα για επαρκή ηλιοπροστασία εξετάζεται διεποχιακά. Η ηλιοπροστασία των υπαίθριων χώρων επιτυγχάνεται με κατάλληλη φύτευση, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη σύνδεση σχήματος και πυκνότητας φυλλώματος με τη δυνατότητα σκίασης. Ως εναλλακτική επιλογή ηλιοπροστασίας εμφανίζεται η χρήση αστικού εξοπλισμού, ήτοι σκίαστρα, στέγαστρα, στοές και λοιπές κατασκευές μόνιμου ή εφήμερου χαρακτήρα.

### 2.2.2.4 Πεδίο Ανέμου

Ο άνεμος, ως προς την ταχύτητα και την κατεύθυνσή του, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά στοιχεία ρύθμισης της θερμικής άνεσης των χρηστών ενός χώρου· προκειμένου δε για ανοιχτούς ελεύθερους χώρους, στους οποίους ο χρήστης εκτίθεται εξ' ολοκλήρου στα καιρικά φαινόμενα, η συμμετοχή του ανέμου στη διασφάλιση ικανοποιητικών συνθηκών είναι ακόμα πιο κρίσιμη. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλεφθεί και να ελεγχθεί το πεδίο ανέμου, δεδομένου ότι εξαρτάται από ένα ευρύ φάσμα παραγόντων σε παγκόσμια, περιφερειακή και τοπική κλίμακα. Σε παγκόσμια κλίμακα, ο άνεμος προκαλείται από την κίνηση του αέρα από περιοχές υψηλής σε περιοχές χαμηλής πίεσης και παρουσιάζει εποχιακή ή ετήσια μεταβλητότητα. Ο ανεμπόδιστος άνεμος πάνω από την επιφάνεια της γης ονομάζεται γεωστροφικός και θεωρείται ελεύθερος σε ύψος 275-500m ανάλογα με την τραχύτητα (α) της επιφάνειας του εδάφους σε περιφερειακή ή και ακόμα μικρότερη κλίμακα.



Εικόνα 2.7: Κατανομή της ταχύτητας του ανέμου καθ' ύψος, ανάλογα με την τραχύτητα του εδάφους

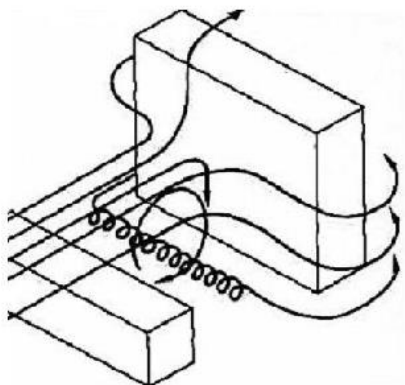
Η ροή του ανέμου στον αστικό ιστό εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης στο δρόμο και από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δρόμου (ύψος κτιρίων, πλάτος και μήκος δρόμου), δηλαδή από ό,τι νωρίτερα ονομάσαμε αστική μορφολογία· τα μεγέθη αυτά επιδρούν στις συνθήκες άνεσης των χρηστών και στη συγκέντρωση ρύπων, κατ' επέκταση στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Εξ' αιτίας της έντονης διαφοροποίησης που παρουσιάζουν τα ανεμολογικά δεδομένα από θέση σε θέση εντός του αστικού ιστού, η οποία οφείλεται στην πολυπλοκότητα της δόμησης, για την εκτίμηση του ανέμου σε επίπεδο μικροκλίματος, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός μετεωρολογικών δεδομένων με πληροφορία για την αστική μορφολογία και τον τύπο κάλυψης της επιφάνειας. Τα μετεωρολογικά δεδομένα στην πλειοψηφία τους είναι μετρήσεις από μετεωρολογικούς σταθμούς και περιλαμβάνουν τιμές ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου στη στάθμη των 10m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό σημαίνει ότι για να είναι ρεαλιστικές οι τιμές που θα ληφθούν υπόψιν κατά την προσομοίωση και το σχεδιασμό, θα πρέπει να γίνουν οι σχετικές διορθώσεις για τις επιδράσεις του περιβάλλοντος χώρου και να προσαρμοστούν στις συνθηκικές συνθήκες της πόλης, να γίνει δηλαδή αναγωγή τους σε επίπεδο πόλης. Για τη διαδικασία αυτή, χρειάζονται πολύπλοκοι υπολογισμοί ρευστοδυναμικής, χρήση αριθμητικών μοντέλων ροών ή προσομοιώσεις σε αεροσήραγγες.

Ο λόγος για τον οποίο δίνεται τόση έμφαση στην ακριβή προσομοίωση της ροής του ανέμου είναι ότι εντός του αστικού ιστού κάποιες συνθηκικές ροής μπορεί να θεωρηθούν ευεργετικές, ενώ κάποιες άλλες δυσμενείς. Πιο συγκεκριμένα, είναι σημαντικό να αξιοποιείται ο άνεμος για το φυσικό αερισμό και δροσισμό ελεύθερων και κλειστών χώρων, προκειμένου να ρυθμίζεται η θερμοκρασία μέσω της απαγωγής θερμότητας από τον υπαίθριο χώρο. Επιπλέον, στην περίπτωση ανυπαρξίας ή ανεπάρκειας των διόδων επικοινωνίας του εσωτερικού ακάλυπτου με τις περιβάλλουσες οδούς, αναπτύσσονται συνθηκικές ανεπαρκούς αερισμού, με εγκλωβισμό των αέρινων μαζών στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων· οι αρνητικές επιπτώσεις αυτής της κατάστασης είναι αφενός η σημαντική άνοδος της θερμοκρασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και αφετέρου η συγκέντρωση ρύπων στο επίπεδο κυκλοφορίας των πεζών, δηλαδή η μειωμένη ποιότητα του εισπνεόμενου ατμοσφαιρικού αέρα. Από την άλλη, βασική κατεύθυνση του σχεδιασμού αποτελεί η προστασία από την έκθεση στον ψυχρό χειμερινό άνεμο με ανακοπή της ταχύτητας ή εκτροπή της διεύθυνσής του. Πέραν του φαινομένου της αστικής

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

χαράδρας, για το οποίο έγινε λόγος σε προηγούμενη παράγραφο, υπάρχουν και τα εξής τρία φαινόμενα αλληλεπίδρασης ανέμου και αστικής μορφολογίας που επιδρούν αρνητικά στην άνεση των χρηστών:

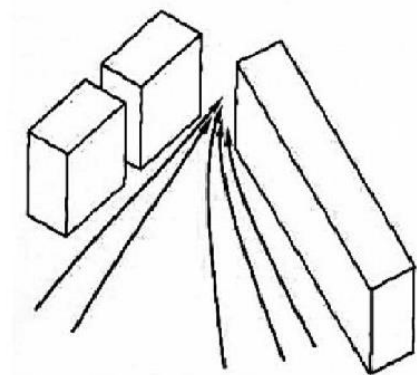
Φαινόμενο Wise: δημιουργία κατακόρυφου (με φορά προς τα κάτω) ρεύματος αέρα μεγάλης έντασης κατά μήκος των όψεων και άνεμος υψηλής ταχύτητας γύρω από τις γωνιές κτιρίων μεγάλου ύψους. Οι δυσάρεστες συνθήκες ανέμου στη βάση και γύρω από τις γωνιές των κτιρίων, καθώς και η οριζόντια ροή από το κτίριο αντίθετα στην κύρια διεύθυνση του ανέμου εντείνονται όσο ψηλότερο είναι το κτίριο.



Εικόνα 2.8: Εκδήλωση φαινομένου Wise κατά μήκος των όψεων και στις γωνιές ψηλών κτιρίων

Φαινόμενο καναλιού: ανάπτυξη επιταχύνσεων ανέμου, πλησίον γραμμικών αστικών δομών και κυρίως κτιρίων. Πρακτικά, το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε επιμήκεις δρόμους, μακρύτερους από 100m και θυμίζει το φαινόμενο της αστικής χαράδρας.

Φαινόμενο Venturi: μια ακραία εκδήλωση του φαινομένου του καναλιού παρατηρείται κατά μήκος επιμήκων οδικών αξόνων που σχηματίζουν τούνελ. Αυτή η εκδήλωση καλείται φαινόμενο Venturi. Σημαντικές επιταχύνσεις του ανέμου μπορούν να παρατηρηθούν ακόμη και σε περάσματα ανάμεσα ή κάτω από κτίρια που οδηγούν σε ανοιχτούς χώρους και δημιουργούν ένα είδος σήραγγας. Αυξανόμενου του μήκους του δρόμου και του ύψους των κτιρίων το φαινόμενο εντείνεται σημαντικά.



Εικόνα 2.9: Εκδήλωση φαινομένου Venturi κατά την αξονική διεύθυνση επιμήκους οδού με μεγάλο ύψος παρακείμενων κτιρίων

### 2.2.2.5 Πεδίο Ακτινοβολίας

Το πεδίο ακτινοβολίας είναι εξαιρετικά σημαντικό σε μελέτες που αφορούν βιοκλιματικές παραμέτρους αστικών περιοχών, καθώς εξαρτάται από και καθορίζει τις τιμές πολλών παραγόντων, όπως η θερμοκρασία, η συμπεριφορά των επιφανειών ως προς την ανακλαστικότητα και οι δείκτες οπτικής και θερμικής άνεσης. Η ακτινοβολία εισάγεται στους υπολογισμούς συνήθως μέσω της έννοιας της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας (mean radiant temperature  $T_{MRT}$ ). Πρόκειται για την ομοιόμορφη θερμοκρασία που θα είχε μια σφαιρική επιφάνεια που περιβάλλει τον άνθρωπο- χρήστη ενός χώρου και πραγματοποιεί την ίδια ανταλλαγή ενέργειας με αυτόν, όπως το πραγματικό πεδίο ακτινοβολίας στον περιβάλλοντα χώρο του. Η μεταβλητή αυτή είναι δεσπόζουσα σημασίας, όχι μόνο για των υπολογισμό δεικτών θερμικής άνεσης, αλλά και για το ενεργειακό ισοζύγιο μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.

Θα πρέπει να αποσαφηνιστεί στο σημείο αυτό, τι ορίζεται ως πεδίο ακτινοβολίας. Πρόκειται για την ηλιακή ακτινοβολία, άμεση, διάχυτη ή ανακλώμενη στις διάφορες επιφάνειες, καθώς επίσης και για τη θερμική ακτινοβολία, η οποία είναι μεγάλου μήκους κύματος και εκπέμπεται από το έδαφος, τις επιφάνειες και την ατμόσφαιρα. Ηλιακή λέγεται η ακτινοβολία με μήκη κύματος 0.2-2.5  $\mu\text{m}$ , δηλαδή στην περιοχή που κυριαρχεί το ηλιακό φάσμα, ενώ για μήκη κύματος πέραν των 5.0  $\mu\text{m}$  έχουμε τη θερμική ακτινοβολία, στην περιοχή που κυριαρχεί η ακτινοβολία η εκπεμπόμενη από την επιφάνεια της γης ή τις επιφάνειες του δομημένου περιβάλλοντος, εξαρτάται δε κυρίως από τις θερμοκρασίες των επιφανειών αυτών.

### 2.2.2.6 Θερμοκρασία & Υγρασία

Η θερμοκρασία στον αστικό χώρο διαμορφώνεται από τη μετάδοση θερμότητας και με τη σειρά της καθορίζει τη μεταφορά θερμότητας από και προς την αστική επιφάνεια σ' έναν ατέρμονο βρόγχο. Επίσης, τα επίπεδα της θερμοκρασίας επηρεάζουν τις εναλλαγές της υγρασίας και συνδέονται με μικροκλιματικά φαινόμενα, όπως η αστική θερμική νησίδα. Τα πεδία θερμοκρασίας και υγρασίας εξαρτώνται από τα πεδία ακτινοβολίας και ανέμου. Ο λόγος για τον οποίο μελετώνται τόσο διεξοδικά οι μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας στον αστικό χώρο είναι ότι αφενός αλληλεπιδρούν με ένα πλήθος άλλων μεταβλητών του μικροκλίματος και αφετέρου ότι λαμβάνονται υπ' όψιν στον υπολογισμό των δεικτών θερμικής άνεσης. Πιο συγκεκριμένα: η σχετική υγρασία επιδρά στη θερμική άνεση των χρηστών ενός χώρου, καθώς επηρεάζει την υγρασία του δέρματος και την εφίδρωση. Όσο για τη θερμοκρασία, σε περιπτώσεις με άνεμο χαμηλής ταχύτητας, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας έχει περίπου την ίδια επίδραση με τη θερμοκρασία του αέρα στο ισοζύγιο θερμότητας του ανθρώπινου σώματος. Αντίθετα, προκειμένου για δυνατούς ανέμους, η θερμοκρασία του αέρα είναι πιο σημαντική από τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, επειδή κυριαρχεί στην ανταλλαγή θερμότητας. Τα πεδία θερμοκρασίας και υγρασίας συνδέονται επίσης στενά με τους παράγοντες Νερό και Φυτεύσεις, καθώς καθορίζουν τις συνθήκες πραγματοποίησης των φυσικών διαδικασιών, όπως η εξάτμιση, η διαπνοή και η φωτοσύνθεση.

### 2.2.2.7 Θερμική Άνεση (και δείκτες αυτής)

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, κλπ., συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου. Προκειμένου να παρέχεται στους κατοίκους της πόλης ένα περιβάλλον υγιεινό και ελκυστικό, θα πρέπει να ελαχιστοποιείται η έκθεσή τους σε ρύπους που μεταφέρονται με τον αέρα και σε θερμικό φορτίο. Μάλιστα, για το σκοπό αυτό θα πρέπει να δαπανάται η κατά το δυνατόν ελάχιστη ενέργεια. Αυτή η κατάσταση θα μπορούσε να ονομαστεί «θερμική άνεση», με την έννοια της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας.

Μεταξύ ενός πλήθους διακριτών κατηγοριών άνεσης, η θερμική άνεση θεωρείται ο πιο σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την κλιματική ποιότητα στον αστικό χώρο, εφόσον συνδέεται με την κατανάλωση ενέργειας. Οι δείκτες θερμικής άνεσης αποτελούν μια ποσοτική έκφραση της εμπειρίας ενός χώρου, ή αλλιώς εκφράζουν το αποτύπωμα των μικροκλιματικών συνθηκών στο χρήστη. Ο συνδυασμός πλήθους μικροκλιματικών παραμέτρων σε διαφορετικές θέσεις, σε βάση ημερήσια αλλά και ετήσια καθορίζει το θερμικό προφίλ κάθε χώρου και κατά συνέπεια την αποδοτικότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο χώρο αυτό. Αν, λοιπόν, οι μικροκλιματικές συνθήκες σε έναν χώρο δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες, τις προσδοκίες και τις προτιμήσεις των χρηστών, ο χώρος αυτός θα πάψει να φιλοξενεί τις ανθρώπινες δραστηριότητες, είτε πρόκειται για εργασιακό περιβάλλον, είτε για χώρο αναψυχής ή κοινωνικής συναναστροφής και σύντομα θα χάσει το σκοπό ύπαρξής του, απουσία ανθρώπινης παρουσίας και ζωντάνιας.

Οι αστικές περιοχές φιλοξενούν τις δραστηριότητες ανθρώπων διαφορετικής ηλικίας και ευαισθησίας. Δεδομένου ότι η άνεση είναι μια υποκειμενική αίσθηση ευημερίας, για την εκτίμησή της θα πρέπει να συνυπολογιστεί μεν ένα πλήθος παραγόντων, όπως η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του αέρα, η ποιότητα του αέρα και ακόμα το φως και ο θόρυβος, που αναλύονται παρακάτω, παράγοντες που περιγράφουν το θερμικό προφίλ ενός χώρου, αλλά και στοιχεία που αφορούν κυρίως το υποκείμενο, το χρήστη δηλαδή του χώρου. Τέτοια στοιχεία είναι προσωπικά, για παράδειγμα η ένδυση, το είδος της δραστηριότητας κλπ, και οργανικά, όπως η ηλικία, το φύλο, ο μεταβολισμός και η κατάσταση της υγείας του ενοίκου. Οι παράμετροι αυτές περιγράφουν την ευαισθησία των χρηστών του χώρου.

Ο σχεδιαστής προσπαθεί να εκτιμήσει τα επίπεδα θερμικής άνεσης, τα οποία καθορίζονται από το σχεδιασμό του και επαληθεύουν την ορθότητα των αποφάσεών του. Αποδεικνύεται ότι, προκειμένου για μελέτη και σχεδιασμό εξωτερικών χώρων, οι προσεγγίσεις που εξαντλούνται στη φυσιολογία είναι ανεπαρκείς· το ζήτημα της προσαρμοστικότητας είναι όλο και πιο σημαντικό. Ως προσαρμοστικότητα νοείται το σύνολο των διαδικασιών για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ περιβάλλοντος και αναγκών των ανθρώπων, τόσο σε φυσικό, όσο και σε ψυχολογικό επίπεδο. Οι αλλαγές αυτές σκοπό έχουν την προσαρμογή του υποκειμένου στο χώρο ή την προσαρμογή του περιβάλλοντος στις ανάγκες του. Περιλαμβάνει την εποχιακή μεταβολή του ρουχισμού, αλλαγές στο μεταβολισμό, μέσω της κατανάλωσης κρύων ποτών λόγου χάριν, αλλά και αλλαγές στη θέση του σώματος· από ψυχολογικής πλευράς, κρίσιμες για την ικανοποίηση του χρήστη και την αίσθηση θερμικής άνεσης είναι η προσωπική επιλογή, η παρελθούσα έκθεση σε παρόμοιες κλιματικές συνθήκες και οι προσδοκίες. Επιπλέον, για δεδομένο θερμικό προφίλ ενός χώρου, ο χώρος αυτός σχεδιάζεται να φιλοξενεί λειτουργίες τέτοιες, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη παραγωγικότητα ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, καθιστικές

δραστηριότητες χαμηλού μεταβολισμού, όπως το διάβασμα, έχουν διαφορετικές απαιτήσεις από κινητικές δραστηριότητες, όπως περπάτημα ή τρέξιμο.

- ο Πραγματική Αίσθηση Θερμότητας (Actual Sensation Vote ASV)

Πρόκειται για μια κλίμακα 5 βαθμίδων κυμαινόμενη από «πολύ κρύο» ως «πολλή ζέστη» μέσω της οποίας αξιολογείται η αίσθηση θερμότητας των ανθρώπων. Η κλίμακα καταρτίστηκε μέσω επιτόπιας έρευνας με συνεντεύξεις σε 14 περιοχές ανά την Ευρώπη και συσχετίζει την πραγματική αίσθηση θερμότητας με τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου. Ο μελετητής επιλέγει το μοντέλο που έχει την ελάχιστη απόκλιση από τα δεδομένα του, υπολογίζει τις αντίστοιχες τιμές ASV της υπό μελέτην περιοχής και εξάγει αποτελέσματα για τους δείκτες PMV και PPD που αναλύονται στα επόμενα. Κατόπιν, με τη χρήση τροποποιητικών δεικτών μικροκλίματος που σχετίζονται με ορισμένες σχεδιαστικές επιλογές, διερευνά το βαθμό στον οποίο οι εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις μπορούν να επηρεάσουν το ποσοστό των χρηστών που αισθάνονται άνετα και κατ' επέκταση την καταλληλότητα των επιλογών αυτών.

- ο Δείκτης Αναμενόμενης Μέσης Αποδοχής (Predicted Mean Vote PMV) και Αναμενόμενο Ποσοστό Δυσανεστημένων (Predicted Percentage Dissatisfied PPD)

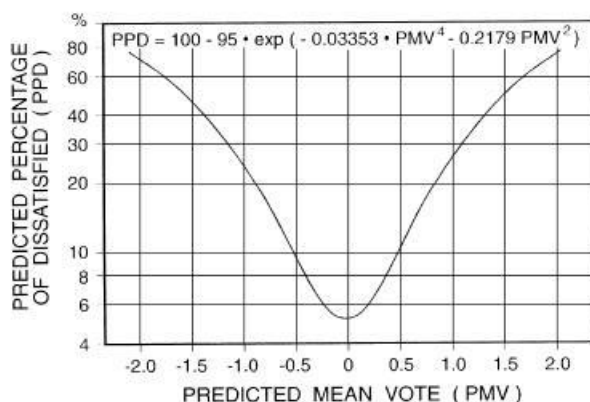
Ο δείκτης της προβλεπόμενης μέσης ψήφου προσδιορίζει την υποκειμενική θερμική αίσθηση, για οποιονδήποτε πιθανό συνδυασμό δραστηριότητας, ένδυσης και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Παίρνει τιμές από μια κλίμακα 7 σημείων με το -3 να αντιστοιχεί στο «πολύ ψυχρό» και το +3 στο «πολύ θερμό». Υπολογίζεται από την εξίσωση του Fanger (1982) η οποία βασίζεται στο θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και σε στατιστική ανάλυση πειραματικών αποτελεσμάτων.

Τιμές Δείκτη PMV	Αίσθηση Θερμότητας
3	Πολύ θερμό
2	Θερμό
1	Ελαφρώς θερμό
0	Ουδέτερο
-1	Ελαφρώς ψυχρό
-2	Ψυχρό
-3	Πολύ ψυχρό

Εικόνα 2.10: Η κλίμακα 7 σημείων του δείκτη PMV και η αντιστοιχία αυτών με την ανθρώπινη αίσθηση για το θερμικό προφίλ ενός χώρου

Ο δείκτης PPD εκφράζει το προβλεπόμενο ποσοστό δυσανεστημένων ανθρώπων σε δεδομένες θερμικές συνθήκες. Εξαρτάται από την τιμή του PMV και μειώνεται καθώς ο PMV πλησιάζει στο 0-«ουδέτερο», αλλά δεν φτάνει ποτέ κάτω από 5%, συνεπώς στο ότι είναι αδύνατο να ικανοποιηθεί πλήρως το σύνολο των χρηστών ενός χώρου, ειδικά όταν αυτό είναι μεγάλο.

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 2.11: Διαγραμματική απεικόνιση της σχέσης των δεικτών PMV και PPD

Οι εξισώσεις του Fanger οι οποίες αποδίδουν τιμές στους δύο παραπάνω δείκτες, εφαρμόζονται μόνο σε συνθήκες μόνιμης κατάστασης. Παρουσιάζουν μια τάση υπερεκτίμησης της δυσαρέσκειας και δεν ενδείκνυνται για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης σε εξωτερικούς χώρους.

- ο Φυσιολογική Ισοδύναμη Θερμοκρασία (Physiological Equivalent Temperature PET)

Πρόκειται για ένα δείκτη θερμικής άνεσης, ο οποίος περιγράφει το θερμικό περιβάλλον με βάση τη φυσιολογία του ανθρώπινου σώματος. Ανήκει στην κατηγορία των δεικτών που εκφράζουν την αντικειμενική αντίδραση, την οποία προκαλούν οι συνθήκες του περιβάλλοντος στο ανθρώπινο σώμα και καθορίζεται ως ενδεικτική θερμοκρασία στην κλίμακα Κελσίου. Υπολογίζεται από τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, τη θερμοκρασία του αέρα, την ταχύτητα του ανέμου και τη σχετική υγρασία. Ενδείκνυται για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, έναντι του δείκτη Κανονικής Ενεργού Θερμοκρασίας SET, παρ' όλο που στηρίζονται στις ίδιες αρχές υπολογισμού.

- ο Κανονική Ενεργός Θερμοκρασία (Standard Effective Temperature SET)

Ο συντελεστής αυτός συγκρίνει τη φυσιολογική κατάσταση ενός ατόμου με ένα περιβάλλον αναφοράς. Για την περιγραφή της ανθρώπινης φυσιολογίας χρησιμοποιεί δύο παραμέτρους, οι οποίες είναι η θερμοκρασία του δέρματος και το ποσοστό της δερματικής επιφάνειας που καλύπτεται από ιδρώτα.

- ο Δείκτης Ισχύος Αποψύξεως (Cooling Power CP)

Ο δείκτης ισχύος αποψύξεως (CP) εκφράζει το ρυθμό απώλειας θερμότητας από την επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος, το οποίο διατηρείται στη θερμοκρασία των 36.5°C, όταν αυτή εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα. Υπολογίζονται τα απαγοόμενα ποσά θερμότητας από τον ατμοσφαιρικό αέρα στη μονάδα του χρόνου και ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας δέρματος (μετριέται σε W/m<sup>2</sup>). Ουσιαστικά, ο δείκτης ισχύος αποψύξεως είναι το μέτρο της ικανότητας του αέρα να αυξάνει την απώλεια θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η



κλίμακα του δείκτη CP που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των βιοκλιματικών συνθηκών του περιβάλλοντος. Ο εν λόγω συντελεστής προτιμάται για την εκτίμηση της θερμικής άνεσης, επειδή έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές σε συνθήκες εξωτερικού χώρου.

Τιμές του δείκτη CP	Κατανομή τάξεων του δείκτη CP
CP<0,6	Εξαιρετικά θερμό
0,6≤CP<2,7	Πολύ θερμό
2,7≤CP<5,2	Θερμό
5,2≤CP<6,5	Ανεκτά θερμό
6,5≤CP<8,1	Άνετο
8,1≤CP<10,5	Ανεκτά ψυχρό
10,5≤CP<15,6	Ψυχρό
15,6≤CP<22,6	Πολύ ψυχρό
22,6≤CP<30	Εξαιρετικά ψυχρό
30≤CP	Παγετώδεις

Εικόνα 2.12: Η κλίμακα του δείκτη ισχύος αποψύξεως και η αντιστοιχία κάθε τιμής με την ανθρώπινη αίσθηση για το θερμικό προφίλ ενός χώρου

- ο Δείκτης Δυσφορίας (Discomfort Index DI)

Ο δείκτης δυσφορίας αναπτύχθηκε από τον Thom (1959) και εκφράζει το βαθμό δυσφορίας του ανθρώπου, λόγω των επιδράσεων των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών. Εξαρτάται από τη μέση τιμή της θερμοκρασίας του αέρα σε βαθμούς Κελσίου και τη μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%). Οι οριακές τιμές του δείκτη φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

DI	Κατηγορίες δυσφορίας
DI < 21	Δεν υπάρχει δυσφορία
21 =< DI < 24	Δυσφορεί ποσοστό 50% του πληθυσμού
24 =< DI < 27	Δυσφορεί ποσοστό > 50% του πληθυσμού
27 =< DI < 29	Δυσφορεί το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού πληθυσμού
29 =< DI < 32	Ο καθένας αισθάνεται δυσφορία
DI >= 32	Κατάσταση αυξημένης ετοιμότητας στα νοσοκομεία

Εικόνα 2.13: Η κλίμακα τιμών του δείκτη δυσφορίας και η αντιστοιχία κάθε τιμής με το ποσοστό του πληθυσμού που στερείται θερμικής άνεσης

### 2.2.2.8 Οπτική Άνεση

Ένας επιτυχημένος αστικός χώρος σχετίζεται με μια θετική οπτική εμπειρία. Η επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης βασίζεται στη διάθεση του φωτός ως προς την ποσότητα και την ποιότητα. Ο χρήστης ενός χώρου καλύπτει την ανάγκη του για επαρκή και άνετο φωτισμό όταν μπορεί να βλέπει χωρίς να κουράζεται και αποφεύγονται ακραίες καταστάσεις σε σχέση με τη θάμβωση. Η προσπάθεια διάκρισης των λεπτομερειών του περιβάλλοντος χώρου, όταν υπάρχει υψηλή φωτεινότητα και λάμπεις λόγω ανακλώμενης ακτινοβολίας, προκαλεί φυσική και πνευματική κόπωση και ονομάζεται «οπτική δυσφορία». Με βάση τη λαμπρότητα, δηλαδή την ένταση του φωτισμού που παραλαμβάνεται από μια επιφάνεια, τροποποιημένη από την ανακλαστικότητα της επιφάνειας, εκφράζεται η αντίθεση, η διαφορά της οπτικής εμφάνισης ενός αντικειμένου και του άμεσου βάθους πίσω από αυτό. Προϋποθέσεις για οπτική άνεση είναι η διατήρηση της αντίθεσης και της θάμβωσης εντός ορισμένων αποδεκτών ορίων. Η οπτική δυσφορία για την οποία έγινε λόγος όχι μόνο προκαλεί κούραση στο χρήστη του χώρου, αλλά μειώνει και τη στάθμη ασφαλείας στο χώρο αυτό. Παράλληλα, η οπτική άνεση έγκειται στη δυνατότητα διεύρυνσης του οπτικού πεδίου του χρήστη. Ένας ελεύθερος υπαίθριος χώρος διήμευσης είναι ευχάριστος όταν δίνει την εντύπωση ανοιχτού πεδίου, αξιοποιώντας τα μέγιστα το φυσικό φωτισμό κατά τη διάρκεια της μέρας και προσφέροντας κατά το δυνατόν ελεύθερη θέαση του ουρανού. Είναι πλέον σαφές ότι για την επίτευξη των σκοπών του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενός ελεύθερου χώρου, με έναν από τους σπουδαιότερους να είναι η άνεση των χρηστών, απαιτείται διεξοδική μελέτη φωτισμού, φυσικού και τεχνητού, αλλά και δυνατότητα θέασης του ουρανού, μέσω του συντελεστή SVF (sky view factor), που αναλύεται στη συνέχεια. Είναι άξια αναφοράς η ύπαρξη κανονισμών και περιορισμών της δόμησης σε αστικές περιοχές, ώστε να εξασφαλίζεται ο επαρκής φυσικός φωτισμός στο επίπεδο κίνησης των πεζών.

### 2.2.2.9 Ακουστική Άνεση- Ηχοπροστασία

Με τον όρο ακουστική άνεση νοείται η προστασία των χρηστών ενός χώρου από εξωγενείς θορύβους, ώστε να διασφαλίζεται ένα ακουστικό περιβάλλον χωρίς οχλήσεις, κατάλληλο για διαμονή και λοιπές δραστηριότητες. Ο άνθρωπος δέχεται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας καταγισμό από ανθυγιεινούς θορύβους, ιδίως στα κέντρα των σύγχρονων πόλεων, όπως κόρνες, μηχανές, αυτοκίνητα και λοιπά, οι οποίοι ξεπερνούν τα 80 ντεσιμπέλ, βλάπτοντας έτσι την ακοή. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε που χορηγείται αποζημίωση σε εργαζόμενους σε έντονα θορυβώδες περιβάλλον, αφού συχνά αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα με την ακοή τους. Ωστόσο, ακουστική επίδραση ασκεί και ο ίδιος ο ανοιχτός χώρος και μάλιστα είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα όρια και τα στοιχεία του τοπίου μπορούν να προκαλέσουν αντήχηση, επηρεάζοντας έτσι δυσμενώς την ακουστική άνεση. Άλλα αντίστοιχα φαινόμενα είναι η ηχώ και το εστιακό φαινόμενο.

Η κακή ποιότητα ήχου και ο θόρυβος αποδεδειγμένα επηρεάζουν ολόκληρο τον οργανισμό, επομένως η εξασφάλιση ακουστικής άνεσης είναι μείζον ζήτημα για την υγεία των χρηστών των κτιρίων και των εξωτερικών χώρων· παράλληλα όμως έχουν επιπτώσεις τόσο στην ψυχολογία, όσο και στην κοινωνική συμπεριφορά των ανθρώπων. Δεδομένου ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποσκοπεί μεταξύ άλλων στο σχεδιασμό ενός ευχάριστου περιβάλλοντος στους ανοιχτούς δημόσιους αστικούς χώρους, θα πρέπει να

λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψιν φυσικές, φυσιολογικές αλλά και ψυχολογικές και κοινωνικές παράμετροι. Επομένως, η μελέτη του ηχητικού περιβάλλοντος και της ακουστικής άνεσης, για τη λήψη κατάλληλων μέτρων ηχοπροστασίας, θα πρέπει να εστιάζει στις σχέσεις του ανθρώπου, του ακουστικού του περιβάλλοντος και της κοινωνίας. Ένας χώρος πλήρως εκτεθειμένος σε ενοχλητικούς και δυνατούς θορύβους δεν μπορεί να προσελκύσει τον περαστικό, πολύ περισσότερο να μετατρέψει τη διέλευσή του σε στάση, όσο καλαίσθητος και αν είναι. Προς διερεύνηση παραμένει ο βαθμός στον οποίο ένα χαμηλής ποιότητας ακουστικό περιβάλλον επηρεάζει αρνητικά τις μικροκλιματικές μεταβλητές.

#### 2.2.2.10 Χρησιμοποιούμενα Υλικά και Ανακλαστικότητα

Το μικροκλίμα των αστικών υπαίθριων χώρων επηρεάζεται από τα υλικά δόμησης των κτιριακών όγκων που τους περιβάλλουν και από τα υλικά των επιστρώσεών τους. Οι επιφανειακές θερμοκρασίες των υλικών αυτών καθορίζουν τη θερμική ισορροπία και άνεση, μέσω των ανταλλαγών ακτινοβολίας. Όπως αναφέρεται στη σχετική παράγραφο, οι ανταλλαγές ακτινοβολίας είναι κυρίαρχες σε ένα περιβάλλον ανεπαρκώς αεριζόμενο, όπως είναι η συνήθης συνθήκη στον πυκνοδομημένο αστικό ιστό.

Στις αστικές ζώνες της Ελλάδας, αλλά και όλης της Ευρώπης, οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, των δρόμων και των υπαίθριων χώρων, εκείνες δηλαδή που εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία, είναι καλυμμένες από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας και μικρής ανακλαστικότητας, όπως είναι η άσφαλτος, το σκυρόδεμα, το τούβλο και η πέτρα. Τα υλικά αυτά, λόγω των θερμικών τους ιδιοτήτων, λειτουργούν ως θερμοσυσσωρευτές. Αυτό σημαίνει πως απορροφούν μεγάλες ποσότητες της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, την οποία αποθηκεύουν και επανεκπέμπουν ως θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Όσο πυκνότερη είναι η αστική δόμηση, τόσο μεγαλύτερα είναι τα θερμικά φορτία που συσσωρεύει, ενώ ταυτόχρονα η διαφυγή του θερμικού πλεονάσματος στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι δυσκολότερη. Σαν αποτέλεσμα λοιπόν, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες, το θερμικό φορτίο της πόλης αυξάνεται προοδευτικά.

Η επίδραση των υλικών επίστρωσης και δόμησης στο θερμικό και οπτικό περιβάλλον, ή η οπτική και θερμική τους συμπεριφορά καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

- ο Τρόπος έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία: ο προσανατολισμός των αστικών επιφανειών διαφοροποιεί τη χρονική διάρκεια έκθεσης στον ήλιο. Η κλίση τους σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία καθορίζει την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται· κατά περίπτωση, ενδέχεται να τροποποιεί και τις θερμικές τους ιδιότητες. Άρα στο σχεδιασμό, αλλιώς λαμβάνονται υπ' όψιν οι επιφάνειες εδαφοκάλυψης και αλλιώς τα κτιριακά κελύφη.
- ο Οπτικές ιδιότητες: πρόκειται κυρίως για την υφή και το χρώμα των υλικών, χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν το οπτικό περιβάλλον αισθητικά, αλλά και ως προς την οπτική άνεση, προκαλώντας θάμβωση ή αντίθετα, προσφέροντας μια εικόνα ξεκούραστη στο ανθρώπινο μάτι. Επιπλέον, οι οπτικές ιδιότητες των υλικών επιδρούν στο ενεργειακό ισοζύγιο και κατ' επέκταση στη θερμική άνεση, με τις λείες και ανοιχτόχρωμες να απορροφούν λιγότερη ακτινοβολία από τις τραχείες και σκούρες.
- ο Θερμικές ιδιότητες: τα χαρακτηριστικά αυτά καθορίζονται από τη φυσική και χημική σύσταση του υλικού και εκφράζουν τη συμπεριφορά του στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, την ικανότητα να απορροφά ακτινοβολία και να την αποθηκεύει στη μάζα του

και την ταχύτητα επανεκπομπής της ενέργειας αυτής στο περιβάλλον. Πιο ειδικά, οι θερμικές ιδιότητες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία των επιφανειών και των δομικών στοιχείων της πόλης είναι:

- Ο δείκτης ανακλαστικότητας (albedo) και αντίστοιχα η απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας: ορίζεται ως το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλά η επιφάνεια και καθορίζεται κυρίως από το χρώμα και την υφή της. Η διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας ανάμεσα σε μια ανοιχτόχρωμη και μια σκουρόχρωμη επιφάνεια από το ίδιο υλικό μπορεί να φτάσει ακόμα και τους 20°C. Σε μελέτη προσομοίωσης στην περιοχή της Αθήνας διαπιστώθηκε ότι αύξηση της ανακλαστικότητας κατά 40% επιφέρει μείωση της θερμοκρασίας στα 2m πάνω από το έδαφος κατά 0,5-1,5°C, ενώ για αύξηση της ανακλαστικότητας κατά 65% η θερμοκρασία μπορεί να μειωθεί ως και 2 βαθμούς.
- Ο συντελεστής θερμικής εκπομπής: ως θερμική εκπομπή ενός υλικού ορίζεται η ικανότητα της επιφάνειάς του να εκπέμπει υπέρυθη (θερμική) ακτινοβολία. Συντελεστής θερμικής εκπομπής είναι ο λόγος της θερμικής ενέργειας που ακτινοβολεί το σώμα προς τη θεωρητική ενέργεια που ακτινοβολεί ένα θεωρητικά μαύρο σώμα ίδιας θερμοκρασίας και εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Αυξανόμενου του δείκτη θερμικής εκπομπής, αποβάλλεται ευκολότερα η θερμότητα που έχει απορροφήσει, άρα αυξάνεται το ποσό της θερμότητας που εκπέμπει στο περιβάλλον.
- Θερμοχωρητικότητα: πρόκειται για την ικανότητα ενός σώματος να αποθηκεύει θερμότητα, άρα εκφράζει την αντίσταση του σώματος στην αλλαγή της θερμοκρασίας του. Υλικά με υψηλές τιμές θερμοχωρητικότητας, όπως το σκυρόδεμα και η άσφαλτος θερμαίνονται πολύ και αργούν να ψυχθούν τη νύχτα, ενώ υλικά μικρής θερμοχωρητικότητας, όπως το ξύλο, αναπτύσσουν μεν μεγάλες επιφανειακές θερμοκρασίες κατά τη θέρμανσή τους, όμως υφίστανται ταχεία θερμική αποφόρτιση.
- Θερμική αγωγιμότητα ή αντίστοιχα θερμική αντίσταση: ως θερμική αγωγιμότητα ορίζεται η ποσότητα θερμότητας που διαπερνά έναν τοίχο πάχους 1m με διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του ίση με 1°C. Προσδιορίζει τη δυσκολία μετάδοσης της θερμότητας στο εσωτερικό ενός υλικού.

ΥΛΙΚΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
Λευκός σοβάς	0.93
Λαμπερό έλασμα αλουμινίου	0.85
Λευκό χρώμα	0.85
Λευκή μπογιά σε αλουμίνιο	0.80
Λευκό χαρτί	0.75
Πράσινο χρώμα	0.73
Γαρμπίλι	0.72
Ξύλο	0.40
Λαμπερό γαλβανισμένοι μέταλλο	0.35
Σκυρόδεμα	0.30
Κόκκινο τούβλο	0.30
Άμμος	0.24
Πισσόχαρτο	0.05
Μαύρη μπογιά σε αλουμίνιο	0.04
Γκρίζο χρώμα	0.03
Οικοδομικό τούβλο	—
Πλάκες σκυροδέματος	0.40

Εικόνα 2.14: Τιμές ανακλαστικότητας των πλέον συνηθισμένων δομικών υλικών και επιστρώσεων

Αυτό που κατά κύριο λόγο παρατηρείται στις πόλεις είναι η χρήση υλικών χαμηλού δείκτη ανακλαστικότητας ( $albedo=0.15-0.30$ ) και σκουρόχρωμων επιφανειών σε κτίρια και δρόμους. Τα υλικά αυτά έχουν αυξημένη θερμοχωρητικότητα και μικρή ταχύτητα απόρριψης του θερμικού πλεονάσματος κατά τη διάρκεια της μέρας, με αποτέλεσμα να εγκλωβίζεται η ενέργεια αυτή, ιδιαίτερα σε πυκνοδομημένες ζώνες με υψηλό συντελεστή ύψους κτιρίων προς πλάτος δρόμων. Έτσι παρατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες κατά τη θερμική αποδέσμευση των υλικών, κυρίως μετά τη δύση του ηλίου.

Υδατοπερατότητα των υλικών του αστικού χώρου:

Η αποσταθεροποίηση του κύκλου του νερού στον αστικό ιστό είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν σοβαρά το αστικό κλίμα, την ποιότητα ζωής και την ασφάλεια των αστικών πληθυσμών. Σημαντική αιτία της διατάραξης του κύκλου του νερού είναι η υδατοστεγανότητα των αστικών επιφανειών, ιδιαίτερα των επιστρώσεων. Απόρροιες της κατάστασης αυτής είναι η ελαχιστοποίηση της απορρόφησης νερού από τη γη, η μεταβολή των επιπέδων υγρασίας, με δυσμενείς επιπτώσεις στη βλάστηση και τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα. Κατά συνέπεια, διαταράσσεται ο κύκλος εξάτμισης-βροχόπτωσης και εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα, που οδηγούν σε αύξηση της έντασης και της συχνότητας των πλημμυρών στον αστικό χώρο.

#### 2.2.2.11 Νερό

Οι υδάτινες επιφάνειες και τα στοιχεία νερού βελτιώνουν το μικροκλίμα των υπαίθριων χώρων κατά τις θερμές κυρίως περιόδους. Συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και αυξάνουν κατ' αυτό τον τρόπο τα επίπεδα θερμικής άνεσης των χρηστών του χώρου. Καθώς ο μηχανισμός με το οποίο επιδρά το νερό στη ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι κυρίως η εξάτμιση, μέσω της απαγωγής θερμότητας από το περιβάλλον για τη μετατροπή του υγρού σε αέριο, καθοριστικός παράγοντας για το μέγεθος της ευμενούς αυτής επίδρασης είναι το πεδίο ανέμου, αλλά και το μέγεθος του υδάτινου στοιχείου. Τέτοια στοιχεία, όπως τεχνητές λίμνες και λοιπές οριζόντιες υδάτινες επιφάνειες, ή ακόμα και κατακόρυφες επιφάνειες νερού, συντριβάνια και πίδακες, θεωρούνται συστήματα παθητικού δροσισμού της ατμόσφαιρας και συγκεκριμένα εξατμιστικού δροσισμού. Ως υλικό επιφανειακής κάλυψης, το νερό έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα, ενώ η ανακλαστικότητά του εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων σε τέτοιο βαθμό ώστε κυμαίνεται από πολύ μικρές τιμές  $albedo=0.03-0.10$  για μικρές γωνίες, αλλά μπορεί να φτάσει και την τιμή 1.00 για μεγάλες γωνίες πρόσπτωσης. Αυτό που καθιστά ωστόσο τη συμπεριφορά του νερού ευεργετική για το μικροκλίμα είναι η ικανότητα διατήρησης χαμηλής θερμοκρασίας σε σχέση με τις επιφάνειες που το περιβάλλουν (της τάξης των  $15^{\circ}\text{C}$  χαμηλότερα από την ασφαλτο) και μάλιστα παρά την απορρόφηση και αποθήκευση θερμότητας που του επιτρέπει η χαμηλή του ανακλαστικότητα.

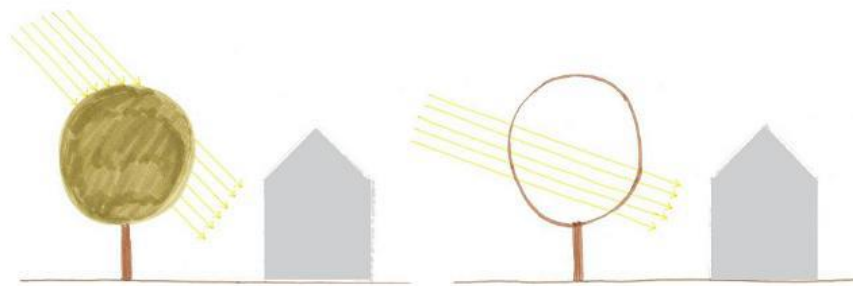
Παράλληλα, η παρεμβολή υδάτινων στοιχείων εντός της αστικής δομής λειτουργεί ως υποκατάστατο του φυσικού περιβάλλοντος και δημιουργεί πόλους έλξης για τους πεζούς στους ελεύθερους δημόσιους χώρους, προκαλώντας το ενδιαφέρον τους και αυξάνοντας το χρόνο στάσης και παραμονής τους στο χώρο. Η θέα και ο ήχος της κίνησης του νερού συμβάλλουν στην αναβάθμιση της αντιληπτής θερμικής άνεσης για τον πεζό, ο οποίος αντιλαμβάνεται το περιβάλλον πιο ευχάριστο πλησίον του νερού, έστω κι αν η διαφορά θερμοκρασίας είναι μικρή. Βελτιωμένη αναμφίβολα εμφανίζεται και η ακουστική ή ηχητική άνεση των χρηστών.

Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμο να μην υπερεκτιμάται η επίδραση του νερού στο μικροκλίμα και η προσθήκη υδάτινων στοιχείων να γίνεται με φειδώ. Το νερό να μην έχει ευμενή συνεισφορά στη ρύθμιση των μικροκλιματικών παραμέτρων, ωστόσο αυτό συμβαίνει σε σχετικά μικρή κλίμακα, σε σχέση με τα αποτελέσματα που μπορούμε να πετύχουμε με τη βλάστηση ή τη σκίαση. Δεν θα πρέπει να λησμονεί ο σχεδιαστής επίσης, ότι για τη συντήρηση ενός τέτοιου στοιχείου χρειάζεται φροντίδα και υπάρχει το σχετικό κόστος. Τα απαξιωμένα συντριβάνια στις πλατείες είναι μια εικόνα θλιβερή, καθόλου ελκυστική και αμφιβόλως ωφέλιμη για το μικροκλίμα.

#### 2.2.2.12 Φύτευση

Το πράσινο αποτελεί ίσως το σπουδαιότερο παράγοντα βελτίωσης των μικροκλιματικών συνθηκών μιας περιοχής, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας του περιβάλλοντος. Επιδρά ευμενώς στην αισθητική και το φωτισμό των χώρων και την ακουστική άνεση των χρηστών τους. Πιο αναλυτικά, οι κυριότερες λειτουργίες της βλάστησης στους υπαίθριους χώρους είναι οι ακόλουθες:

- ο Έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας- Σκίαση: η χρήση της κατάλληλης φύτευσης σε υπαίθριους χώρους μπορεί μέσω του σκιασμού που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους να συμβάλει στη μείωση της θερμοκρασίας του άμεσου περιβάλλοντος. Μέσω της κατάλληλης φύτευσης, το ποσό της ακτινοβολίας που η επιφάνεια του εδάφους δέχεται από τον ήλιο μπορεί να μειωθεί σε ποσοστά 10 ως 40 %, ενώ ακόμη και τα δέντρα χωρίς φύλλωμα εμποδίζουν την διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά 40 ως 80%. Οι αντίστοιχες εκπεμπόμενες θερμοκρασίες από το έδαφος υπόκεινται σε σημαντική μείωση, περισσότερο ίσως και από 50%, αναλόγως του υλικού της εδαφοκάλυψης. Μέσω του αυτοσκιασμού, η θερμοκρασία στα φυλλώματα είναι χαμηλότερη της μέσης θερμοκρασίας του αέρα, πολύ μάλλον της θερμοκρασίας που επιτυγχάνεται με χρήση τεχνητών σκιάστρων. Ασφαλώς, ο σκιασμός που προσφέρουν οι φυτεύσεις είναι συνάρτηση του μεγέθους, του σχήματος και της πυκνότητας του φυλλώματός τους.

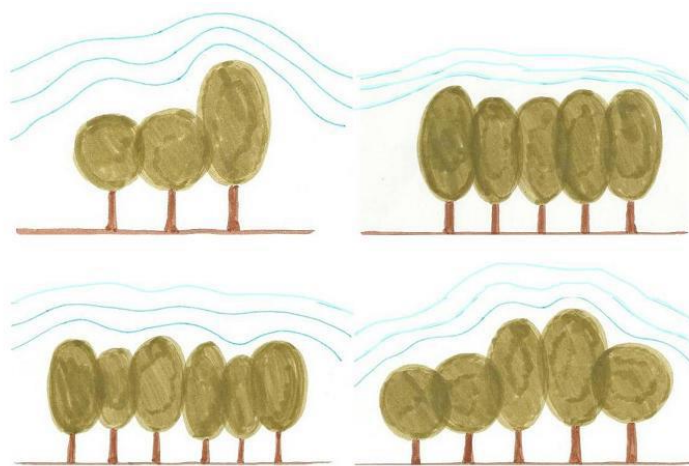


Εικόνα 2.15: Η συνεισφορά των δέντρων ως «φίλτρο» στη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας

- ο Ρύθμιση θερμοκρασίας- Φυσικός δροσισμός: Μελέτες έχουν αποδείξει τη σύνδεση της φύτευσης με τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα. Μέσω του ελέγχου των μεταβολών της θερμοκρασίας, η βλάστηση συμβάλλει στη σταθεροποίηση του μικροκλίματος της περιοχής. Τα φυτά έχουν την ικανότητα να διατηρούν τη θερμοκρασία των φυλλωμάτων τους στα ίδια επίπεδα με τη θερμοκρασία του αέρα, δηλαδή περίπου 20-35°C χαμηλότερα από τις θερμοκρασίες των χρησιμοποιούμενων υλικών, τα οποία είναι συνήθως ασφαλτος, πλάκες σκυροδέματος κλπ. Αυτές οι διαφορές θερμοκρασίας προκαλούν ρεύματα αέρα με ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν το 1m/s και έχουν ευνοϊκή επίδραση στο μικροκλίμα, τόσο τους θερινούς μήνες, μειώνοντας τη θερμοκρασία και αυξάνοντας τη σχετική υγρασία, όσο και το χειμώνα, ελαττώνοντας το ψύχος. Ο μηχανισμός μέσω του οποίου επιτυγχάνεται ο φυσικός δροσισμός είναι η διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής: τα φυτά αξιοποιούν μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και απελευθερώνουν υγρασία στο περιβάλλον. Αυτή η αύξηση της σχετικής υγρασίας είναι της τάξης του 5-8%, κάθε άλλο παρά αμελητέα δηλαδή, και βελτιώνει την αίσθηση της θερμικής άνεσης το καλοκαίρι, ιδίως σε ζεστά και ξηρά κλίματα· είναι δε ιδιαίτερα αισθητή σε υπαίθριους χώρους με πυκνή βλάστηση από χαμηλά φυτά και δέντρα. Μελέτες δείχνουν πως η συνεισφορά ενός και μόνο δέντρου στη θερμική άνεση ισοδυναμεί με πέντε κλιματιστικά σε συνεχή λειτουργία.
- ο Φωτισμός και Οπτική άνεση: μια πολύ σημαντική συνεισφορά της βλάστησης στο μικροκλίμα είναι η επίδραση στις συνθήκες φωτισμού. Οι φυτεύσεις ελέγχουν την ανάκλαση της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο έδαφος και στις κατακόρυφες επιφάνειες. Η ηλιακή ακτινοβολία διαχέεται και η έντασή της μειώνεται, ενώ ταυτόχρονα το φως, ηλιακό ή τεχνητό,

φιλτράρεται, αποτρέποντας τη θάμβωση που μπορεί να προκαλείται από διάφορα δομικά υλικά ή από την οπτική επαφή με τον έντονα φωτεινό ουράνιο θόλο. Κατ' αυτό τον τρόπο, παρατηρείται βελτίωση του φωτεινού καθεστώτος της περιοχής και της αίσθησης οπτικής άνεσης των χρηστών του χώρου.

- ο Έλεγχος της ανεμορροής: το πεδίο ανέμου είναι ένας μικροκλιματικός δείκτης που μπορεί να τροποποιηθεί σημαντικά κατά τον επανασχεδιασμό ενός υπαίθριου χώρου με την τοποθέτηση της κατάλληλης φύτευσης. Η βλάστηση χρησιμοποιείται από το σχεδιαστή- μελετητή του χώρου ως μέσο για τη ρύθμιση της ροής του ανέμου, την παρεμπόδιση ή την εκτροπή του. Στο πλαίσιο αυτό, ο ρόλος της είναι διττός: τους χειμερινούς μήνες, οι φυτεύσεις «χειραγωγούν» τους ψυχρούς ανέμους, τους εκτρέπουν ή μειώνουν την ένταση της ροής τους, λειτουργώντας ως ανεμοφράχτες. Μάλιστα, σε αντίθεση με τους συμπαγείς ανεμοφράχτες, τα φυτά δημιουργούν προστατευτικές ζώνες για τους πεζούς, αποτρέποντας τους στροβιλισμούς, την τύρβη και τις δευτερεύουσες ροές μεγάλης έντασης. Με την ανάσχεση της ταχύτητας των ψυχρών χειμερινών ρευμάτων, ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες των κτιρίων, οι οποίες είναι της τάξης του 30% των συνολικών απωλειών, προκειμένου για αστικό περιβάλλον. Ακόμα και μικρή μείωση της έντασης του πεδίου ανέμου, έχει εντυπωσιακά αποτελέσματα σε σχέση με τις ενεργειακές απώλειες, μιας και οι τελευταίες είναι ευθέως ανάλογες του τετραγώνου της ταχύτητας του ανέμου. Η μείωση της ταχύτητας του ανέμου είναι ευνοϊκή και για το φυσικό χώμα, το οποίο αναταράσσεται και αποξηραίνεται όταν η ανεμορροή είναι πολύ έντονη. Κατά τους θερινούς μήνες, ωστόσο, ο ρόλος της φύτευσης είναι να διευκολύνει τη διέλευση της αύρας, ώστε επιτυγχάνεται ο φυσικός δροσισμός των υπαίθριων χώρων του αστικού κέντρου και μειώνεται η υπερθέρμανση. Σε κάθε περίπτωση, η αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού των φυτεύσεων εξαρτάται από το είδος, τη δομή, την πυκνότητα και το ύψος τους, την κατάλληλη χωροθέτησή τους σε κάτοψη, και την απόσταση από τον υπό μελέτη χώρο. Για το σκοπό αυτό, απαιτείται πλήρης γνώση του πεδίου ανέμου, προκειμένου να βελτιστοποιείται η τοποθέτηση των συστάδων δέντρων για την ανακατεύθυνση του ανέμου, χωρίς να βλάπτεται ο ηλιασμός του χώρου.

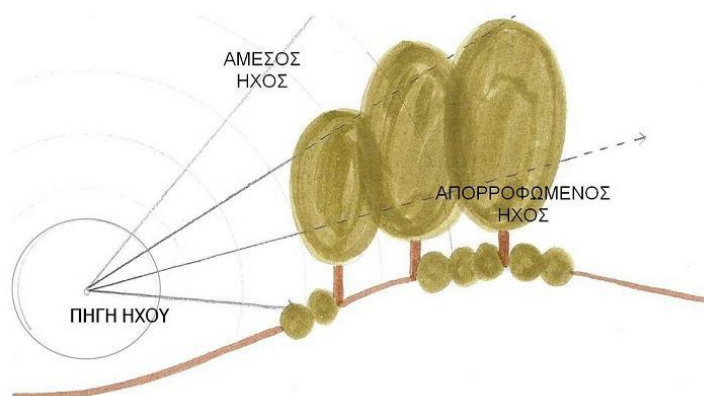


Εικόνα 2.16: Επίδραση της βλάστησης στο πεδίο ανέμου για διαφορετικές μορφές συστάδων δέντρων



- ο Βελτίωση ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα: η βλάστηση λειτουργεί ως συντελεστής μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω της διαδικασίας της οξυγόνωσης του αέρα και της κατακράτησης αερίων και στερεών σωματιδίων. Πιο αναλυτικά, τα φυτά λειτουργούν ως φίλτρο της σκόνης και των βλαβερών σωματιδίων, συγκρατώντας τα σε ποσοστό ως και 85% όταν το φύλλωμά τους είναι πλήρες. Αποδεδειγμένα, σε αστικούς δρόμους με δενδροστοιχίες τα πεζοδρόμια διατηρούνται καθαρότερα από σκόνη. Καθώς αποτρέπουν την επαναίωση και μεταφορά σκόνης και ρύπων, τα φυτά βελτιώνουν την υγιεινή στους υπαίθριους χώρους της πόλης. Στα αστικά κέντρα με την πυκνή δόμηση, η λειτουργία αυτή εμφανίζεται ιδιαίτερα κρίσιμη, επειδή οι συνθήκες αερισμού είναι συνήθως ανεπαρκείς και οι ρύποι εγκλωβίζονται στα χαμηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ραγδαία η συγκέντρωσή τους και να υποβαθμίζεται σημαντικά η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Επιπλέον, από το φύλλωμα ορισμένων φυτών εκλύονται ουσίες με αντιβακτηριδιακή δράση, όπως το όζον, που συνεισφέρουν στη βελτίωση της υγιεινής και την ασφάλεια των ανθρώπων. Τέλος, η βλάστηση, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, βοηθά στην ανανέωση του οξυγόνου της ατμόσφαιρας.
- ο Προστασία από την ηχορρύπανση: τα φυτά έχουν ηχοαπορροφητικές ιδιότητες και κατά συνέπεια, η τοποθέτηση της κατάλληλης φύτευσης συνεισφέρει στην ακουστική άνεση των κατοίκων των πόλεων, καθώς μειώνει τον αστικό θόρυβο ως και κατά 50%. Η ικανότητα των φυτών να ρυθμίζουν το πεδίο ήχου μέσω απορρόφησης, ανάκλασης και διάχυσης καθορίζεται αφενός από τα χαρακτηριστικά του ήχου, δηλαδή την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του ηχητικού κύματος, και αφετέρου από τα χαρακτηριστικά της φύτευσης και συγκεκριμένα τη θέση, το ύψος, το πλάτος και την πυκνότητα του φυλλώματος. Αποδεικνύεται ότι η συμβολή των φυτών στην ηχοπροστασία είναι αποτελεσματικότερη για ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας και για πλατιές συστάδες στις οποίες συνδυάζονται ποικίλα είδη, ώστε αξιοποιούνται τα πλεονεκτήματα καθενός ως προς την ηχοαπορροφητικότητα. Προκειμένου για δεντροφυτεύσεις κατά μήκος οδικών αξόνων, όταν είναι αρκετά πυκνές και ψηλές, επιτυγχάνουν μείωση της έντασης του θορύβου από την κυκλοφορία κατά 20-25Db. Ακόμα και ο χλοοτάπητας, ως υλικό εδαφοκάλυψης εμφανίζει βελτιωμένη συμπεριφορά σε σχέση με τις λοιπές επιστρώσεις. Τέλος, σημειώνεται ότι η παρουσία πυκνής βλάστησης σε έναν υπαίθριο αστικό χώρο, ακόμα κι αν δεν μειώνει πρακτικά την ένταση του θορύβου, έχει θετικό αντίκτυπο στην αίσθηση ακουστικής άνεσης των χρηστών του χώρου, καθώς δεν επιτρέπει την οπτική επαφή με την ηχητική πηγή.

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 2.17: Ο ρόλος της βλάστησης ως ηχοπροστατευτικό φίλτρο

- ο Διαχείριση ομβρίων: στις αστικές περιοχές, η γενικευμένη κάλυψη του εδάφους με συμπαγή υλικά επίστρωσης, όπως είναι οι πλακοστρώσεις, οι ασφαλτοτάπητες και λοιπά, έχει οδηγήσει σε μειωμένη απορροφητικότητα του εδάφους. Κατά συνέπεια, το νερό της βροχής δεν οδηγείται προς τον υπόγειο υδροφόρα της περιοχής μέσω του κύκλου αργής απορρόφησης του από το φυσικό έδαφος. Ο κύκλος διείσδυσης του νερού στο έδαφος, η αξιοποίησή του και η επιστροφή του στο περιβάλλον μέσω της φυσικής διαπνοής, έχει συρρικνωθεί. Οι εσωτερικοί και εσωτερικοί ακάλυπτοι χώροι της πόλης, προσφέρουν τη δυνατότητα αντιστροφής του φαινομένου αυτού με θετικά αποτελέσματα. Ακόμα και το φυσικό χώμα, όταν αποξηραίνεται χάνει την υδατοπερατότητά του.. Η επικάλυψη του εδάφους με φυτά, αντί της επίστρωσης με σκληρά στεγανωτικά υλικά, μειώνει σημαντικά την άμεση απορροή των ομβρίων, καθώς διευκολύνεται η διήθηση του νερού στο υπέδαφος μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών. Σαν αποτέλεσμα, μειώνεται η ταχύτητα απορροής και η βραδεία εξάτμιση του νερού που πέφτει στο έδαφος ή συγκρατείται στο φύλλωμα των φυτών υπό μορφήν υγρασίας συμβάλει στη βελτίωση του μικροκλίματος, ενώ συγχρόνως εμπλουτίζεται ο υπόγειος υδροφόρας και αποφορτίζεται το δίκτυο των ομβρίων. Κατά την απορρόφηση του νερού από το έδαφος, το ριζικό σύστημα των φυτών φιλτράρει τους μεταφερόμενους αστικούς ρύπους, προστατεύοντας τον υδροφόρο ορίζοντα από τη ρύπανση.

Συμπληρωματικά με τις παραπάνω λειτουργίες, οι φυτεύσεις συνεισφέρουν στην ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος επηρεάζοντας το ενεργειακό ισοζύγιο των πόλεων και περιορίζοντας το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, ενώ ως υλικό επίστρωσης η βλάστηση έχει χαμηλή θερμοχωρητικότητα και θερμική αγωγιμότητα, άρα πολύ καλή συμπεριφορά σύμφωνα με τα βιοκλιματικά κριτήρια. Επιπλέον, τα φυτά, ιδίως όταν έχουν μεγάλες ρίζες, συγκρατούν τα εδάφη και τα διατηρούν συνεκτικά, ώστε αποφεύγονται κατολισθήσεις, διάβρωση, αποσάθρωση και απόπλυση των εδαφών από τα θρεπτικά τους συστατικά. Τέλος, ο ρόλος των φυτεύσεων είναι και αισθητικός: στο πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, η βλάστηση λειτουργεί ως υποκατάστατο του φυσικού περιβάλλοντος, προσδίδει χαρακτήρα και ενδιαφέρον στους υπαίθριους χώρους ώστε να προσελκύουν τους περαστικούς.

### 2.2.2.13 Δείκτης Θέασης του Ουρανού (Sky View Factor- SVF)

Ο συντελεστής θέασης του ουρανού είναι μια μεταβλητή που ποσοτικοποιεί τη δυνατότητα θέασης του ουρανού από μία θέση στον αστικό ιστό.  $SVF=1$ , είναι μια οριακή τιμή που δηλώνει ελεύθερη ανεμπόδιστη θέα, όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε ένα ανοιχτό πεδίο. Στην περίπτωση αυτή, οι θερμοκρασίες είναι συνεπείς ως προς τις τιμές που παίρνουμε από μετεωρολογικούς σταθμούς. Η ελάχιστη τιμή που παίρνει ο δείκτης είναι  $SVF=0$  και αφορά στην καθολική παρεμπόδιση της θέασης του ουρανού σε κάποια θέση. Σε αυτό το σενάριο, το πεδίο θερμοκρασίας και ακτινοβολίας καθορίζεται από τους κτιριακούς όγκους και γενικότερα τη δομή του αστικού ιστού, επομένως τα δεδομένα των μετεωρολογικών μετρήσεων χρειάζονται προσαρμογή σε επίπεδο πόλης, όπως ακριβώς συμβαίνει και με το πεδίο ανέμου. Η σχετική διαδικασία θα πρέπει βέβαια να λαμβάνει χώρα και για τις ενδιάμεσες τιμές του δείκτη, παρουσιάζοντας κατά περίπτωση μικρότερη ή μεγαλύτερη απόκλιση από τη θερμοκρασία ανοιχτού πεδίου. Κατά το σχεδιασμό με βιοκλιματικά κριτήρια, ο δείκτης θέασης του ουρανού, αφενός δίνει μια εικόνα για την πυκνότητα της δόμησης, αφετέρου σχετίζεται με το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, ως προς τη θερμοκρασία και το πεδίο ακτινοβολίας. Ο δείκτης θέασης του ουρανού επηρεάζει επίσης τη σκίαση των εξωτερικών χώρων, αφού χαμηλές τιμές του δηλώνουν τη δυσκολία του ηλιακού φωτός να φτάσει στο επίπεδο κίνησης των πεζών. Τέλος, λαμβάνεται υπ' όψιν στην οπτική και όχι μόνο άνεση των χρηστών του χώρου, καθώς υψηλές τιμές του δηλώνουν πως ο χώρος δίνει την εντύπωση ανοιχτού πεδίου, προσφέροντας ευρύ οπτικό πεδίο, αλλά και ένα ευχάριστο περιβάλλον γενικότερα.

### 2.2.3 Βελτίωση Αστικού Μικροκλίματος- Κατευθύνσεις Λύσεων

Η βιοκλιματική προσέγγιση στο σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων προϋποθέτει αφενός τη διερεύνηση των παραπάνω περιβαλλοντικών παραμέτρων, αφετέρου την ολοένα και πιο αποτελεσματική αξιοποίησή τους. Προς την κατεύθυνση αυτή συμβάλλουν μια σειρά από τεχνικές και μέσα που αποσκοπούν στη βελτίωση του μικροκλίματος των αστικών δημόσιων ανοιχτών χώρων. Όπως έχει ήδη καταστεί σαφές από τη διερεύνηση της επίδρασης κάθε παραμέτρου στο μικροκλίμα, οι σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ των μικροκλιματικών μεταβλητών είναι ποικίλες και πολύπλοκες, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το ίδιο το κλιματικό προφίλ κάθε περιοχής είναι ένα ολιστικό σύστημα. Σε ένα τέτοιο σύστημα, κάθε στοιχείο έχει διαλεκτική σχέση με τα υπόλοιπα, δηλαδή αλληλεπιδρά με αυτά διαρκώς. Προκειμένου για μετεωρολογικά στοιχεία, στη σύνθετη αυτή αλληλεπίδραση θα πρέπει να συνυπολογιστεί και ο παράγοντας χρόνος, με την έννοια των διεποχιακών μεταβολών των τιμών τους. Κάθε παρέμβαση που πραγματοποιείται κατά το σχεδιασμό ενός ελεύθερου χώρου έχει αναμφίβολα αντίκτυπο στο μικροκλίμα της περιοχής. Μάλιστα, ακριβώς γι' αυτό το λόγο, οι λύσεις και τα μέτρα που προτείνονται παρακάτω, χρησιμοποιούνται από το μελετητή ως εργαλεία για τη ρύθμιση του μικροκλίματος. Πιο συγκεκριμένα, οι φυτεύσεις και η ένταξη υδάτινων στοιχείων στην πόλη, η επιλογή υλικών με κατάλληλα χρώματα και ιδιότητες, καθώς και η εφαρμογή μια σειράς ειδικών βιοκλιματικών τεχνικών στα κτίρια, τους ανοιχτούς χώρους και τους δρόμους μπορούν να τροποποιήσουν α) τη διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός στο σύνολο των δομημένων και ελεύθερων χώρων και β) τη ροή του ανέμου στο εσωτερικό της πόλης. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι πλέον καθοριστικοί για την επίτευξη της

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

αίσθησης θερμικής άνεσης των χρηστών του κάθε χώρου και είναι εκείνοι που θα καθορίσουν την επιτυχία του σχεδιασμού.

Δεδομένου ότι η αποτελεσματικότητα του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από την ορθότητα των σχεδιαστικών επιλογών, η μεγιστοποίηση της απόδοσης αντιστοιχεί στην περίπτωση που προσφέρεται η δυνατότητα προσδιορισμού των ιδανικών περιγραμμάτων και των γεωμετρικών αναλογιών του κελύφους κάθε οικοδομικού όγκου. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων όμως, τα βιοκλιματικά κριτήρια εφαρμόζονται στο στάδιο της ανασυγκρότησης του αστικού χώρου ως ανάπλαση, παρά στο σχεδιασμό μιας νέας ανάπτυξης ή μελλοντικής επέκτασης. Επομένως, δεν μπορούμε να επέμβουμε στον προσανατολισμό, τα ύψη και τις αποστάσεις των κτιρίων και η βιοκλιματική θεώρηση εξαντλείται σε διορθωτικά μέτρα, όπως οι φυτεύσεις, η προσθήκη υδάτινων στοιχείων, οι τοπικές διαμορφώσεις και η επιλογή κατάλληλων υλικών στις όψεις των ήδη χτισμένων κτιριακών όγκων. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε μικρής κλίμακας παρεμβάσεις, οι οποίες, δεδομένων των περιορισμών, μπορούν να αναληφθούν καλύτερα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο σκοπός του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση συνθηκών άνεσης για τους χρήστες, με τις ελάχιστες δυνατές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι βιώσιμες πόλεις του μέλλοντος καλούνται να απαντήσουν στις περιβαλλοντικές προκλήσεις και να ενθαρρύνουν τον αστικό πληθυσμό να διημερεύει στους ελεύθερους δημόσιους χώρους, ώστε να τους δίνει ζωή με τις πολύπλευρες δραστηριότητές του και να μην τους εγκαταλείπει ως χώρους αναγκαστικής, ταχείας διέλευσης. Την οικολογική συνείδηση, η οποία μας ωθεί στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, την εξασφάλιση περιοχών περιβαλλοντικά φιλικών προς την υπόλοιπη πόλη και την αξίωση η ανθρώπινη παρέμβαση να έχει το ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, τη διατηρούμε σε όλα τα στάδια σχεδιασμού της προτεινόμενης λύσης.

Με γνώμονα τη δημιουργία ευχάριστων και ζωντανών χώρων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η επιτυχία του σχεδιασμού σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τη δυνατότητα εναρμονισμού των μέτρων που λαμβάνονται με τις εποχιακές μεταβολές. Κάθε επιλογή καλείται να λειτουργεί ευνοϊκά τη μια εποχιακή περίοδο, συνήθως την κατά περίπτωση κρίσιμη, χωρίς ωστόσο να προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια των άλλων· το αντίθετο, μάλιστα, θα πρέπει να αντιμετωπίζει με ευελιξία ανόμοιες συνθήκες μικροπεριβάλλοντος, έχοντας κατά το δυνατόν ευμενή επίδραση σε αυτό. Ίσως το απλούστερο παράδειγμα προσαρμογής σε αυτή τη φαινομενική αντίθεση στη λειτουργία ενός στοιχείου είναι το εξής: τα φυλλοβόλα δέντρα που προσφέρουν σκιά και φυσικό δροσισμό τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ επιτρέπουν τον ανεμπόδιστο ηλιασμό το χειμώνα.

Αν και θα μπορούσε να αποτελεί γενική κατεύθυνση, έχει εξέχουσα σημασία ειδικά στην περίπτωση των αναπλάσεων, ο σεβασμός στον εκάστοτε υπό μελέτη ή σχεδίαση χώρο. Αυτό σημαίνει πως θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής, ο προσανατολισμός, οι ισχύοντες όροι δόμησης, οι χρήσεις γης και ασφαλώς ο τρόπος ζωής των κατοίκων και δεν υπάρχει μια μεθοδολογία ανάπλασης που να ταιριάζει σε κάθε περίπτωση. Κάθε άλλο, μάλιστα, κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό, κάθε «κλιματική περιοχή» θεωρείται ειδική περίπτωση και μελετάται ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπ' όψιν όχι μόνο το χαρακτήρα της, αλλά και την αναμενόμενη χρήση της κατά τη διάρκεια του έτους. Κρίσιμη παράμετρος είναι ο επιθυμητός ή έστω ο αναμενόμενος χρόνος παραμονής

στο χώρο· ένα πάρκο, για παράδειγμα, αποτελεί χώρο στάσης παρά πέρασμα. Συνεπώς, ο αναμενόμενος μέσος χρόνος παραμονής θα είναι μεγάλος, όπως και οι απαιτήσεις ως προς τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, για τα οποία έγινε λόγος παραπάνω, ανήκουν και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Τα στοιχεία αυτά, είναι πολύ χρήσιμα στο στάδιο του σχεδιασμού για τον καθορισμό του προβλήματος και τη σύνθεση του σχεδίου επέμβασης, αλλά και στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, ως αρχικές συνθήκες. Η διαδικασία που δεν πρέπει να εξαιρείται από την αξιολόγηση των τιμών αυτών και συγκεκριμένα της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και του πεδίου ανέμου είναι η προσαρμογή των συλλεχθέντων τιμών σε επίπεδο πόλης, δεδομένου ότι το έντονο ανάγλυφο του δομημένου περιβάλλοντος, αλλά και οι ανθρώπινες δραστηριότητες οδηγούν σε αποκλίσεις από τις μετρήσεις κάθε άλλο παρά αμελητέες.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαγορεύει την ορθολογική αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και της ενέργειας για την εξασφάλιση θερμικής άνεσης και, κατά συνέπεια, την προσέλκυση πεζών στον ελεύθερο χώρο για στάση και κοινωνική συναναστροφή. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οδηγεί στα επιθυμητά αποτελέσματα μικροκλιματικών συνθηκών, με το ελάχιστο ενεργειακό αποτύπωμα. Παράλληλα, προς την κατεύθυνση αυτή, συνεισφέρει και η εξασφάλιση της προσβασιμότητας του ελεύθερου χώρου με τρόπους φιλικούς προς το περιβάλλον· το μέτρο αυτό είναι ομολογουμένως αποτελεσματικότερο σε αναπλάσεις μεγαλύτερης κλίμακας.

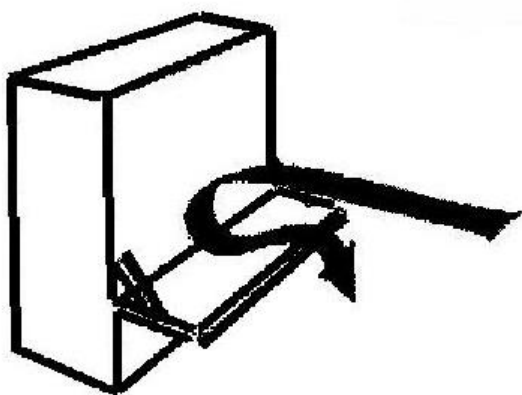
Κατά το σχεδιασμό, απαιτείται ουσιαστική γνώση των χαρακτηριστικών του εδάφους της περιοχής, ώστε να προτείνεται η φύτευση ειδών που μπορούν να ευδοκιμήσουν σε αυτό και γενικώς να μην επιχειρούνται λύσεις τις οποίες δεν μπορεί να υποστηρίξει. Το φυσικό έδαφος, όπως θα ανεφερθεί στα επόμενα, μπορεί να μείνει ελεύθερο από επιστρώσεις ως τελική επιφάνεια και γι' αυτό θα πρέπει να είναι γνωστές οι ιδιότητές του ως υλικό. Επιπλέον, η επιφάνεια φυσικού εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο, με διαμορφώσεις που θα προσφέρουν θέσεις με διαφορετικές συνθήκες έκθεσης στο ηλιακό φως, ωφέλιμο χώρο για φυτεύσεις, αλλά και αισθητικό ενδιαφέρον για τους περαστικούς. Εναλλακτικές λύσεις που αναβαθμίζουν αισθητικά τους ελεύθερους δημόσιους αστικούς χώρους, με παράλληλη ευνοϊκή επίδραση στο μικροκλίμα είναι τα υδάτινα στοιχεία, όπως συντριβάνια και πίδακες. Το νερό συνεισφέρει στο δροσισμό, και στην αίσθηση θερμικής άνεσης, ενώ ταυτόχρονα ένα υδάτινο στοιχείο αποτελεί πόλο έλξης και καθιστά το χώρο στον οποίο εισάγεται, τοπόσημο. Για τους δημόσιους χώρους, τα στοιχεία νερού έχουν ακόμα και συμβολική σημασία. Κατά τη διαδικασία επιλογής θα πρέπει να συνυπολογιστεί το κόστος συντήρησης ενός τέτοιου στοιχείου, καθώς και η μειωμένη του αποτελεσματικότητα σε σχέση με άλλα μέτρα, τα οποία θα αναφερθούν στη συνέχεια.

Η σπουδαιότητα του επαρκούς σκιασμού έχει αναλυθεί σε προηγούμενη παράγραφο· ομοίως η σημασία του φυσικού ηλιασμού στον πυκνοδομημένο αστικό ιστό. Το έργο που καλείται να επιτελέσει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι η εξασφάλιση της κατάλληλης ισορροπίας μεταξύ φυσικού φωτός και σκιάς, η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική για την ανάπτυξη των φυτών στις αυλές και στους δημόσιους υπαίθριους χώρους, αλλά και για το ενεργειακό ισοζύγιο των κτιρίων. Στη βάση της αξίωσης κάθε μέτρο που λαμβάνεται να έχει διεποχιακή χρήση, προτείνεται η τοποθέτηση κινητών στοιχείων σκίασης, όπως στέγαστρα ή πέργκολες με φυλλοβόλα φυτά. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο επαρκής σκιασμός το καλοκαίρι, χωρίς να διακυβεύεται ο ανεμπόδιστος ηλιασμός του χώρου το χειμώνα. Η επιλογή της κατάλληλης φύτευσης μπορεί να εξασφαλίσει συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης, επεκτείνοντας τη

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

χρήση ενός υπαίθριου χώρου τα ζεστά καλοκαιρινά μεσημέρια, με τις δεντροστοιχίες φυλλοβόλων να αποτελούν την πλέον αποτελεσματική λύση, εφόσον, ως προαναφέρθηκε, επιτρέπουν τη διέλευση του ηλιακού φωτός τους χειμερινούς μήνες. Τέλος, η τοποθέτηση σκιάστρων σε μονοπάτια και η δημιουργία στοών, αιθρίων, σκιερών περασμάτων και λοιπών μεταβατικών χώρων που ενισχύουν το αστικό πορώδες, παρουσιάζει ενδιαφέρον ως συνθετική επιλογή και προσφέρει ποικιλία θερμικών και φωτεινών συνθηκών, ώστε να φιλοξενούνται στο χώρο ποικίλες δραστηριότητες. Σε τέτοιες περιπτώσεις, όμως, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ο επαρκής αερισμός του χώρου προς αποφυγήν εγκλωβισμού του θερμού αέρα κάτω από την επιφάνεια του στεγάστρου.

Ο επαρκής αερισμός είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να εξασφαλίζεται όχι μόνο η θερμική άνεση των χρηστών, μέσω της απαγωγής θερμότητας, αλλά και η υγιεινή του χώρου. Ο εγκλωβισμός των αέριων μαζών στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας, στο επίπεδο κυκλοφορίας των οχημάτων και κίνησης των πεζών, προκαλεί δυσάρεστες συνθήκες λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης ρύπων και σκόνης. Η κατάσταση αυτή αντιμετωπίζεται με την προσθήκη κατάλληλων αρχιτεκτονικών στοιχείων και φυτεύσεων που ρυθμίζουν την πορεία του ανέμου, την ένταση της ταχύτητάς του και κατά συνέπεια την καθαρότητα του αέρα που κυκλοφορεί στον αστικό χώρο. Αντίστοιχες λύσεις προτείνονται και για τον περιορισμό του φαινομένου της αστικής χαράδρας και των συνεπειών του. Συγκεκριμένα, για την αντιμετώπιση του φαινομένου Wise συνιστάται η αποφυγή πολύ υψηλών κτιρίων πλησίον ανοιχτών χώρων και, όταν κάτι τέτοιο δεν μπορεί να διασφαλιστεί, η χρήση κατασκευαστικών στοιχείων προς ανάσχεση των έντονων κατακόρυφων ρευμάτων αέρα και των στροβίλων στις γωνίες των κτιριακών όγκων.



Εικόνα 2.18: Προτεινόμενα κατασκευαστικά μέτρα προς ανάσχεση των δυσάρεστων εκδηλώσεων του φαινομένου Wise

Όσον αφορά στα φαινόμενα Καναλιού και Venturi, προτείνεται η αποφυγή ανοιχτής σύνδεσης ελεύθερου χώρου με ευθύγραμμο οδικό άξονα μεγάλου μήκους. Η βέλτιστη λύση θα ήταν να μην κατασκευάζονται δρόμοι μεγάλου μήκους με άξονα παράλληλο στην κύρια διεύθυνση του ανέμου, ή έστω η γραμμικότητά τους να διασπάται, με την επισήμανση ωστόσο να αποφεύγονται τα καμπύλα τμήματα, καθώς παρουσιάζουν μικρή αντίσταση στη ροή του ανέμου. Ιδανική συμπεριφορά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους παρουσιάζουν οι μικρού πλάτους δρόμοι, με τεθλασμένο κύριο άξονα, οι οποίοι προστατεύουν από τα δυσάρεστα ρεύματα αέρα, θερμά ή ψυχρά, και από τη μεταφορά σκόνης, ενώ παράλληλα

προσφέρουν δροσερό και άνετο μικροκλίμα απαλλαγμένο από ακραίες συνθήκες. Στην γενική περίπτωση όμως, στο στάδιο της ανάπλασης δεν μπορούμε να επεμβούμε σε τέτοιο βαθμό και τότε οι λύσεις που προτείνονται είναι η σχεδίαση υπαίθριων χώρων με διαστάσεις και προσανατολισμό τέτοιο ώστε ο αέρας να ρέει κυρίως πάνω από το χώρο, παρά στο επίπεδο των πεζών και η επιλογή της κατάλληλης φύτευσης που να μπορεί να λειτουργήσει ως ανεμοφράχτης. Ως πλέον αποτελεσματική επιλογή αναφέρονται οι βυθισμένοι ακάλυπτοι χώροι, όπου υπάρχει αυτή η δυνατότητα. Χαμηλώνοντας το επίπεδο κίνησης των χρηστών του χώρου επιτυγχάνεται η αναγκαία ανεμοπροστασία, με κίνηση των αέριων μαζών σε υψηλότερα επίπεδα, ο ανεμπόδιτος φυσικός ηλιασμός, αλλά και επαρκής ηχοπροστασία. Οι δεντροστοιχίες λειτουργούν ικανοποιητικά ως ανεμοφράχτες, κυρίως όταν έχουν μεγάλο μήκος (τουλάχιστον δέκα φορές το ύψος τους), ενώ ελαφρώς κλειστές σειρές δέντρων προσφέρουν πιο ομοιογενή προστασία. Επιλέγοντας φυλλοβόλα δέντρα δεν εμποδίζεται η διέλευση του ηλιακού φωτός τους χειμερινούς μήνες, ενώ η φύτευση ανομοιογενών συστάδων συνδέεται με προστασία από τον άνεμο σε όλο το ύψος τους και με μεγαλύτερη ηχοαπορρόφηση, εφόσον κάθε είδος απορροφά καλύτερα διαφορετικό πεδίο συχνοτήτων ηχητικών κυμάτων. Συνυπολογίζοντας την ευμενή επίδραση των φυτεύσεων στο φυσικό δροσισμό, αλλά και τον αισθητικό τους ρόλο στον πυκνοδομημένο αστικό ιστό, φαίνεται πως αποτελούν το αποτελεσματικότερο μέτρο ρύθμισης του μικροκλίματος. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται, ωστόσο, στις ανάγκες των φυτών σε έδαφος, νερό και το συνδυασμό ήλιου και σκιάς, αλλά και στον ανταγωνισμό μεταξύ των ειδών που συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο. Οι δεντροστοιχίες μπορεί μεν να λειτουργούν ως ανεμοφράχτες, παρ' όλα αυτά, χρειάζονται προστασία από τους δυνατούς ανέμους, αλλά και από τις συνέπειες του ανεπαρκούς αερισμού, όπως η μούχλα.



Εικόνα 2.19: Πρόταση ανακατασκευής του Central Park της Νέας Υόρκης ως βυθισμένο πάρκο, 1<sup>ο</sup> βραβείο στο διαγωνισμό Future Skyscraper Competition, 2016, αρχιτέκτονες Yifend Zhao και Chengdu Zhu

Καθοριστική επίδραση στο μικροκλίμα έχει η επιλογή των υλικών κάλυψης του εδάφους και των όψεων των κτιριακών όγκων. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού για κάθε επιφάνεια είναι το πρώτο βήμα για έναν επιτυχημένο βιοκλιματικό σχεδιασμό, καθώς τα χαρακτηριστικά των υλικών τελικής επίστρωσης

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

καθορίζουν το οπτικό και θερμικό περιβάλλον της περιοχής. Δεν θα ήταν μάλιστα υπερβολικός ο ισχυρισμός ότι οι θερμικές και οπτικές ιδιότητες των επιφανειών σε συνδυασμό με την επάρκεια φυσικού ηλιασμού και το- τελικώς διαμορφωμένο εντός του αστικού ιστού- πεδίο ανέμου, είναι οι ρυθμιστικές παράμετροι του ενεργειακού ισοζυγίου των κτιρίων, με την έννοια της αποδοτικότητας και του ενεργειακού αποτυπώματος. Μεταξύ των ιδιοτήτων, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο δείκτη ανακλαστικότητας (albedo), που όπως περιγράφεται παραπάνω, ορίζεται ως το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλά η επιφάνεια και καθορίζεται κυρίως από το χρώμα και την υφή της. Ο κανόνας στις πόλεις της Ελλάδας είναι η χρήση υλικών μεγάλης θερμοαπορροφητικότητας και μικρής ανακλαστικότητας, όπως άσφαλτος, τσιμέντο και τούβλα. Τα υλικά αυτά, λειτουργούν ως αποθήκη θερμότητας και αναπτύσσουν πολύ υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, εντείνοντας την ήδη προβληματική θερμοσυσσώρευση στα αστικά κέντρα. Ο περιορισμός του φαινομένου προϋποθέτει την προστασία της μάζας του υλικού από την υπερέκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και επιτυγχάνεται με εξωτερική θερμομόνωση και ελαχιστοποίηση της θερμοαπορροφητικότητας της εξωτερικής του επιφάνειας. Τα δυο αυτά μέτρα εναρμονίζονται πλήρως με την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών χώρων των κτιρίων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η λύση που προτείνεται είναι η επιλογή υλικών με υψηλό δείκτη ανακλαστικότητας ( $albedo \geq 0.50$ ), τα οποία παρουσιάζουν μειωμένη απορροφητικότητα στην εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και συνεισφέρουν στον περιορισμό των παγκόσμιων συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Υλικά με υψηλούς συντελεστές εκπομπής, αναπτύσσουν εν γένει χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες, μέχρι και  $12^{\circ}\text{C}$ , και έτσι αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους. Κατ' επέκταση, μειώνεται το κόστος συντήρησής τους και ο όγκος απορριμάτων από την αντικατάστασή τους. Πέραν του θερμικού, οι ανοιχτόχρωμες ανακλαστικές επιστρώσεις επηρεάζουν και το οπτικό περιβάλλον: ευνοούν το φυσικό φωτισμό των χώρων και βελτιώνουν τις συνθήκες ορατότητας τη νύχτα, οδηγώντας σε μείωση της κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας για φωτισμό. Η αντικατάσταση ωστόσο των θερμοαπορροφητικών υλικών με ανακλαστικά, συνδέεται με προβλήματα θάμβωσης που μειώνουν την οπτική άνεση στους ανοιχτούς χώρους της πόλης.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας ανοίγει το δρόμο για τη χρήση καινοτόμων υλικών, τα οποία συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των ανοιχτόχρωμων και των σκουρόχρωμων επιστρώσεων. Τα θερμοχρωμικά ή «λανθάνουσας θερμότητας» υλικά, αλλάζουν χρώμα ανάλογα με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, παρουσιάζουν υψηλή θερμοαπορροφητικότητα τους χειμερινούς μήνες (λειτουργία σκουρόχρωμου) και μεγάλη ανακλαστικότητα το καλοκαίρι, λειτουργώντας ως ανοιχτόχρωμα (Αγερίδης et al. 2011). Στην ίδια οικογένεια, από πλευράς τεχνολογίας, ανήκουν τα ψυχρά υλικά, ή ψυχρά επιχρίσματα, όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Οι επιφάνειες που καλύπτονται με ψυχρές επιστρώσεις, απορροφούν την ορατή ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται ο κίνδυνος θάμβωσης, ενώ ταυτόχρονα, μέσω του υψηλού συντελεστή θερμικής εκπομπής, ανακλούν τη θερμική ακτινοβολία και δεν συσσωρεύουν θερμότητα στη μάζα τους. Στα ψυχρά επιχρίσματα ανήκουν υλικά με δείκτη ανακλαστικότητας μεγαλύτερο του 0.65 και συντελεστή θερμικής εκπομπής μεγαλύτερο του 0.80. Οι υψηλές αυτές τιμές συνδέονται με χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, που δεν ξεπερνούν τους  $50^{\circ}\text{C}$ , έναντι των  $90^{\circ}\text{C}$  σε σκουρόχρωμα δομικά υλικά. Τα μειονεκτήματα των επιστρώσεων αυτών συνδέονται με το μειωμένο χρόνο ζωής τους, καθώς η έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί την ταχεία γήρανσή τους, και με το γεγονός ότι δεν είναι ανακυκλώσιμα. Το πρώτο από αυτά αντιμετωπίζεται με την



κατάλληλη σκίαση των επιφανειών. Προϊόν της εξέλιξης της νανοτεχνολογίας αποτελούν τα φωτοκαταλυτικά αυτοκαθαριζόμενα συστήματα· συντίθενται από μη τοξικά υλικά, όπως σκυρόδεμα και εξασφαλίζουν τη διατήρηση του αισθητικού χαρακτήρα των κτιρίων, αλλά και μειωμένη ανάγκη συντήρησης και ανακαίνισης. Ταυτόχρονα, οι φωτοκαταλυτικές επιφάνειες έχουν υπερυδροφιλή σύνθεση, με πολλαπλά ωφέλη. Όχι μόνο είναι αυτοκαθαριζόμενα υλικά, ελαχιστοποιώντας τη δαπάνη ενέργειας για καθαρισμό, αλλά αποδομούν τους ρύπους που προσπίπτουν στην επιφάνειά τους (ποσοστά που αγγίζουν το 98% κατά CNR). Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή και αντιμυχλική δράση και προσφέρουν καθαρό, άοσμο και υγιεινό περιβάλλον.

Το αστικό έδαφος, καθώς και οι οριζόντιες επιφάνειες των κτιρίων είναι οι περιοχές του αστικού χώρου που δέχονται τη μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας μεγάλης έντασης και μάλιστα σχεδόν κάθετα, κατά τη θερμότερη περίοδο του χρόνου, το καλοκαίρι. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού επίστρωσης του αστικού εδάφους επηρεάζει άμεσα το μικροκλίμα. Ορισμένες από τις απαιτήσεις θερμικών ιδιοτήτων για τη βέλτιστη λειτουργία των επιφανειών το χειμώνα και το καλοκαίρι, φαίνονται αντίθετες μεταξύ τους. Στις μεσογειακές πόλεις όμως, ο βαθμός δυσφορίας λόγω της ζέστης τους καλοκαιρινούς μήνες καθορίζει τη χρήση των ελεύθερων χώρων, επομένως ο μελετητής καλείται να δώσει σαφή προτεραιότητα στις επιλογές που βελτιώνουν το θερινό αστικό κλίμα. Για την αντιστροφή του φαινομένου διατάραξης του κύκλου του νερού, προτείνονται ως εδαφοκάλυψη υλικά πορώδη, ώστε να επιτρέπεται η διήθηση του νερού και η ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς τους. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι φυσικά, όπως συμπυκνωμένο χώμα ή τεχνητά, όπως υδατοπερατή στρώση αδρανών.

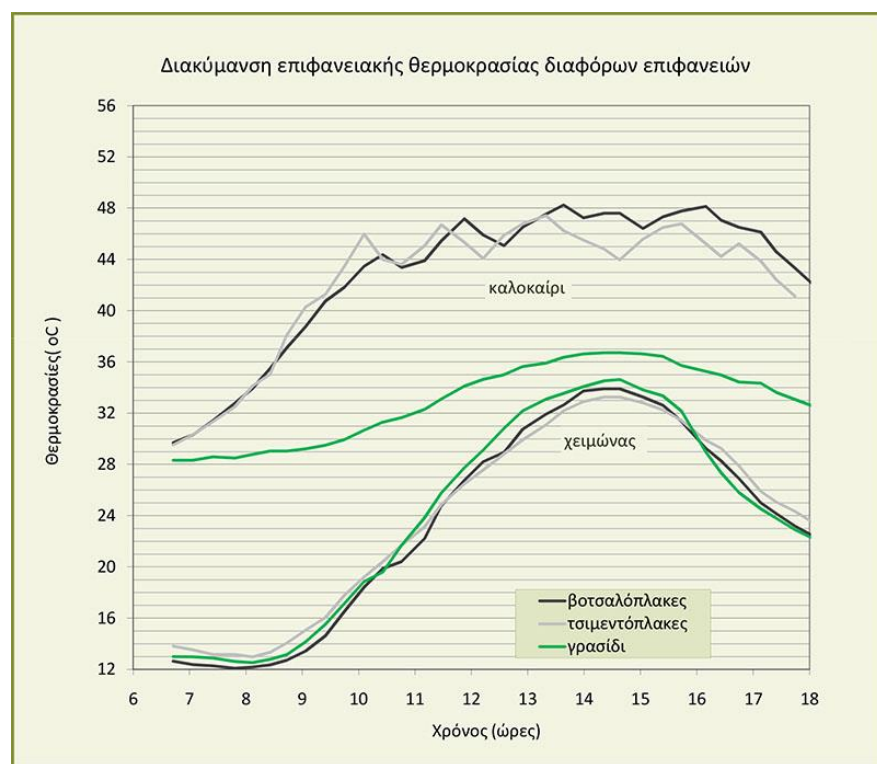


Εικόνα 2.20: Τα πορώδη φυσικά ή τεχνητά υλικά εδαφοκάλυψης ελαχιστοποιούν τη διατάραξη του κύκλου του νερού και επιτρέπουν την ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς τους

Ως βέλτιστη επιλογή για εδαφοκάλυψη αναδεικνύεται η φύτευση. Η βλάστηση παρουσιάζει μικρή ανακλαστικότητα ( $albedo=0.05-0.30$ ) και η θερμοκρασία των φυλλωμάτων διατηρείται στα ίδια επίπεδα με τη θερμοκρασία του αέρα, δηλαδή  $20-35^{\circ}\text{C}$  χαμηλότερα από τις επιφανειακές θερμοκρασίες των συνήθως χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών. Μάλιστα, τα φυτά παρουσιάζουν την καλύτερη δυνατή συμπεριφορά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς σταθεροποιούν το αστικό μικροκλίμα και δεν αναπτύσσουν ακραίες θερμοκρασίες. Επιπλέον, η επικάλυψη του αστικού εδάφους με φυτεύσεις

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

διευκολύνει τη διήθηση του νερού στο υπέδαφος μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών. Έτσι, μειώνεται η ταχύτητα απορροής των επιφανειακών υδάτων και συγκρατείται σημαντικό ποσοστό του νερού ως υγρασία στα φυλλώματα και τις ρίζες. Σαν αποτέλεσμα, εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας, ενώ παράλληλα προστατεύεται από τους αστικούς ρύπους, χάρη στο φιλτράρισμα που πραγματοποιείται στο ριζικό σύστημα των φυτών. Η βλάστηση είναι το πλέον κατάλληλο υλικό επίστρωσης για όλες τις επιφάνειες, εφόσον προσφέρει οπτική και θερμική άνεση, αισθητική αναβάθμιση και αποτελεσματική μόνωση στα κτίρια. Έτσι, πέραν της εδαφοκάλυψης, στις λύσεις που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, εντάσσονται τα φυτεμένα δώματα, οι κάθετες φυτεύσεις και οι πράσινες προσόψεις. Ειδικά τα φυτεμένα δώματα, κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα με περίπου 20 εκατοστά χώμα, λειτουργούν ως παχιά μονωτική ψάθα. Μεγάλη προσοχή ωστόσο, θα πρέπει να δίνεται στις ακραίες συνθήκες ανέμου και ακτινοβολίας που παρατηρούνται σε θέσεις μακριά από το έδαφος και που ενδέχεται να είναι ακατάλληλες για τα φυτά. Εφόσον όμως προβλέπεται η απαραίτητη φροντίδα για την ανάπτυξη των φυτών, οι εναλλακτικές θέσεις φύτευσης, δίνουν λύση στο πρόβλημα ανεπάρκειας χώρου για βλάστηση στον πυκνοδομημένο αστικό ιστό.



Εικόνα 2.21: Διάγραμμα διακύμανσης της θερμοκρασίας διάφορων υλικών εδαφοκάλυψης το χειμώνα και το καλοκαίρι- έκδηλη είναι η μειωμένη θερμοκρασία επιφανειών που καλύπτονται από βλάστηση, το καλοκαίρι

Με τις παραπάνω κατευθύνσεις λύσεων και μέτρων εξασφαλίζεται η δημιουργία ελκυστικών περιοχών και η ενθάρρυνση νέων μικροκλιματικών συνθηκών που μπορούν να οδηγήσουν σε ουσιαστική βελτίωση του κλίματος των σύγχρονων πόλεων. Τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι πολλαπλάσια όταν οι επεμβάσεις γίνονται σε μεγάλη κλίμακα. Η βέλτιστη λύση είναι αυτή του καλώς

σχεδιασμένου και διασυνδεδεμένου δικτύου πράσινων και ανοιχτών χώρων διαμέσου όλου του αστικού ιστού. Η πρόνοια για λειτουργική επικοινωνία μεταξύ των υπαίθριων χώρων μπορεί να ενθαρρύνει την κίνηση από το έναν χώρο στον άλλο, ώστε να προκύψει ένα δίκτυο πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων με μια συνεχή σχεδόν κάλυψη από βλάστηση. Οι οπτικές φυγές μεταξύ των υπαίθριων χώρων επιτρέπουν μια σαφέστερη εποπτεία του δομημένου περιβάλλοντος, με σκοπό να διαμοιραστούν και να υπολογιστούν διάφορες ενεργητικές και παθητικές εγκαταστάσεις ελεύθερου χρόνου, από την άποψη των αποστάσεων και του πληθυσμού που εξυπηρετείται.

Το συμπέρασμα που προκύπτει αβίαστα από την ανάλυση του παρόντος κεφαλαίου είναι η σημαντική και διαρκής αλληλοσυσχέτιση των ποικίλων παραμέτρων που καθορίζουν το μικροκλίμα. Στη βάση αυτής της λογικής, εμφανίζεται επιτακτική η ανάγκη χρήσης πολυπαραμετρικών προγραμμάτων προσομοίωσης για το σχεδιασμό κάθε λύσης ανάπλασης, προκειμένου να προβλεφθούν με επαρκή ακρίβεια οι αλλαγές που θα προκληθούν από την επέμβαση και να γίνουν οι κατάλληλες επιδιορθωτικές κινήσεις, μέχρις ότου τα αποτελέσματα είναι τα επιθυμητά. Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας χρησιμοποιείται το λογισμικό ENVI-met, του οποίου η αρχές λειτουργίας περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 3.1 Γενικά

Το ENVI-met αποτελεί, όπως αποκαλύπτει η ονομασία του, ένα περιβαλλοντικό- μετεωρολογικό πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή, το οποίο προσομοιώνει την αλληλεπίδραση μεταξύ διάφορων επιφανειών και όγκων, της βλάστησης, της ηλιακής ακτινοβολίας και του αέρα μέσω ενός τρισδιάστατου, μη υδροστατικού μοντέλου. Το πρόγραμμα είναι προσανατολισμένο σε προσομοιώσεις κυρίως εντός του αστικού ιστού. Πέραν της μελέτης μιας υπάρχουσας κατάστασης, μέσω των αποτελεσμάτων που δίνει ως έξοδο το πρόγραμμα, υπάρχει η δυνατότητα της διερεύνησης της επίδρασης που έχουν μικρές κλίμακας παρεμβάσεις στον αστικό ιστό, όπως, λόγω χάριν, η δημιουργία χώρων πρασίνου ή κτιριακού συγκροτήματος, η αλλαγή του υλικού κάποιας επιφάνειας ή η προσθήκη υδάτινου στοιχείου, στο αστικό μικροκλίμα. Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι αστικές δομές είναι ολιστικά συστήματα, στα οποία κάθε στοιχείο αλληλεπιδρά διαρκώς με τα γειτονικά του. Κατ' επέκταση, οποιαδήποτε εργασία επανασχεδιασμού και ανάπτυξης, μικρότερης ή μεγαλύτερης κλίμακας, επιδρά σημαντικά στο μικροκλίμα και το βιοκλίμα της περιοχής. Σε τέτοιους πολύπλοκους σχηματισμούς, είναι απαραίτητη η προσέγγιση με τις αριθμητικές μεθόδους του ENVI-met, ώστε να προκύψει η βέλτιστη δυνατή πρόταση επέμβασης προς μια προσαρμοστική πόλη, με ποιοτικό και ποσοτικό συνυπολογισμό όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν το μικροκλίμα και τη θερμική άνεση. Η χωρική και χρονική ανάλυση του παρόντος λογισμικού δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης της παραπάνω αλληλεπίδρασης σε μικρή κλίμακα υπό ένα εύρος μετεωρολογικών συνθηκών.

Η λειτουργία του λογισμικού ENVI-met βασίζεται στην τρισδιάστατη απεικόνιση του εκάστοτε μελετώμενου χώρου, ο οποίος έχει μοντελοποιηθεί με χρήση κατάλληλων βοηθητικών προγραμμάτων, λαμβάνοντας υπ' όψιν την επίδραση του χρόνου και τις τιμές των παραγόντων που επηρεάζονται από αυτόν (πχ θερμοκρασία μιας συγκεκριμένης χρονιάς, μέρας και ώρας του μελετώμενου χώρου). Η περιοχή μελέτης υποδιαιρείται σε κτίνα με εύρος κελιού 0,5-10m, ανάλογα με την προσδοκώμενη ακρίβεια και χρονικό βήμα όχι μεγαλύτερο των 10sec. Ένας κύκλος προσομοίωσης έχει τυπική διάρκεια 24-48h. Με εφαρμογή των υδροδυναμικών και θερμοδυναμικών νόμων, αναπαράγονται οι φυσικές διαδικασίες της ατμόσφαιρας που επηρεάζουν το μικροκλίμα της περιοχής μελέτης. Οι δυνατότητες του προγράμματος επιτρέπουν τη μελέτη σωματιδίων σκόνης και ορισμένων οξειδίων, μεταξύ των οποίων και του διοξειδίου του άνθρακα .

Για τους υπολογισμούς που εκτελεί το πρόγραμμα, χρησιμοποιούνται οι σχέσεις της ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics, C.F.D.), αριθμητικές μέθοδοι και αλγόριθμοι, ώστε επιλύονται τρισδιάστατες τυρβώδεις ροές και υπολογίζονται σύνθετες θερμοκρασιακές κατανομές, ποσοστά υγρασίας, ακτινοβολία μικρού και μεγάλου μήκους κύματος και συγκεντρώσεις αερίων και σωματιδίων που καθορίζουν την ποιότητα του αέρα σε τοπική κλίμακα. Μέσω ενός απλού βιομετεωρολογικού μοντέλου, καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της θερμικής άνεσης με υπολογισμό της τιμής PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) και εκτίμηση του δείκτη PMV (Predicted Mean Vote index), δηλαδή του ποσοστού ανθρώπων που θα ήταν δυσαρεστημένοι με τις υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες.

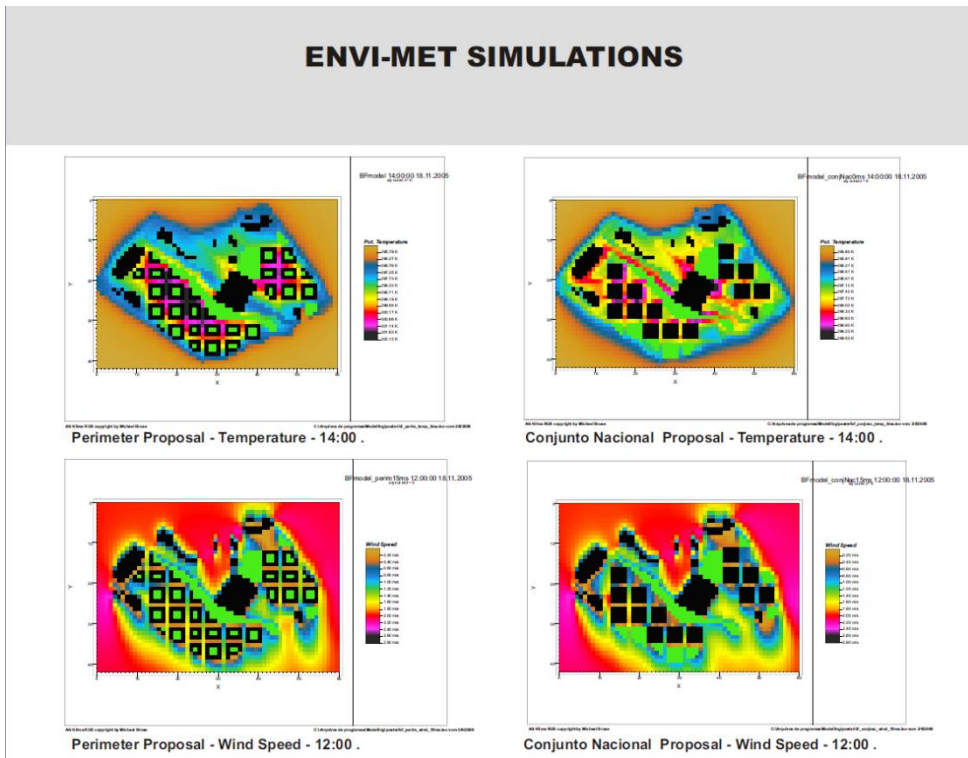
Συνοπτικά, οι υπολογισμοί που εκτελούνται κατά την προσομοίωση είναι οι εξής:

- Ροή ακτινοβολίας (μικρού και μεγάλου μήκους κύματος), λαμβάνοντας υπ' όψιν και την επίδραση της σκίασης
- Ανάκλαση ακτινοβολίας. Ακτινοβολία από κτίρια και βλάστηση
- Διαδικασίες διαπνοής, εξάτμισης και αισθητή ροή θερμότητας από τη βλάστηση στον αέρα, προσομοιώνοντας το ρυθμό φωτοσύνθεσης και λοιπές φυσικές παραμέτρους.
- Θερμοκρασία σε κάθε σημείο του κανάβου, σε οριζόντιες επιφάνειες και τοίχους
- Ανταλλαγή θερμότητας και νερού μέσω της εδαφικής μάζας
- Βιομετεωρολογικές παράμετροι, όπως η PMV για την οποία έγινε αναφορά παραπάνω και η M.R.T. (Mean Radiant Temperature)
- Διασπορά διαφόρων αερίων και σωματιδίων, καθώς και απόθεση των τελευταίων σε φύλλα και επιφάνειες

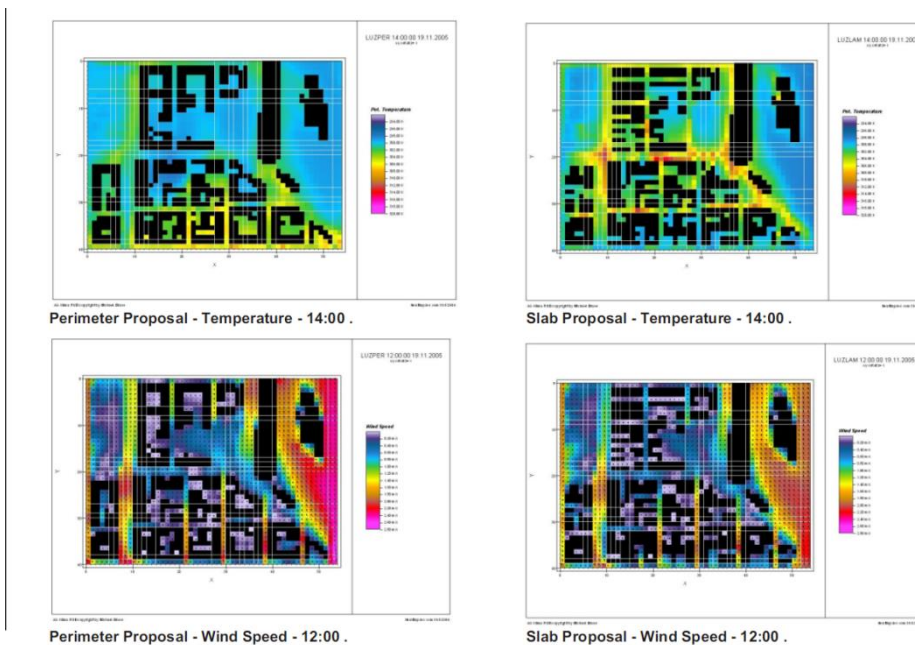
Οι σύνθετες υπολογιστικές διαδικασίες που πραγματοποιεί το ENVI-met, έχουν ως συνέπεια υψηλές απαιτήσεις από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας· δεδομένων των δυνατοτήτων ενός μέσου υπολογιστή, η περιοχή μελέτης θα πρέπει να είναι μικρής κλίμακας. Στην αντίποδα, η πολυπλοκότητα των εκτελούμενων υπολογισμών εξασφαλίζει την αξιοπιστία του προγράμματος. Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότεροι διεθνείς διαγωνισμοί που αφορούν έργα ανάπλασης ελεύθερων χώρων στηρίζουν τις βιοκλιματικές μελέτες στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, ενώ παράλληλα χρησιμοποιείται από αναγνωρισμένα πανεπιστήμια για τη διεξαγωγή κλιματολογικών ερευνών.

Ένα παράδειγμα εφαρμογής φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Αναφέρεται σε μια έρευνα η οποία διεξήχθη σε συνεργασία του εργαστηρίου LABAUT (Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética/ Laboratory for Environment and Energy Studies from FAU-USP) της Βραζιλίας και των Πανεπιστημίων Cambridge και School of Architecture and Visual Arts University of East London. Αφορά στη βιοκλιματική μελέτη αναμόρφωσης της περιοχής Sao Paolo στη Βραζιλία λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εξής μεταβλητές: εξοικονόμηση ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές, συλλογή και εκ νέου διάθεση ομβρίων, ποιότητα αέρα και ηλιασμό. Το λογισμικό που κυρίως χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις ήταν το ENVI-met.



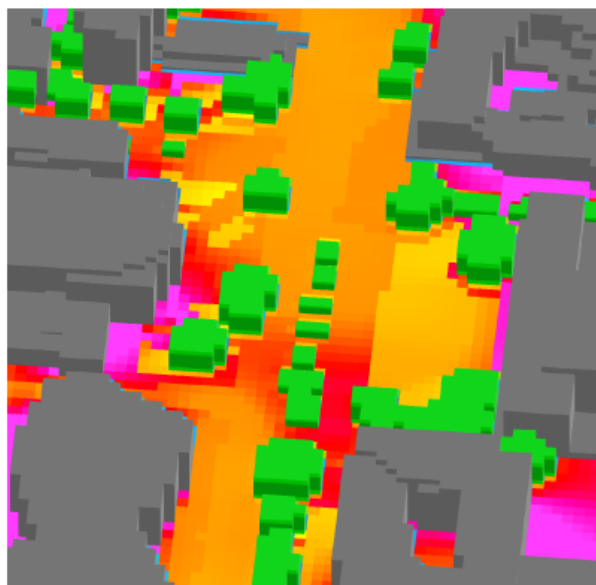


Εικόνα 3.1: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην περιοχή του Sao Paolo

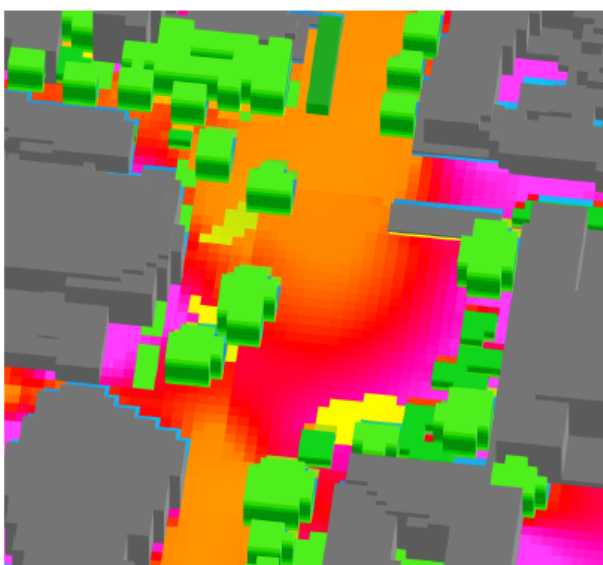
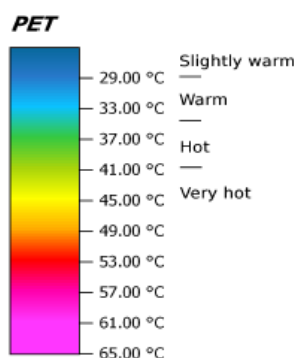


Εικόνα 3.2: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην περιοχή του Sao Paolo

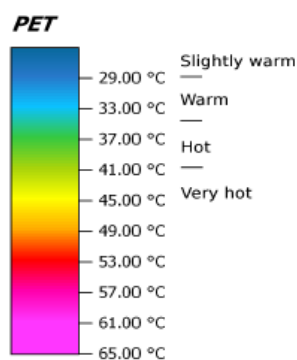
Ένα άλλο παράδειγμα αξιοποίησης του ENVI-met σε εφαρμογή αναμόρφωσης τμήματος του αστικού ιστού, παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες: πρόκειται για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ θερμικής άνεσης και επεμβάσεων στον αστικό ιστό στο κέντρο του Freiburg της Γερμανίας.



*Fig. 6: Spatial distribution of PET on the current place of the old synagogue at the third day of a hot and dry period. Image created with Leonardo®.*



*Fig. 7: Spatial distribution of PET on the current place of the old synagogue at the third day of a hot and dry period. Image created with Leonardo®.*



Εικόνα 3.3: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης από επέμβαση στην πόλη Freiburg

Τέλος, στις επόμενες δύο εικόνες παρουσιάζεται η χρήση του ENVI-met σε μελέτη αναμόρφωσης στο Phoenix, αλλά και μια ενδεικτική λίστα διεθνών μελετών, εργασιών και προγραμμάτων στα οποία το ENVI-met χρησιμοποιήθηκε ως κύριο εργαλείο προσομοίωσης.



Figure 2. Digital Map.

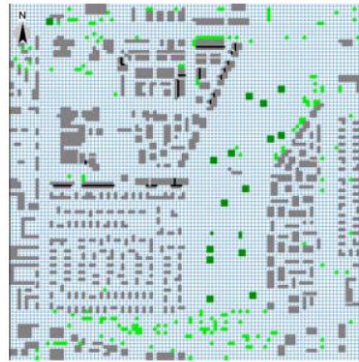


Figure 3. ENVI-met Interpretation.



Figure 4. Output.

Εικόνα 3.4: Παρουσίαση αποτελεσμάτων προσομοίωσης στο Phoenix

Lectures in Microclimate and Architecture (AA School of London, Architectural Association, GB)
Dubai Crystal: Microclimate simulations, Dubai, VEA (Dubai Properties, Dubai)
Heart of Europe: Microclimate simulations, Dubai, VEA (Kleindienst Properties, Dubai)
West Kowloon Cultural District: Thermal comfort of outdoor spaces, Hongkong, China (OMA, Rotterdam)
Sydney CBD: Microclimate and thermal comfort assessment (Bureau of Meteorology, Melbourne)
Melbourne: Effect of rooftop greening on urban microclimate (Bureau of Meteorology, Melbourne)
Easttown Cairo: Microclimate simulations and outdoor thermal comfort assessment, Egypt (OMA, Rotterdam)
Nice Pole Intermodal: Microclimate simulations and thermal stress mitigation, Nice, France (Mateo Architects, VEOLIA 2EL, Paris)
Rethink Athens: Redesigning the center of Athens: Bioclimatic study (OKRA Landscape Architects, Utrecht, NL)

Εικόνα 3.5: Κατάλογος διεθνών φορέων, ακαδημαϊκών ή μη, που χρησιμοποιούν σε μελέτες βιοκλιματικών επεμβάσεων το λογισμικό ENVI-met

### 3.2 Εξισώσεις που χρησιμοποιούνται στην υπολογιστική διαδικασία

#### 3.2.1 Το ατμοσφαιρικό μοντέλο

Οι μεταβλητές των οποίων οι τιμή υπολογίζεται σε αυτό το μέρος της διαδικασίας είναι η κύρια ροή του ανέμου, η θερμοκρασία, η υγρασία και η τύρβη της ατμόσφαιρας.

##### 3.2.1.1 Κύρια Ροή Ανέμου

Η τρισδιάστατη τυρβώδης ροή του ανέμου στο μοντέλο περιγράφεται από τις μη υδροστατικές εξισώσεις Navier-Stokes (1a) ως (1c) για ασυμπιεστο ρευστό σε τρεις διαστάσεις.

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

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

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

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

Όπου  $f=10^4 \text{ sec}^{-1}$  είναι η παράμετρος Coriolis με  $f=2*\Omega*\eta\mu\phi$ , με  $\Omega$ : γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης,

$p$ : η πίεση λόγω υδροστατικής κατανομής και  $x_i$

$\theta$ : η δυνητική θερμοκρασία στη στάθμη  $z$ .

Η θερμοκρασία αναφοράς  $\theta_{ref}$  αντιπροσωπεύει τις μετεωρολογικές συνθήκες μεγαλύτερης κλίμακας και υπολογίζεται ως μια μέση θερμοκρασία σε όλα τα κελιά του κανάβου κατά τη διεύθυνση  $z$ , εξαιρουμένων αυτών που έχουν καταληφθεί από τα κτίρια.

Η πυκνότητα του αέρα ( $\rho$ ), δεν ακολουθεί τις εξισώσεις Navier-Stokes· χρησιμοποιείται η προσέγγιση Boussinesq, σύμφωνα με την οποία γίνεται η παραδοχή ότι σε περίπτωση μη ομογενούς ρευστού η χωρική διαφοροποίηση της πυκνότητας λαμβάνεται υπ' όψιν αποκλειστικά στον υπολογισμό της πίεσης. Γενομένης αυτής της παραδοχής, εισάγεται ένας επιπλέον πηγαίος όρος στην εξίσωση  $w$ , ο οποίος περιλαμβάνει την κατακόρυφη θερμική εξαναγκασμένη κίνηση, αλλά και στην εξίσωση της 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 στη 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  $S_u, S_v, S_w$ , περιγράφουν την απώλεια ταχύτητας ανέμου λόγω της τραχύτητας που προκαλούν τα στοιχεία των φυτών. Η παραμετροποίηση του φαινομένου από τους Liu (1996) και Yamada (1982), περιγράφεται από τη σχέση:

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

Όπου  $W = \sqrt{(u^2 + v^2 + w^2)}$ , η κύρια ταχύτητα ανέμου στο ύψος  $z$

$LAD(z)$  (leaf area density) η πυκνότητα φυλλώματος ενός φυτού στο συγκεκριμένο ύψος  $z$  (σε  $[m^2/m^3]$ )

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 στο 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.

#### 3.2.1.2 Θερμοκρασία και Υγρασία

Η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα  $\theta$  και της ειδικής υγρασίας  $q$  δίνεται από μια συνδυασμένη εξίσωση μεταφοράς- διάχυσης με εσωτερικές πηγές εκπομπής:

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

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

Παρόμοια με τις εξισώσεις στροφορμής, οι όροι  $Q_h$  και  $Q_p$  χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν την ανταλλαγή θερμότητας και υδρατμών των φυτών με το ατμοσφαιρικό μοντέλο. Η ποσότητα των  $Q_h$  και  $Q_p$  παρέχεται από το μοντέλο βλάστησης, το οποίο περιγράφεται στα επόμενα. Με τον όρο  $\frac{\partial R_{n,lw}}{\partial z}$  αναφέρεται η κατακόρυφη απόκλιση της μακροκυματικής ακτινοβολίας, λαμβάνοντας υπ' όψιν 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, Neumann ή η συνθήκη κυκλικού ορίου. Η συνθήκη μηδενικής κλίσης πίεσης χρησιμοποιείται για την εκροή και τα πλευρικά όρια. Για το άνω όριο του τρισδιάστατου μοντέλου, λαμβάνονται οι τιμές που προκύπτουν από το μονοδιάστατο μοντέλο οριακού στρώματος, το οποίο εκτείνεται μέχρι τα 2500m.

### 3.2.1.3 Ατμοσφαιρική Τύρβη

Όταν στη ροή παρεμβάλλονται τοίχοι κτιρίων ή στοιχεία βλάστησης, προκύπτει η ατμοσφαιρική τύρβη. Οι στροβιλισμοί είναι αρκετά ανθεκτικοί προκειμένου για συνθήκες ανέμου, επομένως μεταφέρονται από την κυρίως ροή. Ανάλογα με τη δομή της ροής, ενδέχεται να προκύψουν αυξημένες αναταραχές μακριά από την πηγή της τύρβης.

Για την προσομοίωση του φαινομένου αυτού, εισάγεται το μοντέλο «κλεισίματος τύρβης» (turbulence closure model), δηλαδή υπολογίζεται ο συντελεστής ιξώδους, ενώ οι τάσεις λόγω μοριακού ιξώδους θεωρούνται αμελητέες με διάταξη 1,5 στο ENVI-met. Στο μοντέλο προστίθενται δύο επιπλέον μεταβλητές πρόγνωσης, η τοπική τύρβη (E) και ο ρυθμός απώλειας αυτής (ε). η κατανομή του δίνεται από τις παρακάτω εξισώσεις των Mellor και Yamada (1975):

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

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

Οι όροι  $P_T$  και  $T_h$  περιγράφουν την παραγωγή και την απώλεια της τυρβώδους ενέργειας εξαιτίας της τμήσης της ροής του αέρα και της θερμικής στρωμάτωσης· όσο για τους όρους  $Q_E$  και  $Q_\varepsilon$ , είναι οι αντίστοιχοι δείκτες παραγωγής και απώλειας τύρβης στην βλάστηση. Η μηχανική παραγωγή  $P_T$  δίνεται από τη σχέση

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

Χρησιμοποιώντας τον τρισδιάστατο παραμορφωσιακό τανυστή του πεδίου ανέμου.

Η  $T_h$  παραγωγή άνωσης δίνεται από τη σχέση:

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

Για την εφαρμογή της παραπάνω σχέσης χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες τιμές για τις σταθερές  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$ . Πιο συγκεκριμένα, θέτουμε  $c_1=1.44$ ,  $c_2=1.92$ ,  $c_3=1.44$ . Ο εν λόγω προσδιορισμός δεν είναι φυσικά αυθαίρετος, αλλά προκύπτει από τους Launder και Spalding (1974). Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά σε ορισμένες ασάφειες της εφαρμογής του μοντέλου «κλεισίματος τύρβης» (turbulence closure model) στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα. Ανάλογα με το εκάστοτε ερευνώμενο σενάριο, επιλέγονται οι κατάλληλες μεταβλητές, ενώ απαιτείται ο περιορισμός της παραγωγής τυρβώδους ροής στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Κατά τους Liu et al.(1996) και Wilson (1988), προστίθενται δύο επιπλέον όροι στο σύστημα E-ε, ώστε να συμπεριληφθεί η πρόσθετη τύρβη λόγω βλάστησης και η απώλεια τύρβης κατά το πέρασμα από τις ισχυρότερες δίνες (τις εκ διατήμησης δημιουργούμενες) στις ασθενέστερες.

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

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

Όπου  $W$  η κύρια ταχύτητα ανέμου στο ύψος  $z$ , όπως στην (3). Οι όροι που υπεισέρχονται στην εξίσωση απώλειας (11) βασίζονται στην σχέση Kolmogorov (Launder & Spalding, 1974) θα πρέπει να προσαρμόζονται στις μετρούμενες τιμές των παραμέτρων, εφόσον υπάρχουν τέτοιες τιμές (δηλαδή διαθέσιμες επί τόπου μετρήσεις) (βλ. Liu et al., 1996). Από το σύστημα εξισώσεων E-ε που προαναφέρθηκε, υπολογίζονται οι συντελεστές εναλλαγής τύρβης κάνοντας την παραδοχή ότι εξετάζεται κατάσταση τοπικής ισότροπης τύρβης. Χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις:

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

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

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

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

Όπου λαμβάνονται :

$$C_\mu=0.09$$

$$C_E=1$$

$$C_\varepsilon=1.3$$

Οριακές Συνθήκες

Σε όλες τις στερεές επιφάνειες, τα  $E$ ,  $\varepsilon$  υπολογίζονται ως συνάρτηση της εφαπτομενικής ταχύτητας τριβής  $u^*$  και λαμβάνοντας υπ' όψιν τις συνιστώσες της ροής τις παράλληλες στην εξεταζόμενη επιφάνεια. Έχουμε:

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

Όπου k: η σταθερά von-Kármán, με k=0.4 και z<sub>0</sub>: μήκος τραχύτητας της επιφάνειας.

### 3.2.1.4 Ροές Ακτινοβολίας

Η εισερχόμενη ροή ακτινοβολίας, μικρού και μεγάλου μήκους κύματος, είναι απαραίτητη στην αρχή του μοντέλου και τίθεται ως οριακή συνθήκη. Αυτό πραγματοποιείται κάνοντας καταρχήν μια προσέγγιση που υπολογίζει δύο ρεύματα ροής για τη ροή μεγάλου μήκους κύματος και στη συνέχεια, για το φάσμα μικρού μήκους κύματος, υιοθετείται ένα σύστημα εμπειρικών σχέσεων (Tasler & Anderson, 1984. Gross 1991). Στο τρισδιάστατο μοντέλο, η ροή της ακτινοβολίας τροποποιείται λόγω της παρουσίας κτιρίων και φυτών· προκειμένου να εκτιμηθεί σωστά η επίδρασή τους στις συνθήκες ροής, λαμβάνονται ορισμένοι συντελεστές μείωσης της ροής, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από 1 (για συνεχή ροή) ως 0 (συνθήκες πλήρους απορρόφησης) (Bruse 1995). Ορίζονται οι εξής πέντε διαφορετικοί μειωτικοί συντελεστές:

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

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

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

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

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

Οι συντελεστές αυτοί, επί της ουσίας περιγράφουν την επίδραση της βλάστησης στην απ' ευθείας διάχυση ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος ((a) και (b)), καθώς και στην ανάντη και κατάντη ροή μεγάλου μήκους ακτινοβολίας ((c) και (d)). Ο συντελεστής (e) εκφράζει την τοπική απόκρυψη θέασης του ουρανού από τα κτίρια (ο δείκτης svf σημαίνει Sky View Factor), και κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 1 (για απόλυτα ελεύθερη θέαση) και 0 (προκειμένου για μηδενική ορατότητα ουρανού). Ως λ συμβολίζεται η μέγιστη γωνία στην κατεύθυνση π ανάκλασης. Ο όρος LAI συμβολίζει την κατακόρυφη διάσταση της επιφάνειας των φύλλων των φυτών στο επίπεδο z· στο έδαφος θεωρούμε z=0 και z<sub>p</sub> είναι το ύψος ως την κορυφή του φυτού. Ορίζεται ως δείκτης έκτασης φύλλου (LAI: Leaf Area Index) και εκφράζει την πυκνότητα της βλάστησης. Αν, λόγω χάριν, μια επιφάνεια καλύπτεται από δύο φύλλα, τότε ο δείκτης LAI παίρνει την τιμή 2. Ο προσδιορισμός του επιτυγχάνεται από την ακόλουθη σχέση:

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

Για τον υπολογισμό της μείωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, χρησιμοποιείται ο τρισδιάστατος όρος LAI\*, ο οποίος αντικαθιστά τον μονοδιάστατο δείκτη LAI, για τον οποίο έγινε λόγος ακριβώς παραπάνω, και υπολογίζεται ως συνάρτηση της γωνίας πρόσπτωσης της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Εάν στην προσομοίωση κάποιο κτίριο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στον ήλιο και το



εξεταζόμενο σημείο (δηλαδή αν το σημείο επισκιάζεται από το κτίριο, τότε ο όρος  $\sigma_{sw,dir}$  τίθεται απ' ευθείας ίσος με το μηδέν· αν υπάρχει βλάστηση, τότε η τιμή του συντελεστή θα πρέπει να προκύψει από την εφαρμογή της σχέσης (13a). Οι παρακάτω σχέσεις υπολογίζουν την άμεση διαχυτική ροή ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος σε οποιοδήποτε σημείο:

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

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

Στις σχέσεις αυτές, οι όροι  $R_{sw,dif}^0$  και  $R_{sw,dir}^0$  αντιπροσωπεύουν την διαχυτική (diffuse) και την άμεση (direct) ακτινοβολούσα ροή αντίστοιχα στο υπολογιστικό μοντέλο. Ο πρόσθετος τελευταίος όρος για τη συνιστώσα της διάχυσης εκφράζει την αντανάκλαση της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας στο περιβάλλον, λαμβάνοντας υπ' όψιν το μέσο όρο του αστικού δείκτη ανακλαστικότητας (albedo-a). Σε περίπτωση μακροκυματικής ακτινοβολίας (σχέσεις 14c-e), γίνεται η παραδοχή ότι τα στρώματα βλάστησης θα απορροφήσουν κάποιο μέρος της ροής και θα το αντικαταστήσουν ακολούθως με τη δική τους μακροκυματική ακτινοβολία. Η οριζόντια μακροκυματική ακτινοβολούσα ροή από τους τοίχους των κτιρίων υπολογίζεται από τη σχέση (14e), η οποία ουσιαστικά σταθμίζει την εκπέμπουσα ακτινοβολία των τοίχων με το συντελεστή θέασης του ουρανού (sky view factor). Για ροή μεγάλου μήκους κύματος, εφαρμόζονται οι παρακάτω σχέσεις, χρησιμοποιώντας τους μειωτικούς συντελεστές που περιγράφηκαν παραπάνω:

$$R_{lw}^{\downarrow}(z) = \sigma_{lw}^{\downarrow}(z) \cdot R_{lw}^{\downarrow 0} + (1 - \sigma_{lw}^{\downarrow}(z)) \cdot \epsilon_f \cdot \sigma_B \cdot \overline{T_{f+}^4} \quad (14c)$$

$$R_{lw}^{\uparrow}(z) = \sigma_{lw}^{\uparrow}(z) \cdot \epsilon_s \sigma_B T_0^4 + (1 - \sigma_{lw}^{\uparrow}(z)) \cdot \epsilon_f \cdot \sigma_B \cdot \overline{T_{f-}^4} \quad (14d)$$

$$R_{lw}^{\leftrightarrow}(z) = (1 - \sigma_{svf}(z)) \epsilon_w \sigma_B \overline{T_w^4} \quad (14e)$$

Όπου  $\overline{T_{f+}^4}$  και  $\overline{T_{f-}^4}$  : ο μέσος όρος της θερμοκρασίας των φύλλων του υπερκείμενου (δείκτης +) και του υποκείμενου (δείκτης -) στρώματος βλάστησης

$T_0$ : η θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους

$\overline{T_w}$ : ο μέσος όρος της θερμοκρασίας στην επιφάνεια κτιρίων και τοίχων

$\epsilon_f, \epsilon_s, \epsilon_w$  : η εκπομπή φύλλων, επιφάνειας εδάφους και τοίχων αντίστοιχα

$\sigma_B$  : η σταθερά Stefan- Boltzman.

### 3.2.2 Το εδαφικό μοντέλο

Το αστικό περιβάλλον απαρτίζεται από μια πληθώρα διαφορετικών τύπων εδάφους και γενικότερα επιφανειών, όπου συνυπάρχουν φυσικά και τεχνητά υλικά. Ως εκ τούτου, θεωρείται εξαιρετικά ανομοιόμορφο και προκειμένου να προσομοιωθεί αυτή η ετερογενής κατάσταση, στο μοντέλο του ENVI-met υπάρχει η εξής δυνατότητα: ο χρήστης μπορεί να καταχωρεί ανεξάρτητα σε κάθε κελί του κανάβου του εδαφικού μοντέλου του αρχείου εισόδου τιμές για ορισμένα εδαφικά χαρακτηριστικά, όπως θερμοδυναμική αγωγιμότητα και υδατοπερατότητα, συντελεστής ανακλαστικότητας (albedo)

και λοιπά. Το εδαφικό μοντέλο διατάσσεται σε 14 στρώματα μεταξύ επιφάνειας και επιπέδου μεγίστου βάθους (-2m). Στην κατακόρυφη διεύθυνση, η επίλυση κυμαίνεται μεταξύ 0,01m πλησίον της επιφάνειας του εδάφους και 0,5m κοντά στο οριακό βάθος των 2m. Οι υπολογιστικές διαδικασίες αφορούν κυρίως στην πραγματοποιούμενη μεταφορά θερμότητας και νερού ανάμεσα στα στρώματα, δεδομένου ότι τα τελευταία επικοινωνούν μεταξύ τους. Το έδαφος μελετάται ως μια κατακόρυφη στήλη, ήτοι σε μία διάσταση· ασφαλώς εξαίρεση αποτελεί το ανώτατο στρώμα, στο οποίο η μεταφορά θερμότητας δεν θα μπορούσε να μελετηθεί παρά στις τρεις διαστάσεις. Η κατανομή της θερμότητας T και της εδαφικής περιεκτικότητας σε υγρασία κατ' όγκον ( $\eta$ ) υπολογίζεται από τις παρακάτω εξισώσεις (ανάλυση σε μία διάσταση) :

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

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

Ο δείκτης διάχυσης θερμότητας (ή θερμική διαχυτότητα, όπως αλλιώς αναφέρεται)  $K_s$ , εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα διαχέεται με αγωγή σε ένα υλικό –προκειμένου για φυσικά εδαφικά υλικά- και υπολογίζεται ως συνάρτηση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας ( $\eta$ ) σύμφωνα με τις σχέσεις Tjernström (1989). Οι υδραυλικές παράμετροι που υπεισέρχονται στην εξίσωση (16) είναι οι ακόλουθες:

$\eta$ : κατ' όγκον περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό

$\eta_s$ : βαθμός κορεσμού εδάφους

$K_s$ : υδρατοπερατότητα

$D_\eta$ : υδραυλική διαχυτικότητα

Οι τιμές των συντελεστών προκύπτουν από τις εξισώσεις Clapp και Hornberger (1978). Ένας επιπλέον παράγοντας ο οποίος λαμβάνεται υπ' όψιν είναι η από τις ρίζες των φυτών πρόσληψη νερού ( $S_\eta$ ): πρόκειται για μια πρόσθετη πηγή υγρασίας για το έδαφος. Όσο για την εξάτμιση που πραγματοποιείται από την επιφάνεια του εδάφους, θα πρέπει και αυτή να συνυπολογιστεί στους εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν το ανώτερο ασφαλώς στρώμα του εδαφικού μοντέλου.

### 3.2.3 Το μοντέλο βλάστησης

Κατ' αναλογία με το μοντέλο εδάφους, ο παράγοντας βλάστηση εξετάζεται σε μια διάσταση, δηλαδή ως μία κατακόρυφη στήλη, ύψους  $z_p$ . Στη στήλη αυτή, χρησιμοποιείται το προφίλ της πυκνότητας της επιφάνειας των φύλλων (πρόκειται για το δείκτη LAD, στον οποίο έγινε αναφορά στα προηγούμενα), ώστε να περιγραφεί η κατανομή των φυλλωμάτων. Η θεώρηση αυτή, γενικεύεται και στο εσωτερικό του εδάφους, όπου μας ενδιαφέρει η κατανομή των βολβών (δείκτης RAD- root area density) από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το μέγιστο βάθος βολβών ( $z_r$ ). Από τα πλεονεκτήματα

της μεθόδου είναι η δυνατότητα καθολικής εφαρμογής αυτής, από μικρά φυτά ή γρασίδι ως μεγάλα δέντρα, υπό την προϋπόθεση ότι τα αντίστοιχα υψόμετρα  $z_p$  και  $-z_r$  προσαρμόζονται στο μοντέλο κατά τρόπο αρμονικό.

### 3.2.3.1 Τυρβώδεις ροές θερμότητας και εξάτμισης

Η αλληλεπίδραση μεταξύ φυλλωμάτων και περιβάλλοντος αέρα μπορούν να εκφραστούν σε όρους αισθητής ροής θερμότητας ( $J_{f,h}$ : flux heat), εξάτμισης του υγρού νερού από τα φύλλα ( $J_{f, \text{evap}}$ : flux evaporation) και διαπνοής ( $J_{f, \text{trans}}$ : flux transpiration), ενέργειες που πραγματοποιούνται από τα στόματα (στομάτια) 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 στη θερμοκρασία και σχετική υγρασία του χώρου αντίστοιχα, κοντά στα φύλλα των φυτών,  $\Delta_q$  είναι το έλλειμμα υγρασίας μεταξύ φύλλων και αέρα, με  $\Delta_q = q * T_f - q_a$ . Ο όρος  $T_f$  είναι η θερμοκρασία των φύλλων, ενώ με χρήση του συμβόλου  $q^*$  υποδεικνύεται ο κορεσμός του  $q$  στην επιφάνεια των φύλλων. Ως έλλειμμα υγρασίας ορίζεται η διαφορά πίεσης ατμών κορεσμού και πραγματικής πίεσης ατμών υπό συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας. Κατά τον Following Barden (1982), η αεροδυναμική αντίσταση  $r_a$  είναι συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου και της γεωμετρίας των φύλλων:

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

Όπου  $W$  είναι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια των φύλλων. Στην παράμετρο  $A$  αποδίδονται οι τιμές  $A=87 \text{ (sec}^{0.5}\text{m}^{-1}\text{)}$  για κωνοφόρα και χορτάρι και  $A=200 \text{ (sec}^{0.5}\text{m}^{-1}\text{)}$  για φυλλοβόλα δέντρα.

$D$ : διάμετρος των φύλλων. Η τιμή της διαμέτρου κυμαίνεται από 0.02m προκειμένου για κωνοφόρα μέχρι και 0.5m για τροπικά δέντρα (Schilling, 1990).

$\delta_c=1$ , όταν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί εξάτμιση και διαπνοή ( $\Delta_q \geq 0$ )

$\delta_c=0$ , όταν δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί παρά μόνο συμπύκνωση υδρατμών.

Σε κάθε κελί του κανάβου απαιτείται διαχωρισμός των υγρών τμημάτων των φύλλων, γενομένης της παραδοχής ότι μόνο τα υγρά τμήματα του φύλλου εξατμίζονται ενώ η διαπνοή λαμβάνει χώρα αποκλειστικά στα στεγνά μέρη του φύλλου (εξισώσεις 17b και 17c). Για το διαχωρισμό των υγρών μερών εφαρμόζεται η σχέση Deardorff (1978):

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

Όπου  $W_{\text{dew}}$  είναι το πραγματικό ποσοστό δροσιάς πάνω στις επιφάνειες των φύλλων και  $W_{\text{dew,max}}$  είναι το μέγιστο δυνατό, ήτοι  $0.2\text{kg/m}^2$ .

### 3.2.3.2 Αντίσταση Στομάτων

Η αντίσταση στομάτων  $r_s$  ενός φυτού, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπ' όψιν την πραγματική ( $R_{sw}$ ) και τη μέγιστη ( $R_{sw,max}$ ) μικροκυματική ακτινοβολία που εισάγεται, και τη διαθέσιμη περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό ( $\eta$ ), στη ζώνη των ριζών. Εφαρμόζεται η σχέση του Deardorff (1978):

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

Η τιμή της παραμέτρου  $r_{s,min}$  δηλαδή του κατώτατου ορίου της αντίστασης των στομάτων, εξαρτάται από το είδος του φυτού· κυμαίνεται από  $200(s^{0.5}/m)$  για το γρασίδι, μέχρι  $400(s^{0.5}/m)$  για τα φύλλα των φυλλοβόλων δέντρων. Μια εναλλακτική προσέγγιση για τον υπολογισμό της αντίστασης των στομάτων είναι το φωτοσυνθετικό μοντέλο του Jacobs (1994), το οποίο δίνει τη δυνατότητα μιας πιο δυναμικής αναπαράστασης της βλάστησης.

### 3.2.3.3 Ενεργειακό Ισοζύγιο στα Φύλλα

Αμελούμενης της αποθήκευσης εσωτερικής ενέργειας στα φύλλα, η θερμοκρασία τους  $T_f$  προκύπτει από την ακόλουθη 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:

$c_p$ : η σχετική θερμότητα του αέρα, η οποία ορίζεται ως προς το ποσό θερμότητας που απαιτείται για τη μεταβολή της θερμοκρασίας μιας μονάδας μάζας του αντικειμένου κατά μία μονάδα, χωρίς αλλαγή φάσης

$\rho$ : η πυκνότητα του αέρα

$L$ : η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης

$R_{sw,net}$ : η καθαρή προσπίπτουσα ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος που απορροφάται από την επιφάνεια των φύλλων

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

$F$ : αδιάστατη παράμετρος που περιγράφει τον προσανατολισμό των φύλλων ως προς τον ήλιο·  $F=0.5$  για τυχαίο προσανατολισμό των φύλλων

$a_f$ : ο δείκτης ανακλαστικότητας των φύλλων (albedo)

$t_{rf}=0.3$  (transmission factor)

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

Στο σημείο αυτό, οι όροι που εμφανίζονται στις σχέσεις (17a-c) του ατμοσφαιρικού μοντέλου, μπορούν να υπολογιστούν από μια νέα σχέση, εφόσον έχει προηγηθεί η επίλυση της (21):

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

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

Όπου, ως προαναφέρθηκε, LAD (leaf area density) είναι η πυκνότητα της επιφάνειας των φύλλων σε ύψος z. Στις εξισώσεις αυτές, έχει γίνει η παραδοχή ότι μόνο η μία πλευρά των φύλλων συμμετέχει στην τυρβώδη διαδικασία ανταλλαγής θερμότητας και εξάτμισης (the luv side, όπως λέγεται) και απορροφά μικροκυματική ακτινοβολία, ενώ συμμετέχουν αμφότερες πλευρές των φύλλων στην ανταλλαγή θερμότητας, όταν πρόκειται για ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος.

### 3.2.3.4 Υδρολογικό ισοζύγιο φυτών/εδάφους

Προκειμένου να γίνει κατά το δυνατόν ρεαλιστική η προσομοίωση του μηχανισμού διαπνοής-παροχής νερού στο έδαφος, το νερό που διαπνέεται από τα φυτά πρέπει να παραλαμβάνεται –μέσω των ριζών- απ' ευθείας από το έδαφος, ώστε να επιτυγχάνεται απώλεια της περιεκτικότητας του εδάφους σε υγρασία. Στην περίπτωση που το έδαφος αποτυγχάνει στην λήψη επαρκούς ποσότητας νερού, η αντίσταση των στομάτων θα αυξηθεί με συνέπεια τη μείωση του ρυθμού διαπνοής. Η παρακάτω σχέση υπολογίζει τη συνολική μάζα νερού που διαπνέεται από τα φυτά (στα διάφορα στρώματα):

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

Το νερό προσλαμβάνεται από διαφορετικά κάθε φορά εδαφικά στρώματα της περιοχής των ριζών, κάτι που εξαρτάται από το πλήθος των βολβών σε κάθε στρώμα (RAD(z) value που ορίστηκε σε προηγούμενο εδάφιο) καθώς και από την υδραυλική διάχυση του εδαφικού στρώματος  $D_\eta(z)$  :

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

### 3.2.4 Εδαφική επιφάνεια και επιφάνειες κτιρίων

Η θερμοκρασία  $T_0$  της επιφάνειας του εδάφους σε ισορροπία, υπολογίζεται από τη σχέση ενεργειακού ισοζυγίου (26):

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

Όπου οι όροι  $R_{\text{sw,net}}$  και  $R_{\text{lw,net}}$ , αντιπροσωπεύουν την καθαρή ενέργεια ακτινοβολούσας ροής, οι όροι  $J_h$  και  $J_v$  αντιπροσωπεύουν την τυρβώδη ροή θερμότητας και εξάτμισης και, τέλος, ο παράγοντας  $G$  εκφράζει τη ροή θερμότητας στο έδαφος. Προκειμένου για επιφάνειες κτιρίων, η παραπάνω εξίσωση τροποποιείται ως εξής: η εδαφική ροή θερμότητας αντικαθίσταται από τη μετάδοση θερμότητας μέσω τοίχων ή στεγών ( $Q_w$ ).

### 3.2.4.1 Ροές ακτινοβολίας

Στον υπολογισμό των όρων  $R_{sw,net}$  και  $R_{lw,net}$  λαμβάνεται υπ' όψιν η θερμοκρασία των επιφανειών των κτιρίων. Για την μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία  $R_{sw,net}$  ισχύει η σχέση:

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

Στην παραπάνω σχέση,  $\beta$  είναι η γωνία πρόσπτωσης της εισερχόμενης ακτινοβολίας ως προς την επιφάνεια και  $a_s$  είναι ο δείκτης ανακλαστικότητας (albedo) της επιφάνειας.

Στον υπολογισμό της μεγάλης μήκους κύματος ακτινοβολίας, λαμβάνεται υπ' όψιν το δυναμικό της βλάστησης των στρωμάτων πάνω από την επιφάνεια, η ακτινοβολούσα ροή από τα κτίρια και η αντανάκλαση της ακτινοβολίας ανάμεσα στην επιφάνεια και στα κτίρια. Χάριν απλοποίησης των υπολογισμών, η μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία αναλύεται στις εξής δύο υποκατηγορίες:  $R_{lw,net}^{us}$  η οποία αναφέρεται στον ελεύθερο από κτίρια χώρο, και  $R_{lw,net}^s$  η οποία αναφέρεται στον περιβαλλόμενο από κτίρια χώρο.

Μάλιστα ισχύει η εξής σχέση:

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

Ο συντελεστής θέασης του ουρανού (sky view factor-  $\sigma_{svf}$ ), επί της ουσίας σταθμίζει την ενέργεια για τον καλυπτόμενο και τον ακάλυπτο χώρο κατά περίπτωση.

Οι όροι  $R_{lw,net}^{us}$  και  $R_{lw,net}^s$ , δηλαδή η ανταλλαγή ακτινοβολίας μεγάλης μήκους κύματος μεταξύ εδάφους και βλάστησης, στην περίπτωση του ακάλυπτου, και μεταξύ εδάφους και κτιρίων, στην περίπτωση του καλυμμένου, αντίστοιχα, προκύπτουν από τις παρακάτω εξισώσεις της θεωρίας Deardorff(1978):

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

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

Όπου  $\bar{T}_w^4$  είναι η μέση θερμοκρασία των τοίχων των κτιρίων και  $\epsilon_w$  είναι η εκπομπή από τους τοίχους. Για τον καλυμμένο χώρο, γίνεται η παραδοχή ότι η ροή ενέργειας από τους τοίχους λαμβάνεται υπ' όψιν μόνο υπό τη συνθήκη τοίχων θερμότερων από την εδαφική επιφάνεια. Μόνο τότε η ροή θερμότητας από τους τοίχους θεωρείται σημαντική. Στην περίπτωση που το έδαφος είναι θερμότερο από τους τοίχους, το φαινόμενο που θεωρείται δεσπόζον είναι η ανάκλαση της ακτινοβολίας από την επιφάνεια των τοίχων.

Το μοντέλο ροής ακτινοβολίας είναι λιγότερο περίπλοκο στην περίπτωση των τοίχων των κτιρίων. Τούτο διότι, αμελείται εν προκειμένω η επιρροή της βλάστησης, εφόσον κατά την οριζόντια διεύθυνση της ροής από τα στρώματα της βλάστησης, οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι λιγοστές. Για τους κατακόρυφους τοίχους, γίνεται η παραδοχή της κατά το ήμισυ κατανομής καλυμμένου και

ακάλυπτου χώρου. Για τον καλυμμένο χώρο, η μακροκυματική ακτινοβολία θεωρείται ότι κατά τα 2/3 προέρχεται από τις εκπομπές των άλλων τοίχων και το λοιπό 1/3 από ακτινοβολία ανακλώμενη στους τοίχους από το έδαφος. Προκειμένου για τις στέγες, η μόνη διαφορά που σημειώνεται στις συνιστώσες της ακτινοβολίας σε σχέση με την περίπτωση του εδάφους είναι ότι  $z \neq 0$  και ασφαλώς αμελείται η επίδραση της βλάστησης στα ανώτερα στρώματα (πάνω από την οροφή).

### 3.2.4.2 Τυρβώδης ροή θερμότητας και εξάτμισης

Η απόδοση τιμής στις ποσότητες  $J_h^0$  και  $J_v^0$  που συμβολίζουν τα μεγέθη τυρβώδης ροή θερμότητας και εξάτμισης αντίστοιχα, γίνεται μέσω των ακόλουθων σχέσεων:

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

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

Όπου  $k=1$ , υποδεικνύει το πρώτο υπολογισθέν στρώμα πάνω από την επιφάνεια ή παρακείμενα αυτής.  $K_h^0, K_v^0$  είναι οι συντελεστές ανταλλαγής θερμότητας και εξάτμισης, οι οποίοι υπολογίζονται συμπεριλαμβάνοντας τη θερμική διαβάθμιση μεταξύ επιφάνειας και υπερκείμενου στρώματος αέρα (Asaeda et al. 1993)

Οι μαθηματικές παραστάσεις (28a-b) θα πρέπει να τροποποιηθούν στην περίπτωση των τοίχων, ώστε να ληφθεί υπ' όψιν ο προσανατολισμός των τελευταίων. Για μικρές τιμές της ταχύτητας του ανέμου, επικρατούν συνθήκες ελεύθερης μεταφοράς θερμότητας και χρησιμοποιείται το  $z^{-1/3}$  μοντέλο για την περιγραφή της κατακόρυφης μεταφοράς (Panahans & Schrodin, 1980). Η επιφανειακή υγρασία  $q_0$  μπορεί να προσδιοριστεί μέσω της περιεκτικότητας υγρασίας στο επίπεδο  $z=-1$ , χρησιμοποιώντας την  $\beta$ -προσέγγιση του Deardorff (1978):

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

$$\beta = \min \left( 1, \frac{\eta(z = -1)}{\eta_{fc}} \right) \quad (29)$$

όπου  $\eta$  είναι η περιεκτικότητα εδαφικής υγρασίας κατ' όγκον στο πρώτο εδαφικό στρώμα και  $\eta_{fc}$  είναι η υδατοϊκανότητα του εδάφους (field capacity), δηλαδή η περιεκτικότητα σε νερό που παραμένει αρκετές μέρες μετά τη στράγγιση του κορεσμένου εδάφους. Η τιμή της είναι συνάρτηση της φυσικοχημικής κατάστασης του εδάφους και πρακτικά ταυτίζεται με την ισοδύναμη υγρασία· ποικίλλει από 7% στα αμμώδη ως 40% στα αργιλώδη εδάφη. Η ροή του νερού συνδέεται με το εδαφικό υδραυλικό μοντέλο μέσω του όρου  $S_{\eta,0}$  ο οποίος συνδέεται με την εξάτμιση στην επιφάνεια:

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

Στην παραπάνω σχέση, το  $k=-1$  αναφέρεται στο πρώτο στρώμα του εδαφικού μοντέλου με πάχος  $\Delta z$  και πυκνότητα νερού  $\rho_w$ . Η εφαρμογή των σχέσεων απέδειξε πως το πλέον ρεαλιστικό είναι να μοιραστεί η απώλεια νερού στα δύο πρώτα στρώματα του εδάφους· μάλιστα, η παράμετρος  $\beta$  της

σχέσης (29) θα ήταν προτιμότερο και ακριβέστερο να εκτιμάται συνυπολογίζοντας στοιχεία από τα δύο αυτά στρώματα, παρά λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο το ανώτερο. Διαφορετικά, το έδαφος θα στεγνώσει πολύ γρήγορα, εξ' αιτίας του μικρού πάχους των στρωμάτων.

### 3.2.4.3 Ροή θερμότητας εδάφους και μέσω των κτιρίων

Η ροή θερμότητας στο έδαφος υπολογίζεται ως συνάρτηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια και στο πρώτο στρώμα κάτω από την επιφάνεια στο εδαφικό μοντέλο:

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

Όπου  $\lambda_s$  είναι η θερμική αγωγιμότητα του πρώτου στρώματος του εδάφους, εξαρτάται δε από τον τύπο του εδάφους και την περιεκτικότητα αυτού σε νερό. Προκειμένου για κτίρια, ο όρος  $G$  αντικαθίσταται από τον όρο  $Q_w$ , ο οποίος με τη σειρά του υπολογίζεται από την εξίσωση:

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

Εδώ το  $k$  είναι ο δείκτης μεταφοράς θερμότητας υλικού του τοίχου και  $T_{a,i}$  είναι η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η εν λόγω προσέγγιση δεν λαμβάνει υπ' όψιν το απόθεμα θερμότητας στο κτίριο.

## 3.2.5 Αριθμητικά μοντέλα- Μεθοδολογία

### 3.2.5.1 Τεχνικές επίλυσης

Οι διαφορικές εξισώσεις που υπεισέρχονται στο μοντέλο, επιλύονται στο σύστημα κανάβου του μοντέλου κλιμακωτά και χρησιμοποιώντας διαφορικά πεπερασμένα στοιχεία. Οι τρισδιάστατες εξισώσεις μεταφοράς- διάχυσης επιλύονται με εφαρμογή της έμμεσης μεθόδου εναλλασσόμενων διευθύνσεων (alternating directions implicit- ADI) σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα οριζόντιας μεταφοράς. Πρόκειται για μια πεπερασμένη διαφορική μέθοδο για την επίλυση παραβολικών και ελλειπτικών μερικών διαφορικών εξισώσεων σε δύο ή περισσότερες διαστάσεις· το πλεονέκτημα αυτής είναι ότι οι εξισώσεις που πρέπει να επιλυθούν σε κάθε επανάληψη είναι απλούστερες, γεγονός που απλοποιεί την επίλυση. Επιπλέον, το πρόγραμμα για το οποίο έγινε λόγος προϋποθέτει μεν σχετικά μεγάλη αριθμητική διάχυση, επιτρέπει δε την ταχεία επίλυση εξισώσεων, ικανός λόγος για να επιλεγεί στο υπολογιστικό μοντέλο του λογισμικού ENVI-met. Για τις εξισώσεις Navier-Stokes που, όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιούνται, επιλέγεται η επίλυση των Patrninos & Kistler, 1977 (Μέθοδος των διαιρετών).

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



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

Επομένως, η μεταβλητή της πίεσης ανάγεται σε ένα νέο σύστημα τριών εξισώσεων για το βοηθητικό πεδίο ροής (αντί των τριών προγνωστικών εξισώσεων (1a-c)):

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

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

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

Αυτό το πεδίο ροής έχει τη σωστή στροβιλότητα, δεν ισχύει όμως σε αυτό η διατήρηση της μάζας· επομένως δεν ικανοποιείται η εξίσωση (2). Το συνδυασμένο πεδίο πίεσης προσδιορίζεται από την επίλυση της εξίσωσης Poisson, χρησιμοποιώντας τη μη γραμμική επαναληπτική μέθοδο Simultaneous Over-Relaxation (SOR):

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

Το πραγματικό πεδίο ροής για τη διατήρηση της μάζας υπολογίζεται από τη σχέση:

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

Για την αντιμετώπιση της απότομης κλίσης πίεσης που προκύπτει στις μικρής κλίμακας προσομοιώσεις, απαιτείται η επιλογή μικρού χρονικού βήματος κατά την επίλυση των εξισώσεων του πεδίου ανέμου. Κατά συνέπεια, το πεδίο ανέμου δεν αντιμετωπίζεται ως προγνωστική μεταβλητή στις προσομοιώσεις του ENVI-met, αλλά ενημερώνεται κατόπιν ορισμένου χρονικού διαστήματος για ενδεχόμενες αλλαγές στην τύρβη και στη θερμική διαβάθμιση. Υπάρχει επιπλέον η δυνατότητα να θεωρηθεί το πεδίο ανέμου ως κανονική μεταβλητή, επιλογή όμως που κρίνεται χρονικά ασύμφορη δεδομένης της υπολογιστικής δύναμης των σύγχρονων μηχανημάτων.

### 3.2.5.2 Υπολογιστικό πεδίο και κατασκευή κανάβου

Το ολικό μέγεθος του μοντέλου στις τρεις διαστάσεις X, Y, Z που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του κανάβου του αρχείου εισόδου επιλέγεται μέσα από ένα μεγάλο εύρος τιμών και προσαρμόζεται στις ανάγκες του εκάστοτε προβλήματος. Τα διαστήματα  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  είναι ισαπέχοντα σε κάθε διεύθυνση· εξαίρεση αποτελεί το χαμηλότερο κελί του κανάβου πάνω από το έδαφος, που υποδιαιρείται σε 5 υπο-κελιά μεγέθους  $\Delta z_g = 0.2 \Delta z$  ώστε να είναι πιο ρεαλιστικοί οι υπολογισμοί στην επιφάνεια (όπως περιγράφηκε στο σχετικό εδάφιο). Το τρισδιάστατο μοντέλο ανάγεται σε έναν άξονα εκτεινόμενο σε ύψος 2500m, οι τιμές του οποίου χρησιμοποιούνται ως αναφορά τόσο για την εισροή, όσο και για τις οριακές συνθήκες (top) του τρισδιάστατου μοντέλου.

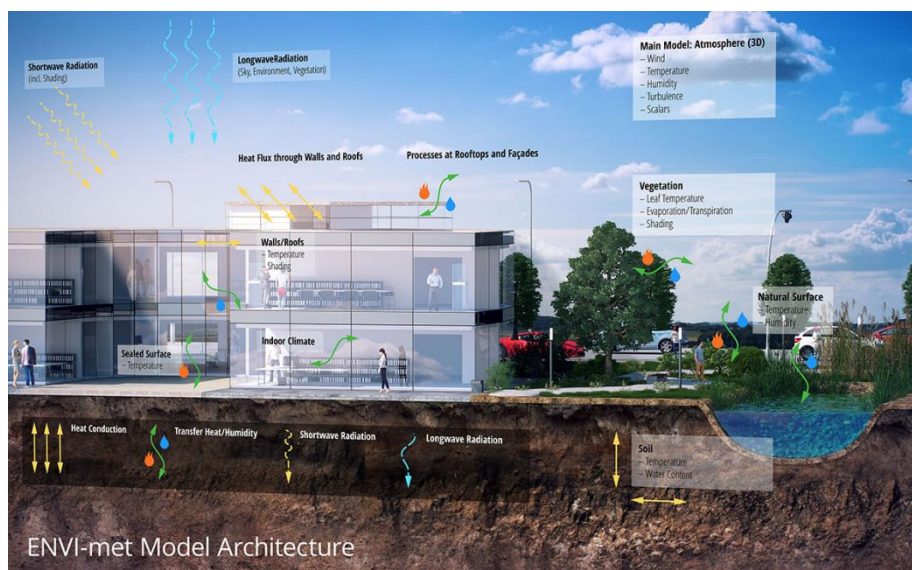
### 3.2.6 Μειονεκτήματα και παραλείψεις στην παρούσα έκδοση

Αναμφίβολα, η χρήση του λογισμικού ENVI-met, παρέχει μια πληθώρα δυνατοτήτων και έχει ευρύ πεδίο χρήσης, όπως αναφέρθηκε στην αρχή της ενότητας. Παρ' όλα αυτά, η παρούσα έκδοση εμφανίζει ορισμένες ατέλειες και αδύναμα σημεία, τα οποία –καθώς το πρόγραμμα είναι διαρκώς αναπτυσσόμενο- μέλλουν να διορθωθούν ή έστω να βελτιωθούν στις προσεχείς εκδόσεις. Συνοπτικά αναφέρονται ορισμένα μειονεκτήματα της έκδοσης 3.1:

1. Η πολυπλοκότητα των υπολογισμών που εκτελεί το πρόγραμμα σε κάθε προσομοίωση καθιστούν τη διαδικασία χρονοβόρα και –μιλώντας για τις δυνατότητες ενός τυπικού υπολογιστή- η στάθμη ακρίβειας της ανάλυσης διατηρείται σχετικά χαμηλή. Η κατάσταση αυτή εντείνεται καθώς κάθε στοιχείο προσομοιώνεται ως ένα ή περισσότερα ορθογώνια παραλληλεπίπεδα με διαστάσεις βάσης που ακολουθούν τον κάναβο, ενώ μικρότερα στοιχεία δεν μπορούν καν να συμπεριληφθούν στην ανάλυση.
2. Στο ENVI-met δεν προβλέπεται η δυνατότητα προσομοίωσης σύνθετου ανάγλυφου, καθώς το εδαφικό υπόβαθρο θεωρείται απολύτως επίπεδο κατά τη διαδικασία.
3. Οι υπάρχουσες βιβλιοθήκες (αρχεία δεδομένων) για τη βλάστηση και τα υλικά είναι εν γένει περιορισμένες. Υπάρχει ασφαλώς η δυνατότητα επέκτασης αυτών από το χρήστη, όμως η διαδικασία είναι πολύπλοκη και απαιτεί εμπειρία και εξειδίκευση.
4. Στη βάση δεδομένων για τη βλάστηση, τα δέντρα μοντελοποιούνται ως στήλες και έτσι η στάθμη της ακρίβειας είναι χαμηλή.
5. Η προσομοίωση υδάτινων στοιχείων δεν είναι αρκετά ρεαλιστική, εφόσον το πρόγραμμα δύναται να προσομοιώσει μόνο στοιχεία μεγάλου βάθους (επιλογή "deep water") και όχι ρηχό νερό (κάποιο σιντριβάνι για παράδειγμα)
6. Κατά την εισαγωγή κτιρίων στο αρχείο εισόδου, ο χρήστης δεν μπορεί να επέμβει αλλάζοντας το υλικό από το ένα κτίριο στο άλλο, πολλώ δε μάλλον στο ίδιο κτίριο. Εξαιτίας αυτού, το μοντέλο γίνεται λιγότερο ρεαλιστικό.
7. Η στάθμη ρεαλισμού του μοντέλου μειώνεται και εξ αιτίας της παράλειψης στους υπολογισμούς της επίδρασης φαινομένων όπως η θερμική νησίδα.
8. Παρ' όλο που η προσομοίωση γίνεται σε τρεις διαστάσεις, ο χρήστης δεν έχει πλήρη εποπτεία του 3D-μοντέλου, εφόσον σχεδιάζει σε κάναβο δύο διαστάσεων X, Y.

Ήδη από την επόμενη έκδοση του ENVI-met, η οποία αναμένεται να κυκλοφορήσει ευρέως τους επόμενους μήνες (επί του παρόντος διατίθεται μόνο ως δοκιμαστικό λογισμικό), η πλειοψηφία των παραπάνω ατελειών αναμένεται να εξαλειφθεί. Οι καινοτομίες που εισάγει η νέα έκδοση 4.0, περιγράφονται συνοπτικά στην παρακάτω ενότητα:

## 3.3 Τι αλλάζει στην επόμενη έκδοση του λογισμικού, ENVI-met V4.0



Εικόνα 3.6: Δυνατότητες και φιλοσοφία σχεδιασμού της νεότερης έκδοσης του λογισμικού ENVI-met

## 3.3.1 Εισαγωγή

Το επόμενο βήμα από την έκδοση V3.1, η οποία είναι διαθέσιμη στο κοινό και χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, είναι η V4. Η διαδικασία της ανάπτυξης της διήρκεσε περίπου πέντε έτη, γεγονός που μαρτυρά το μέγεθος των αλλαγών και βελτιώσεων. Ο σχεδιασμός του λογισμικού ENVI-met έχει τις ρίζες του στις αρχές της δεκαετίας του '90, με την πρώτη ολοκληρωμένη εφαρμογή προσομοίωσης σε μία διάσταση να χρησιμοποιείται το 1996 (ENVI-met-1, 1D). Σε αυτά τα χρόνια, η εξέλιξη είναι αξιοσημείωτη, όσον αφορά τόσο στη ραγδαία βελτίωση των δυνατοτήτων του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και την αναβάθμιση του τεχνικού εξοπλισμού (δηλαδή των ηλεκτρονικών υπολογιστών στους οποίους εκτελούνται οι προσομοιώσεις), όσο και στον τρόπο οργάνωσης και κωδικοποίησης της πληροφορίας από τους σχεδιαστές του προγράμματος. Κατά συνέπεια, το λογισμικό ENVI-met V4 είναι κάτι περισσότερο από μια νέα έκδοση με αυξημένες δυνατότητες: πρόκειται για μια συνολική αποτύπωση της εξέλιξης του προγραμματισμού στο χώρο της προσομοίωσης.

Ως επί το πλείστον, οι διαφορές μεταξύ των δύο εκδόσεων, δεν αφορούν στον πυρήνα του μοντέλου, παρά στη δομή των εντολών και τις δυνατότητες που προσφέρει το νέο προγραμματιστικό περιβάλλον. Τούτο διότι, ενώ μια νέα λειτουργία μπορεί σχεδόν άμεσα να τεθεί σε εφαρμογή σε επίπεδο αλγορίθμου, είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και πολύπλοκη διαδικασία να ενσωματωθεί αυτή η νέα λειτουργία στο αρχείο εισόδου, τις βάσεις δεδομένων και -σε τελικό στάδιο- να οπτικοποιηθεί.

Επομένως, στη βάση του το μοντέλο έχει πάρει τη νέα του μορφή, ήδη από το 2012, με τους σχεδιαστές του προγράμματος να ασχολούνται τα τρία τελευταία χρόνια με τη διαχείριση των συνοδευτικών εντολών και τη διερεύνηση του κατά το δυνατόν μέγιστου αριθμού πιθανών συνδυασμών συνθηκών που μπορούν να αποτελέσουν σενάρια προσομοίωσης. Γνωρίζοντας ότι το

παρόν λογισμικό χρησιμοποιείται σε περισσότερες από 130 χώρες με περισσότερους από 1500 καταγεγραμμένους χρήστες παγκοσμίως, είναι σαφές πως το εύρος των δυνατών συνδυασμών κλιματολογικών συνθηκών είναι τεράστιο. Οι σχεδιαστές του ENVI-met επιδιώκουν να καλύψουν το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του, φροντίζοντας ώστε οι απαιτήσεις σε εξοπλισμό των χρηστών να μην ξεπερνούν αυτές ενός μέσου υπολογιστή.

### 3.3.2 Καινοτομίες στην έκδοση 4.0

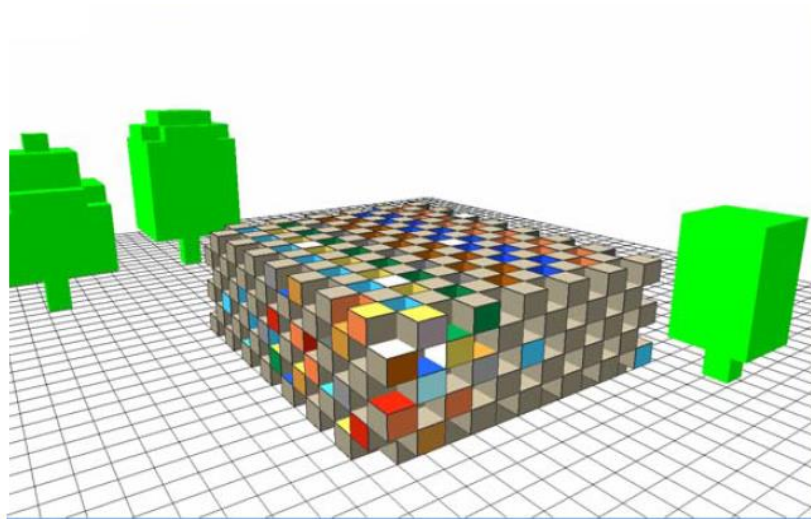
Οι θεμελιώδεις καινοτομίες που εισάγονται στη νέα έκδοση είναι οι εξής:

- Απολύτως τρισδιάστατη σχεδίαση και επεξεργασία
- Αναβαθμισμένος και ακριβέστερος υπολογισμός της ροής θερμότητας και ακτινοβολίας μέσω των τοίχων
- Δυνατότητα προσδιορισμού της διακύμανσης των μετεωρολογικών οριακών συνθηκών της περιοχής μελέτης κατά τη διάρκεια της ημέρας.

#### 3.3.2.1 Σχεδίαση και επεξεργασία σε τρεις διαστάσεις

Μέχρι και την έκδοση 3.1 που χρησιμοποιείται επί του παρόντος, ο επεξεργαστής του μοντέλου είχε μορφή 2.5D στην κατάρτιση και αποθήκευση του αρχείου εισόδου. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η σχεδίαση γίνεται σε κάναβο δύο διαστάσεων X,Y με δυνατότητα απόδοσης μόνο μιας ανώτατης και κατώτατης τιμής σε κάθε κελί στον άξονα Z. Το πλεονέκτημα που παρουσιάζει αυτή η προσέγγιση είναι ότι το μοντέλο της μελετώμενης περιοχής μπορεί να αποθηκευτεί ως αρχείο κειμένου και –σε κάποιο βαθμό– να υφίσταται απλή επεξεργασία κειμένου, απλοποιώντας τη διαδικασία· λόγω αυτής της απλούστευσης, όμως, το μοντέλο στερείται ακρίβειας, καθώς πολύπλοκοι κτιριακοί όγκοι είναι αδύνατο να προσομοιωθούν. Επιπλέον, δεν προβλέπεται η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων για τα υλικά των προσόψεων των κτιρίων, που αποτελούν εξαιρετικά σημαντική μεταβλητή του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

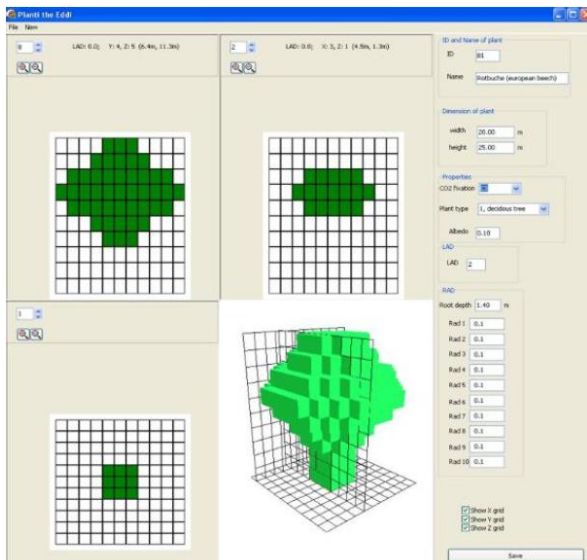
Η κατάσταση αυτή αλλάζει ραγδαία στον τρισδιάστατο επεξεργαστή του ENVI-met 4.0· πλέον ο χρήστης έχει πλήρη εποπτεία της περιοχής που μελετά και σχεδιάζει, από κάθε οπτική γωνία, μπορεί να προσομοιώσει περίπλοκα περιγράμματα και όγκους και να εισάγει στοιχεία για τα υλικά των προσόψεων με μεγάλη ακρίβεια. Η χρήση του εν λόγω επεξεργαστή θα είναι προαιρετική, με την έννοια πως ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει να εργαστεί σε περιβάλλον προηγούμενων εκδόσεων αν το επιθυμεί και ο μοναδικός περιορισμός που παραμένει είναι η χρήση ορθογωνικών συντεταγμένων, που σημαίνει ότι καμπύλα στοιχεία δεν θα μπορούν να προσομοιωθούν, τουλάχιστον όχι με απόλυτη μορφολογική συνέπεια.



Εικόνα 3.7: Περιβάλλον εργασίας του λογισμικού ENVI-met έκδοση 4.0

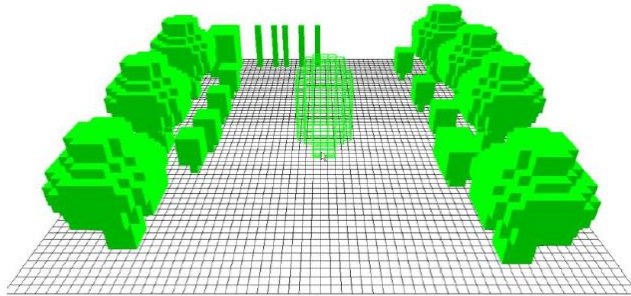
Ένα υψίστης σημασίας πλεονέκτημα που παρέχει ο νέος τρόπος σχεδίασης είναι η δυνατότητα εισαγωγής στο μοντέλο πολύ λεπτομερών κτιρίων με πιο απλό γενικευμένο περιβάλλον, ούτως ώστε να ληφθεί υπ' όψιν η επίδραση του γειτνιαζοντος περιβάλλοντος.

Με τους όρους της νέας τρισδιάστατης σχεδίασης, τροποποιείται ριζικά το μοντέλο βλάστησης: ενώ μέχρι την παρούσα έκδοση, κάθε στοιχείο βλάστησης αποτυπωνόταν μόνο ως στήλη με διαφορετικές τιμές LAD, χωρίς να προσεγγίζεται η πραγματική του μορφή, στο περιβάλλον της έκδοσης 4.0, τα δέντρα καθορίζονται με ακριβή και εκλεπτυσμένο τρόπο. Η μορφή του νέου editor φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3.8: Λεπτομερής σχεδίαση και προσομοίωση στοιχείων βλάστησης στο ENVI-met V.40 Editor

Ενώ ως τώρα, ο χρήστης χρειάζεται να ορίσει επί του κανάβου του αρχείου εισόδου το πρίσμα που αναμένεται να καταλάβει το τοποθετούμενο στοιχείο βλάστησης, στον νέο τρισδιάστατο κανάβο, απλά επιλέγεται το κέντρο της «βάσης» του στοιχείου και το πρόγραμμα ρυθμίζει αυτομάτως τη θέση και τη μορφή του. Με τον τρόπο αυτό προσεγγίζεται η γεωμετρία της βλάστησης κατά τον πλέον ρεαλιστικό τρόπο.

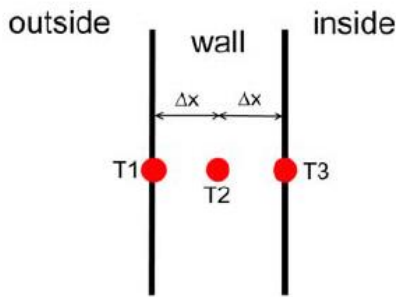


Εικόνα 3.9: Προσομοίωση βλάστησης στο τρισδιάστατο περιβάλλον σχεδίασης του προγράμματος ENVI-met V4.0

Σε προηγούμενη παράγραφο, αναφέρθηκε ως ατέλεια της υπάρχουσας έκδοσης, η απουσία δυνατότητας εισαγωγής στο μοντέλο της τοπογραφίας του εδάφους. Η άρση της παράλειψης αυτής, πραγματοποιούμενη στην νέα έκδοση, είναι εξαιρετικά σημαντική, καθώς πλέον συνυπολογίζεται με ακρίβεια η έκθεση κάθε επιφάνειας του εδάφους στον ήλιο, μαζί με τις λοιπές παραμέτρους που επηρεάζουν το μικροκλίμα.

### 3.3.2.2 Αναβαθμισμένη υπολογιστική διαδικασία για τη ροή θερμότητας και ακτινοβολίας

Η διαδικασία υπολογισμού της επιφανειακής θερμοκρασίας των προσόψεων και του ενεργειακού ισοζυγίου των τοίχων, είναι ένα απολύτως νέο κεφάλαιο που γράφεται για πρώτη φορά στην έκδοση 4.0 και έχει τις βάσεις του στην εργασία των Terjung και Ο' Rourke (1980). Οι φυσικές ιδιότητες των υλικών των τοίχων και των προσόψεων που συμμετέχουν στους υπολογισμούς είναι: απορρόφηση, διάδοση και εκπομπή ενέργειας, συντελεστής μεταφοράς θερμότητας, ειδική θερμική ικανότητα και πάχος στοιχείου.



Εικόνα 3.10: Μοντέλο 3 σημείων υπολογισμού ροής θερμότητας σε στοιχεία τοιχοποιίας

Το ενεργειακό ισοζύγιο στην εξωτερική πλευρά της όψης περιγράφεται ικανά από την παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{sw,net}^{abs} + Q_{lw,net}^{abs} - \varepsilon\sigma T_{1,2}^4 + h_{c,o}(T_{air} - T_1^*) + \frac{\lambda}{\Delta x}(T_2^* - T_1^*) = \frac{c_{wall}\rho\Delta x}{2\Delta t}(T_1^* - T_1)$$

όπου  $Q_{sw,net}^{abs}$  και  $Q_{lw,net}^{abs}$  είναι το απορροφώμενο μέρος της εισερχόμενης μικροκυματικής και μακροκυματικής ακτινοβολίας αντίστοιχα [W],  $\varepsilon$ : το ποσοστό που εκπέμπεται [%],  $\sigma$ : η σταθερά Stefan-Bolzman,  $h_{c,o}$  ο συντελεστής συναγωγής για τον εξωτερικό τοίχο [W/(m<sup>2</sup>K)],  $\lambda$ : ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας [W/Mk],  $\Delta x$  είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων [m], όπως φαίνεται στο σχήμα,  $c_{wall}$  είναι η θερμική ικανότητα του τοίχου [J/(kgK)], ενώ  $-τέλος- T_n$  είναι η θερμοκρασία στον κόμβο  $n$  (το σημείο \* δηλώνει ότι πρόκειται για μελλοντικό χρονικό βήμα)

εφαρμόζοντας την εξίσωση Fourier

$$\frac{\delta T}{\delta t} = \frac{\lambda}{c_{wall}\rho} \frac{\delta^2 T}{\delta x^2}$$

Καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός της ροής ενέργειας στον κεντρικό κόμβο #2 του τοίχου ως εξής:

$$(P + 2)T_2^* - T_3^* = PT_2 + T_1^*$$

$$\text{Με } P = \frac{\Delta x^2 c_{wall}\rho}{\lambda \Delta t}$$

Για τον κόμβο της εσωτερικής παρειάς του τοίχου, το ενεργειακό ισοζύγιο εκφράζεται ως εξής:

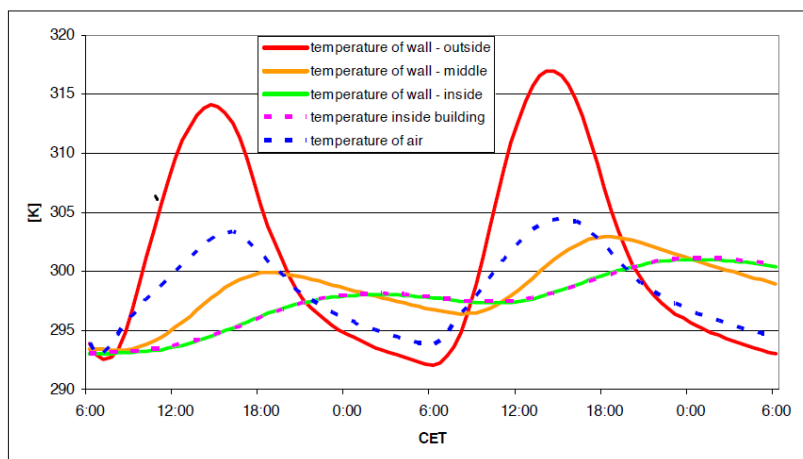
$$-T_2^* + \left(\frac{P}{2} + \frac{h_c \Delta x}{\lambda} + 1\right) T_3^* = \frac{P}{2} T_3 + \frac{h_c \Delta x}{\lambda} T_i$$

Όπου  $h_{c,i}$  ο δείκτης συναγωγής στο εσωτερικό (7.7 W/m<sup>2</sup>K).

Η ροή θερμότητας παράλληλα στην επιφάνεια δεν λαμβάνεται υπ' όψιν, γεγονός που σημαίνει ότι ναι μεν κάθε στοιχείο μπορεί να έχει διαφορετικό υλικό από τα υπόλοιπα, θεωρείται όμως σταθερής σύστασης κατά το πάχος του, δηλαδή δεν μπορεί να προσομοιωθεί επαλληλία διαφορετικών

στρώσεων στο ίδιο στοιχείο· το μόνο που μπορεί να γίνει είναι να αποδώσει ο χρήστης σε κάθε υλικό ιδιότητες που να ανταποκρίνονται όσο γίνεται καλύτερα στην πραγματική συμπεριφορά του.

Η νέα υπολογιστική διαδικασία επιτρέπει ακόμα μια χονδροειδή εκτίμηση του ενεργειακού ισοζυγίου εντός του κτιρίου· ωστόσο, κατά την προσομοίωση οι χώροι νοούνται ως κενοί και δε συνυπολογίζεται η συμπεριφορά σε όρους θερμικής ικανότητας των στοιχείων στο εσωτερικό του κτιρίου και η εσωτερική ροή θερμότητας.



Εικόνα 3.11: Διακύμανση θερμοκρασίας στους 3 κόμβους αναφοράς της διατομής του τοίχου κατά τη διάρκεια της μέρας

### 3.3.2.3 Διακυμάνσεις οριακών συνθηκών

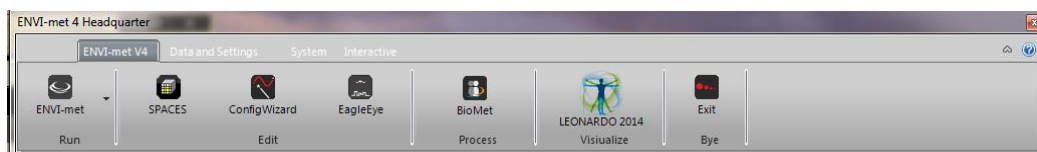
Στις ως τώρα χρησιμοποιούμενες εκδόσεις του ENVI-met, δηλαδή μέχρι και την 3.1., οι οριακές συνθήκες της ατμόσφαιρας μπορούσαν να προσδιοριστούν αποκλειστικά θεωρώντας ορισμένες αρχικές τιμές από τις οποίες το ENVI-met συνάγει άμεσα (εισερχόμενη ακτινοβολία) ή έμμεσα (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία, υγρασία) τη διακύμανση των οριακών συνθηκών κατά τη διάρκεια της μέρας.

Με τον τρόπο αυτό, ναι μεν δεν απαιτείται υψηλό επίπεδο εξειδίκευσης και το πρόγραμμα μπορεί να απευθύνεται σε μεγαλύτερο κοινό, ωστόσο ο χρήστης ελάχιστα μπορεί να παρέμβει στην εξέλιξη των οριακών συνθηκών στο χρόνο, οι οποίες μάλιστα επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων μικρής κλίμακας. Ο περιορισμός αυτός αίρεται στην έκδοση 4.0, με συνέπεια να υπάρχει πολύ καλύτερη εποπτεία και σύγκριση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων. Τέλος, το πεδίο των μετεωρολογικών σεναρίων που μπορούν να προσομοιωθούν διευρύνεται ραγδαία.



### 3.3.3 Αλλαγές επί της διαδικασίας

Δε χωράει αμφιβολία το γεγονός ότι για τις ανάγκες του νέου περιβάλλοντος επεξεργασίας τροποποιείται παράλληλα και η μορφή των εντολών και των επιλογών. Εν γένει το υπολογιστικό περιβάλλον είναι σαφώς φιλικότερο προς το χρήστη και πιο ελκυστικό.



Εικόνα 3.12: Γραμμή εργαλείων του προγράμματος ENVI-met έκδοση 4.0

Ορισμένες αλλαγές στη διαδικασία της προσομοίωσης αφορούν στα εξής σημεία:

#### Αρχείο Εισόδου (Area Input File)

Τα αρχεία εισόδου που έχουν δημιουργηθεί στην έκδοση 3.1 δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο περιβάλλον του ENVI-met V4. Ο χρήστης θα πρέπει να ανοίξει το ήδη διαμορφωμένο αρχείο στο SPACES (Editor) και να το αποθηκεύσει σε αρχείο τύπου .INX .

#### Αρχείο Διαμόρφωσης (Configuration File)

Τα αρχεία αυτού του τύπου που έχουν δημιουργηθεί στο περιβάλλον της έκδοσης 3.1 δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και θα πρέπει ο χρήστης να καταρτίσει νέα, χρησιμοποιώντας το υποπρόγραμμα ConfigWizard.

#### Βάσεις Δεδομένων (User Database Files)

Η διαφορά σε αυτό το στάδιο έγκειται στην ανάγκη δημιουργίας εξ' αρχής αποκλειστικά των στοιχείων που ο χρήστης έχει προσθέσει στη βάση δεδομένων της έκδοσης 3.1. Δεδομένου ότι οι δυνατότητες της εν λόγω έκδοσης είναι περιορισμένες σε αυτό το σημείο, η διαδικασία μεταφοράς των επιπλέον στοιχείων δεν θα πρέπει να είναι χρονοβόρα για το χρήστη. Συγκεκριμένα για τα υλικά, αξίζει να αναφερθεί ότι ο χρήστης θα μπορεί να επιλέγει ξεχωριστό υλικό όχι μόνο για κάθε κτίριο, αλλά και για κάθε επιφάνεια του αυτού κτιρίου ανεξάρτητα, επεμβαίνοντας στο είδος, το χρώμα και τη διαφάνεια του εκάστοτε υλικού.

#### Ψευδώνυμα ([ALIAS])

Το πεδίο αυτό έχει αλλάξει άρδην και έχει αντικατασταθεί από ένα κατάλληλο σύστημα διαχείρισης της εργασίας.

#### Αρχεία Επεξεργασίας Δεσμών Δεδομένων (Batch Files)

Η νέα έκδοση δεν υποστηρίζει αρχεία αυτού του τύπου· αναμένεται να αντικατασταθούν από αρχεία αντίστοιχης λειτουργίας μέχρι την ευρεία διάθεση της έκδοσης 4.0.

#### Τρισδιάστατο Περιβάλλον (3D Graphics)

Το ENVI-met V4 χρησιμοποιεί τρισδιάστατα γραφικά σε πολλές εφαρμογές, από το SPACES μέχρι το ALBERO και το LEONARDO. Η τρισδιάστατη απεικόνιση δεν εκτελείται από το ίδιο το πρόγραμμα, επομένως η απόδοση εξαρτάται από τις δυνατότητες της κάρτας γραφικών του εκάστοτε υπολογιστή.

Εν κατακλείδι, οι καινοτομίες της έκδοσης ENVI-met 4.0 συντελούν σε ένα άλμα στην απόδοση του λογισμικού στην κατεύθυνση της ακρίβειας και του ρεαλισμού των προσομοιώσεων, διευρύνοντας παράλληλα το πεδίο εφαρμογής του προγράμματος.



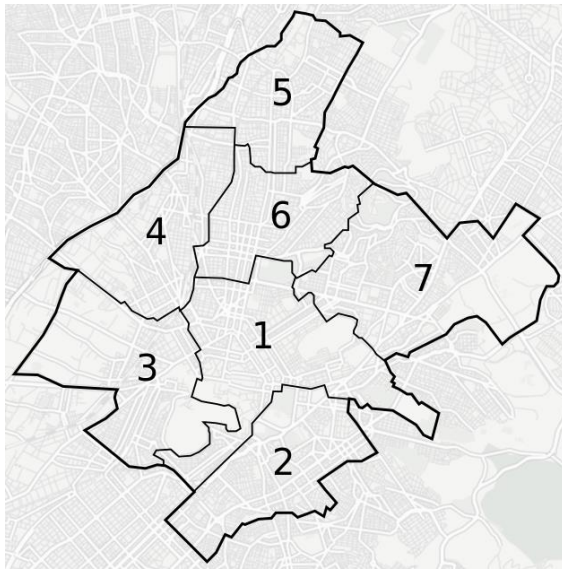
ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.1 Γεωγραφική και διοικητική θέση:

Τα Πετράλωνα είναι νοτιοδυτική, ως προς το κέντρο, συνοικία της Αθήνας. Περιβάλλεται από τις συνοικίες Κουκακίου- Φιλοπάππου, Θησείου και Ρουφ και τους δήμους Καλλιθέας και Ταύρου. Συγκεκριμένα, βρίσκεται βόρεια του Ταύρου και της Καλλιθέας, ενώ συνορεύει στα ανατολικά με το Κουκάκι, βορειοανατολικά με το Θησείο και βορειοδυτικά με το Γκάζι. Αναπτύσσεται κατά μήκος των σιδηροδρομικών γραμμών Αθηνών- Πειραιώς, οι οποίες τη διαιρούν σε Άνω και Κάτω Πετράλωνα, στα ανατολικά και δυτικά των γραμμών αντίστοιχα. Πέραν του εσωτερικού διαχωρισμού σε Άνω και Κάτω, τα όρια της συνοικίας είναι η λεωφόρος Καλλιρρόης, ο περιφερειακός Φιλοπάππου- Αστεροσκοπείου και οι οδοί Χαμοστέρας, Πειραιώς και Ρούμελης. Διοικητικά, τα Πετράλωνα ανήκουν στο Δήμο Αθηναίων και συγκεκριμένα στην 3<sup>η</sup> από τις επτά δημοτικές ενότητες του δήμου της πρωτεύουσας, η οποία περιλαμβάνει τις νοτιοδυτικές συνοικίες, δηλαδή Αστεροσκοπείο, Πετράλωνα, Θησείο, Ρουφ και Βοτανικό. Για την ιστορία αναφέρεται ότι στις εκλογές της 15<sup>ης</sup> Απριλίου 1951, που επιχειρήθηκε ο χωρισμός σε Δημοτικά Διαμερίσματα με βάση τις ενορίες, τα Άνω και Κάτω Πετράλωνα βρέθηκαν στο 6<sup>ο</sup> διαμέρισμα· το σύστημα αυτό όμως εγκαταλείφθηκε ως πολύπλοκο αμέσως μετά τις εκλογές. Οι πλατείες Φιλοπάππου και Ελπίδος, που μαζί με τα γύρω τετράγωνα απαρτίζουν την περιοχή μελέτης, βρίσκονται στα Άνω Πετράλωνα και συγκεκριμένα στο Νότιο Νοτιοανατολικό τμήμα, στους πρόποδες του λόφου Φιλοπάππου· φτάνουν δε μέχρι την οδό Καλλιρρόης.



Εικόνα 4.1: Οι επτά διοικητικές ενότητες του Δήμου Αθηναίων- Τα Πετράλωνα ανήκουν στην 3<sup>η</sup>.

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 4.2: Διαγραμματική απεικόνιση της συνοικίας των Πετραλώνων και των δήμων με τους οποίους συνορεύουν

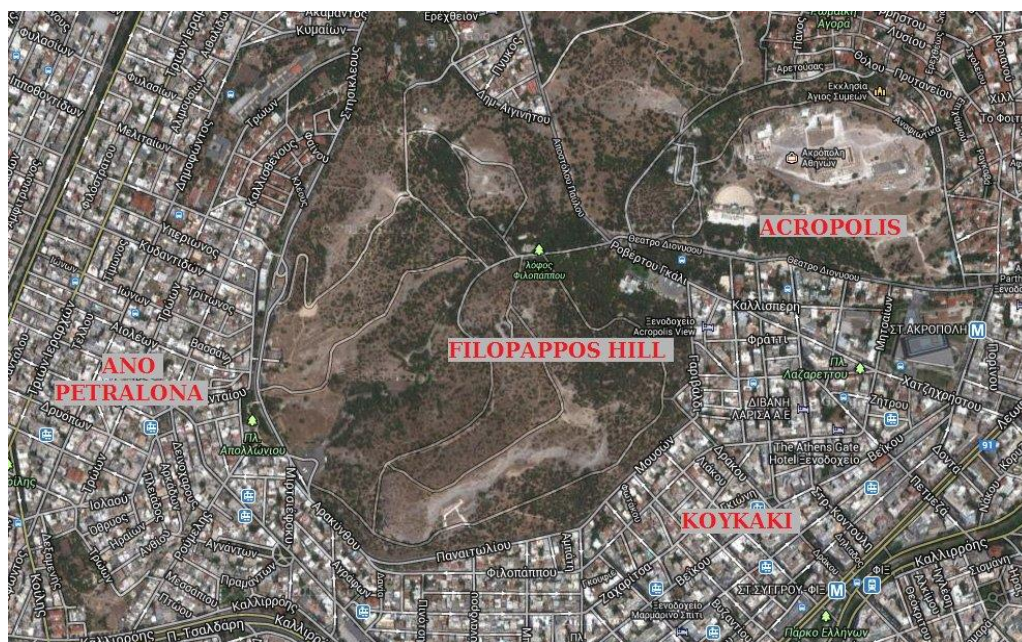
### 4.2 Ιστορικά στοιχεία:

Το όνομα Πετράλωνα παραπέμπει στα πέτρινα αλώνια που δημιουργήθηκαν σε πολύ παλιά χρόνια στην περιοχή αυτή με εξομάλυνση του εδάφους, που ήταν γεμάτο βράχους και πέτρες, κυρίως εκεί που σήμερα βρίσκεται το βόρειο τμήμα των Άνω Πετραλώνων και που το ανάγλυφο είναι εξαιρετικά έντονο, λόγω της γειτνίασης με το λόφο Φιλοπάππου. Τα αλώνια αυτά ήταν κατά κάποιον τρόπο συνέχεια των αλωνιών που υπήρχαν άλλοτε στην περιοχή του σημερινού Θησείου και ειδικότερα ανάμεσα στον αρχαίο ναό και το σημερινό σταθμό του ΗΣΑΠ. Η συνοικία βρήκε τοπωνυμίων, τα περισσότερα εκ των οποίων, ανεξάρτητα αν έφτασαν ή όχι μέχρι τη σύγχρονη εποχή, μαρτυρούν τον καθαρά αγροτοποικιμικό χαρακτήρα της περιοχής αυτής του αθηναϊκού χώρου, που θεωρούνταν το απώτατο άκρο της πόλης μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα, οπότε και άρχισε η εντατική οικοδόμηση και εξέλιξη. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής: «Κατσικάδικα», για τα Κάτω Πετράλωνα, λόγω της διανομής του γάλακτος με κατσίκες τις οποίες άρμεγαν επί τόπου, «Αλώνια», για τους λόγους που προαναφέρθηκαν, «Σαπουντζιδικα», λόγω των σαπωνοποιείων κοντά στο λόφο των Νυμφών, «Ασύρματος», πλησίον των εγκαταστάσεων ασυρμάτου του Πολεμικού Ναυτικού, εκεί που σήμερα βρίσκεται το Άλσος Πετραλώνων, και που αποτέλεσε το κυριότερο κομμάτι του προσφυγικού συνοικισμού των Μικρασιατών, κι ακόμα «Κοίλη», «Δεξαμενή», «Χαρουπιές» και άλλα.

Ο διαμερισμός της συνοικίας σε Άνω και Κάτω Πετράλωνα χρίζει ιδιαίτερης αναφοράς, καθώς δίνει κατ' αρχήν τη γενική αίσθηση μιας ενιαίας γειτονιάς, που χωρίζεται στα δύο από τις γραμμές του ΗΣΑΠ. Μάλιστα, η πρόσβαση από τη μια στην άλλη πραγματοποιείται εξαιρετικά δύσκολα, με μόνο τρεις εναέριες πεζογέφυρες, αφού στο κομμάτι αυτό η σιδηροδρομική γραμμή είναι υπέργεια. Για τα οχήματα, η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα



επίσης. Μια από τις προτεινόμενες επεμβάσεις στην περιοχή περιλαμβάνει την υπογειοποίηση των γραμμών και επανένωση των δύο συνοικιών. Από πλευράς αναγλύφου, τα Άνω Πετραλώννα χαρακτηρίζονται από μεγάλες κλίσεις, σε αντίθεση με τις σχεδόν μηδενικές των Κάτω Πετραλώνων. Επιπλέον, το ιστορικό ενδιαφέρον είναι εντονότερο στην περίπτωση των Άνω Πετραλώνων, λόγω της γειτνίασης με τους ιστορικούς λόφους του Μουσείου και των Νυμφών και πλήθος αρχαιολογικών χώρων.



Εικόνα 4.3: Θέση των Πετραλώνων στο χάρτη του ιστορικού κέντρου της Αθήνας. Φαίνεται η γειτνίαση με το λόφο Φιλοπάππου και την Ακρόπολη

Ολόκληρη η περιοχή του λόφου των Νυμφών είναι διάσπαρτη από κατάλοιπα λαξευτών κατοικιών των προϊστορικών χρόνων, αλλά και θεμέλια οικιών των μετέπειτα περιόδων. Στην κορυφή του λόφου δεσπόζει το κτίριο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τοπία. Άξια αναφοράς η ενθουσιώδης επιγραφή στο υπέρθυρο της εισόδου, χαραγμένη από το δημιουργό του κτιρίου Θεόφιλο Χάνσεν: «Servare Intaminatum»- να διατηρηθεί ανέπαφο, επιδίωξη που μοιάζει να αφορά σε ολόκληρη την περιοχή, στην οποία διαβάζεται έντονα η ιστορία και έχει διατηρηθεί η αίσθηση της παλιάς αθηναϊκής γειτονιάς. Οι λόφοι της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν κατά την Επανάσταση του 1821 για εγκατάσταση πολυβολείων και οι πολυάριθμες σπηλιές τους για καταφύγια. Στην περίοδο 1953-1957 έγιναν εκτεταμένες επεμβάσεις στο λόφο με την κατασκευή της περιφερειακής οδού Μουσών- Φιλοπάππου.

Φυσικό όριο των Άνω Πετραλώνων, στη θέση της σημερινής οδού Καλλιρρόης ήταν ο Ιλισός, από την οδό Ρούμελης μέχρι περίπου την οδό Θεσσαλονίκης. Στη δεξιά όχθη του υψωνόταν ο λόφος «Κοίλης» ή «Δεξαμενής», όνομα που επικράτησε λόγω της υδατοδεξαμενής της ΟΥΛΕΝ που εγκαταστάθηκε το 1928 και υπάρχει μέχρι και σήμερα στην κορυφή του. Στην περιοχή έχουν βρεθεί κατοικίες, αν και το περιβάλλον ήταν γενικώς υποβαθμισμένο. Όταν

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

κατασκευάστηκε η οδός Καλλιρρόης, τη δεκαετία του 1970, εγκαταστάθηκαν αποχετευτικοί αγωγοί, η περιοχή καθαρίστηκε και οι αρχαιολογική σκαπάνη αποκάλυψε τον τάφο του Κίμωνος, που ως τότε πιθανολογούταν πως βρισκόταν στο λόφο Φιλοπάππου. Ως αναμενόμενο, ο χώρος κρίθηκε αμέσως αρχαιολογικός. Άλλα άξια μνείας αρχαία ευρήματα στη γειτονιά των Άνω Πετραλώνων είναι μια κρήνη του 4<sup>ου</sup> προχριστιανικού αιώνα στη συμβολή των οδών Ανταίου και Γενναίου Κολοκοτρώνη, πλησίον της πύλης προς τον Πειραιά, η οποία αποδίδεται στους κλασικούς χρόνους και πάλι. Η κρήνη, που βρίσκεται λαξευμένη στο φυσικό βραχώδες έδαφος της περιοχής και χαμηλότερα από το επίπεδο των σημερινών δρόμων, έχει κριθεί διατηρητέο μνημείο, επιτρέποντας δια της παρουσίας του όχι μόνο το διάλογο με την Ιστορία, αλλά και την ανάγνωση του φυσικού αναγλύφου της περιοχής πριν την ανθρώπινη παρέμβαση. Πολύ κοντά στην περιοχή μελέτης, πραγματοποιούταν η συνάντηση του Ενδιάμεσου Τείχους με το Νότιο Μακρόν Τείχος των Αθηνών και συγκεκριμένα μεταξύ των οδών Ρούμελης, Γενναίου Κολοκοτρώνη (στην καμπή της) και συνεχίζοντας προς το λόφο Κοίλης (αναφερόμενο ως «Βάραθρον Ηραίας»). Η ολοσχερής καταστροφή των Μακρών Τειχών, η βαθμιαία εγκατάλειψη των αρχαίων δήμων της πόλης, οι άνεμοι και το χώμα που παρέσυρε η ροή τους, σε συνδυασμό με την αποσάθρωση των πετρωμάτων, μετέτρεψαν το χώρο σε ένα έρημο, βραχώδες τοπίο, το οποίο διέσχιζαν μόνο τα ρέματα και οι φυσικές ρωγμές του εδάφους. Στα νεότερα χρόνια, παρατηρείται μετεγκατάσταση αγροτών από τις γύρω περιοχές και εξομάλυνση του φυσικού εδάφους. Τα πέτρινα αλώνια που εγκαταστάθηκαν στο χώρο γι' αυτό το σκοπό, είναι που δίνουν το όνομα στη συνοικία.

Η περιοχή αποκτά ζωή με την κατασκευή της οδού Αθηνών- Πειραιώς το 1836-1837 και λίγα χρόνια αργότερα, το 1869 με τη χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής. Αρχίζει δε να αστικοποιείται την τελευταία εικοσαετία του 19<sup>ου</sup> αιώνα με τη λειτουργία των πρώτων εργοστασίων, αεριοφωτος (1887), σοκολατοποιίας Παυλίδου (1876) και πιλοποιίας Πουλοπούλου (1886- ως σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι το κτίριο έχει κριθεί διατηρητέο και σημαντική αρχιτεκτονική κληρονομιά, στεγάζει δε σήμερα το πολιτιστικό κέντρο «Μελίνα Μερκούρη»). Οι απασχολούμενοι εργάτες στα εργοστάσια άρχισαν να εγκαθίστανται πλησίον αυτών, εφόσον οι μετακινήσεις ήταν χρονοβόρες και δύσκολες και έτσι ιδρύεται βαθμιαία η συνοικία των Πετραλώνων με τη σημερινή της μορφή. Αποκτά δε το σημερινό της μέγεθος τη δεκαετία του 1940.



Εικόνα 4.4: Το εργοστάσιο πιλοποιίας Πουλοπούλου, τοπόσημο και διατηρητέο κτίριο, στεγάζει σήμερα το πολιτιστικό κέντρο «Μελίνα Μερκούρη».

Ως νέα συνοικία, τα Πετράλωνα αντιμετώπισαν πλήθος προβλημάτων· οι δρόμοι ήταν χωμάτινοι, τα σπίτια φτωχικά και κυρίως μονώροφα, η ύδρευση γινόταν από πηγάδια και ηλεκτροδότηση δεν υπήρχε μέχρι το 1928. Την κατάσταση επιδείνωσαν τα γεγονότα του Νοέμβρη του 1916, με τα Πετράλωνα να αποτελούν μια από τις συνοικίες που οι βιαιοπραγίες είχαν ιδιαίτερη σφοδρότητα. Την απομάκρυνση των κτηνοτρόφων από τα «Κατσικάδικα» για λόγους υγιεινής περίπου το 1920 διαδέχθηκε η έλευση μια σημαντικής μερίδας προσφύγων από τη Μικρά Ασία και κυρίως από την Αττάλεια. Την ίδια εποχή στη θέση του σημερινού Άλσους Πετραλώνων, εγκαταστάθηκε ο ασύρματος του Πολεμικού Ναυτικού, ο οποίος κατά το δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο χρησιμοποιήθηκε από τους Γερμανούς. Οι κεραίες του αποτέλεσαν διαχρονικά ένα από τα κυριότερα τοπόσημα των Άνω Πετραλώνων. Γύρω του αναπτύχθηκε ο λεγόμενος συνοικισμός του Ασυρμάτου ή «Ατταλειώτικα», ένα σύνολο προσφυγικών κατοικιών, όπου διέμεναν οι μικρασιάτες πρόσφυγες, για τους οποίους έγινε λόγος. Οι συνθήκες υγιεινής ήταν απαράδεκτες, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1950, που επισπεύσθηκε η επίλυση του στεγαστικού προβλήματος των προσφύγων με ανέγερση πέτρινων κατοικιών, τα αναφερόμενα και ως «πέτρινα της Φρειδερίκης» ή «οικισμός Περικλέους». Η ιδέα για την ανάπλαση του συνοικισμού προέκυψε μετά την καταστροφή του Ασυρμάτου στα γεγονότα του Δεκέμβρη του 1944. Τα νέα αυτά σπίτια κατασκευάστηκαν με έξοδα της «Βασιλικής Πρόνοιας» και παραχωρούνταν στους δικαιούχους έναντι χαμηλού αντιτίμου. Το ύφος τους μπορεί να θεωρηθεί παραδοσιακό (ρουστίκ) και η παρουσία τους μέχρι και σήμερα, προσδίδει έναν ιδιαίτερο χαρακτήρα στην αρχιτεκτονική των Άνω Πετραλώνων.



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 4.5: Η εικόνα της συνοικίας των Άνω Πετραλώνων στη δεκαετία του 1930



Εικόνα 4.6: Η σημερινή εικόνα του προσφυγικού συνοικισμού Ασυρμάτου, έργο του Άρη Κωνσταντινίδη. Μπροστά του περνάει ο περιφερειακός του Φιλοπάππου

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Επιστρέφοντας στην ιστορική ανασκόπηση, σημαντική ήταν η συμμετοχή των κατοίκων των Πετραλώνων στην Εθνική Αντίσταση. Η περιοχή μετρά πολυάριθμα μέλη αντιστασιακών οργανώσεων και θύματα στις συμπλοκές με τους Γερμανούς γύρω από το λόφο του Φιλοπάππου. Σφοδρές ήταν και οι συγκρούσεις στα γεγονότα του Δεκέμβρη του 1944, ιδίως στα Κάτω Πετραλώννα, που η κυριαρχία του Ε.Λ.Α.Σ. ήταν απόλυτη. Μέσω της τοπικής οργάνωσης του εργατικού Ε.Α.Μ., αναπτύχθηκαν δομές αυτοργάνωσης, υπεύθυνες για την αντιμετώπιση των καθημερινών προβλημάτων. Οι δομές αυτές συμμετείχαν σε διαδηλώσεις και πραγματοποιούσαν σαμποτάζ σε εργοστάσια που προμήθευαν τους Γερμανούς και επιθέσεις κατά της μαύρης αγοράς. Ακόμα, εξασφάλιζαν συσσίτια και συνιστούσαν επιτροπές διανομής τροφίμων. Στα νεότερα χρόνια, αντίστοιχες ομάδες προασπίζουν την ασφάλεια της γειτονιάς έναντι κλοπών, αλλά αναλαμβάνουν και δράσεις ψυχαγωγικές.

Φτάνοντας στο σήμερα, η συνοικία των Πετραλώνων έχει αλλάξει φυσιογνωμία, οι συνθήκες ζωής έχουν βελτιωθεί σημαντικά, στους τομείς της παιδείας και της υγείας. Ακόμη, έχει πραγματοποιηθεί εκκλησιαστική ανασυγκρότηση και η συγκοινωνία κρίνεται μάλλον ικανοποιητική, με γραμμές λεωφορείων και τρόλλεϋ και ασφαλώς τον ομώνυμο σταθμό του ΗΣΑΠ. Παρά τις αλλαγές, πολλά σημεία της αποπνέουν αέρα παλιάς αθηναϊκής γειτονιάς, ενώ δεν λείπουν τα σημεία εκείνα που διατηρούν το προπολεμικό και πρώτο μεταπολεμικό της πρόσωπο.



Εικόνα 4.7: Κατοικία στην περιοχή των Άνω Πετραλώνων. Στα σοκάκια είναι έκδηλος ο χαρακτήρας παλιάς Αθηναϊκής γειτονιάς.

#### 4.3 Πολεοδομικό καθεστώς:

Τα Πετράλωνα αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες συνοικίες της Αθήνας, αριθμώντας συνολικά, Άνω και Κάτω, περίπου 130.000 κατοίκους. Χαρακτηρίζεται ως πυκνοκατοικημένη περιοχή, με πυκνότητα 255 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, σύμφωνα με το Φύλλο της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως και τα στοιχεία της απογραφής του 2011. Το οικοδομικό σύστημα είναι συνεχές και η ζώνη θεωρείται οικιστικά κορεσμένη. Δεν χαρακτηρίζεται ως ιστορικό κέντρο, παρά τη γειτνίαση με αυτό. Ωστόσο, ισχύουν ειδικοί όροι, λόγω αρχαιολογικού ενδιαφέροντος στην περιοχή. Ο συντελεστής κάλυψης, δηλαδή το ποσοστό του εμβαδού του οικοπέδου που επιτρέπεται να αποτελέσει οικοδομήσιμη επιφάνεια, σύμφωνα με το Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό του 1985 είναι 60% και μπορεί να φτάσει το 70% υπό όρους. Ο συντελεστής δόμησης, δηλαδή ο δείκτης που πολλαπλασιαζόμενος με το εμβαδόν του οικοπέδου υπολογίζει την επιτρεπόμενη (συνολικά σε όλα τα επίπεδα) δόμηση, υπό την προϋπόθεση μη υπέρβασης του ποσοστού κάλυψης είναι 2,10. Οι χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης είναι γενικής κατοικίας, με λίγα καταστήματα και περιορισμένου μεγέθους χώρους εστίασης στα ισόγεια.



Εικόνα 4.8: Τυπική εικόνα δρόμου στα Άνω Πετράλωνα. Οικοδομικό σύστημα συνεχές, κατοικίες κυρίως τριώροφες, δρόμοι μικρού πλάτους και ήπιας κυκλοφορίας.

## 4.4 Πρόσβαση και μεταφορές:

Τα Πετράλωνα είναι μια συνοικία που είχε από παλιά ικανοποιητική συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση. Οι μεταφορές και η σύνδεση με το κέντρο της πόλης πραγματοποιούνταν παλαιότερα με το τραμ, ενώ σήμερα το ρόλο αυτό αναλαμβάνουν γραμμές λεωφορείων και τρόλλεϋ. Όσο για τη σιδηροδρομική γραμμή Αθηνών- Πειραιώς με τον ομώνυμο σταθμό, δεν εξυπηρετεί τις εσωτερικές μετακινήσεις- το αντίθετο μάλιστα, διαχωρίζει τη συνοικία σε Άνω και Κάτω, δυσχεραίνοντας την πρόσβαση από τη μια στην άλλη. Παρ' όλα αυτά, ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος συνδέει τα Πετράλωνα με το ιστορικό κέντρο της πόλης απ' τη μια, με τα νότια προάστια και το λιμάνι του Πειραιά, απ' την άλλη. Οι γραμμή λεωφορείου που διασχίζει την περιοχή μελέτης είναι η υπ' αριθμόν 227- «Άνω Πετράλωνα- Άγιος Αρτέμιος», και η γραμμή 15 του τρόλλεϋ: «Πετράλωνα- Ομόνοια- Ελ. Βενιζέλου».

Οι δρόμοι της συνοικίας είναι κατά κύριο λόγο τοπικοί, ήπιας κυκλοφορίας και μικρού πλάτους, με εξαίρεση την οδό Τριών Ιεραρχών, όπου συγκεντρώνονται τα περισσότερα καταστήματα, και ασφαλώς τη λεωφόρο Καλλιρρόης. Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί αύξηση της κατοχής Ι.Χ. οχημάτων, και οι μετακινήσεις εντός της συνοικίας πραγματοποιούνται κυρίως με αυτό τον τρόπο.

## 4.5 Η συνοικία των Πετραλώνων σήμερα- κάτοικοι και τρόπος ζωής:

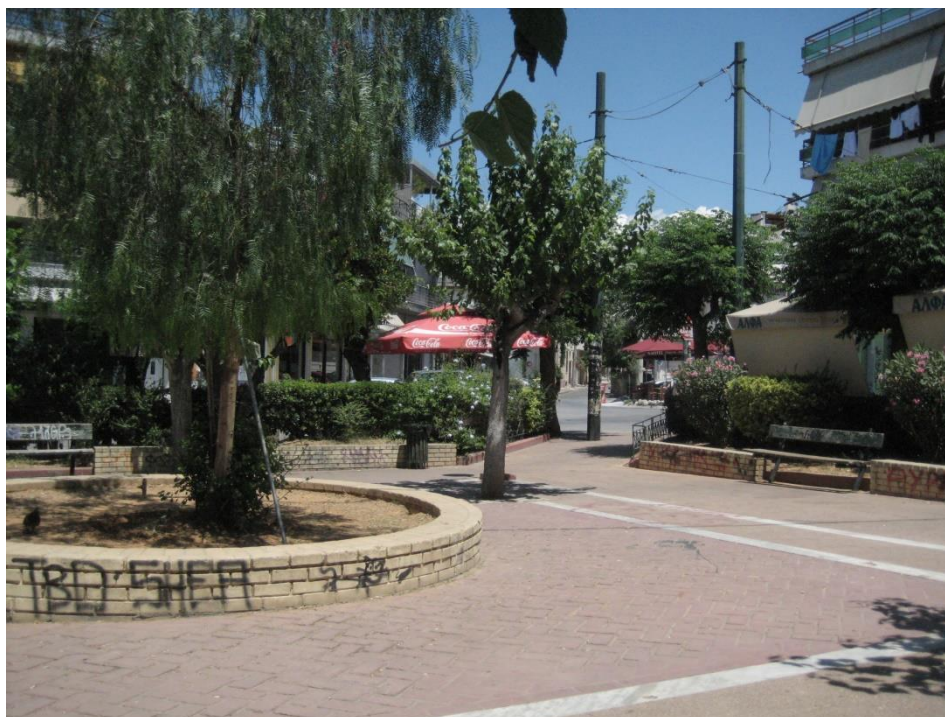
Η πυκνοκατοικημένη συνοικία των Πετραλώνων εμφανίζει πολύ υψηλό ποσοστό γηγενών, από τα υψηλότερα της Αθήνας. Οι πρώτοι κάτοικοι της συνοικίας στα νεότερα χρόνια, έφτασαν από τη Ρούμελη, την Κόρινθο και τη Γορτυνία, αλλά και από γειτονικές περιοχές της Αθήνας, προκειμένου να εγκατασταθούν κοντά στα εργοστάσια (Παυλίδου, Πουλόπουλου, Άντζακα και λοιπά) και στις βιοτεχνίες της περιοχής, όπου εργάζονταν. Έτσι, τα Πετράλωνα αναπτύχθηκαν ως μια αμιγώς εργατική συνοικία. Ο πληθυσμός εμπλουτίστηκε με τη διέλευση Μικρασιατών προσφύγων τη δεκαετία του 1920 και η πλειοψηφία των σημερινών κατοίκων είναι οι απόγονοι των πρωτοεγκατεστημένων και οι οικογενειές τους. Τα σπίτια και οι δρόμοι της περιοχής δεν έχουν αλλοιωθεί σημαντικά στο πέρασμα των χρόνων· τα σπίτια είναι κατά το πλείστον παλιά, κατασκευασμένα στις δεκαετίες 1950 και 1960 και χαμηλά, μέχρι 3 ή 4 ορόφους, ενώ οι δρόμοι στενοί και ήσυχοι. Η συνοικία θυμίζει σε πολλά σημεία της την εικόνα που είχε πριν μισό αιώνα και σε πολλές περιπτώσεις φαίνεται πως η ζωή των κατοίκων ακολουθεί τους ίδιους ρυθμούς. Σε αντιδιαστολή με την πολύβουη λεωφόρο Καλλιρρόης, η γειτονιά αποπνέει γαλήνη και ηρεμία, ακόμα και στα πλέον πολυσύχναστα σημεία της, όπως είναι η αγορά της οδού Τριών Ιεραρχών.

Από τα πλέον αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά της ζωής στα Άνω Πετράλωνα είναι οι σχέσεις μεταξύ των κατοίκων· ασφαλώς, το γεγονός ότι οι περισσότεροι προέρχονται από οικογένειες γηγενών παίζει κάποιο ρόλο, δεν είναι όμως ο μόνος παράγοντας. Οι δομές οργάνωσης και αλληλεγγύης που δημιουργήθηκαν σε δύσκολες εποχές για τη συνοικία, εξελίχθηκαν με τρόπο τέτοιο, ώστε να απαντούν και στις σύγχρονες ανάγκες. Οι πλατείες που αποτελούσαν τόπους συνάντησης σε παλαιότερες δεκαετίες, αλλά και τα στέκια όπου



## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

οι εργάτες των εργοστασίων περνούσαν τον ελεύθερο χρόνο τους, είναι ακόμα ζωντανά. Πέραν όμως της διημέρευσης, η έννοια της γειτονιάς στα Πετράλωνα διατηρείται ζωντανή με τρόπο πρακτικό και ουσιαστικό: η πολιτική και κοινωνική ζωή της συνοικίας είναι έντονη και οι συλλογικές δράσεις πολυάριθμες και ποικίλες. Η λαϊκή συνέλευση των Άνω Πετραλώνων, που συνεδριάζει στην πλατεία Μερκούρη, είναι από τις πλέον ενεργές και δραστήριες στην Αθήνα με κοινωφελές έργο, όπως συλλογική κουζίνα και λειτουργία κοινωνικού ιατρείου.



Εικόνα 4.9: Η πλατεία «Μελίνας Μερκούρη», κεντρική πλατεία των Άνω Πετραλώνων, στην οποία πραγματοποιείται η γενική συνέλευση των κατοίκων κάθε Κυριακή

Την τελευταία δεκαετία, η εικόνα της γειτονιάς αυτής αλλάζει βαθμιαία, καθώς μεταφέρεται σε αυτήν το εμπορικό και τουριστικό ενδιαφέρον από τις κορεσμένες πια περιοχές του ιστορικού κέντρου, το Θησείο, την Πλάκα και το Μοναστηράκι. Τα Πετράλωνα δέχονται πολλούς επισκέπτες, στους κεντρικούς δρόμους της συνοικίας ανοίγουν όλο και περισσότερα καταστήματα και χώροι εστίασης και οι τιμές των ακινήτων αυξάνονται. Την τάση αυτή, οι κάτοικοι της περιοχής την αντιμετωπίζουν διστακτικά για τους εξής λόγους: Πρώτον, γιατί αλλοιώνεται ο χαρακτήρας της γειτονιάς που διατηρήθηκε ανέπαφος για τόσες δεκαετίες και δεύτερον, διότι οι επιχειρούμενες αναπλάσεις δεν αποσκοπούν στην επίλυση των προβλημάτων της συνοικίας και την προστασία του φυσικού της περιβάλλοντος, αλλά έχουν χαρακτήρα κερδοσκοπικό. Η άλλοτε φτωχική, εργατική, πλην όμως ήσυχη συνοικία αλλάζει στο πλαίσιο του πολυτελούς τουρισμού, ενώ η μαζική προσέλευση επισκεπτών, κυρίως μετακινούμενων με Ι.Χ. οχήματα, προκαλεί συμφόρηση στους στενούς δρόμους των Πετραλώνων, θόρυβο και- αναπόφευκτα- πρόβλημα στάθμευσης.



4.6 Συλλογή στοιχείων και αποτύπωση της περιοχής μελέτης:

Η περιοχή μελέτης καλύπτει ένα τμήμα στα νοτιοανατολικά των Άνω Πετραλώνων, στα όρια της συνοικίας με το Κουκάκι. Πρόκειται για τις πλατείες Φιλοπάππου και Ελπίδος και τα γύρω οικοδομικά τετράγωνα, στους πρόποδες του λόφου Φιλοπάππου και μέχρι τη λεωφόρο Καλλιρρόης. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, για την προσομοίωση της περιοχής μελέτης στο μετεωρολογικό πρόγραμμα Envi-met, και τη σύσταση ενός σχεδίου ανάπλασης για αυτήν σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, με σκοπό τη βελτίωση του μικροκλίματος, χρειάστηκε να συλλεχθούν ποικίλα στοιχεία. Η έρευνα κινήθηκε στους εξής άξονες:

1. Επίσκεψη και επί τόπου συγκέντρωση στοιχείων, φωτογραφίες, σκίτσα και σημειώσεις.
2. Συγκέντρωση πολεοδομικών στοιχείων
3. Συγκέντρωση μετεωρολογικών στοιχείων

Στα επόμενα παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας:

1. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον της περιοχής προκύπτει από τη γειτνίαση με το ιστορικό κέντρο της Αθήνας και το λόφο Φιλοπάππου. Στο λόφο Κοίλης, που βρίσκεται λίγα οικοδομικά τετράγωνα μακριά, υπάρχουν σημαντικά αρχαιολογικά ευρήματα και η περιοχή χαρακτηρίζεται γενικώς ως «αρχαιολογικού ενδιαφέροντος». Οι κλίσεις του εδάφους και των δρόμων είναι σημαντικές, εφόσον η ζώνη μελέτης βρίσκεται στους πρόποδες του λόφου. Πρόκειται για μια ήσυχη γειτονιά, με μικρά και χαμηλά σπίτια και δρόμους στενούς, ήπιας κυκλοφορίας, πλην της λεωφόρου Καλλιρρόης, μέχρι την οποία εκτείνεται η περιοχή αναφοράς.  
Οι χαμηλοί συντελεστές δόμησης που σε συνδυασμό με το επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης, οδηγούν στην κατασκευή κυρίως τριώροφων και σπανιότερα τετράροφων κατοικιών και έχουν παίξει το ρόλο τους στη διατήρηση ενιαίου και ελκυστικού πολεοδομικού χαρακτήρα στη γειτονιά των Άνω Πετραλώνων. Ωστόσο, δεν υπάρχει σαφής αρχιτεκτονικός χαρακτήρας. Στην περιοχή έχουν διατηρηθεί πολλά από τα σπίτια των προηγούμενων δεκαετιών, μονοκατοικίες και διώροφα, αλλά και πέτρινες προσφυγικές κατοικίες παραδοσιακού ύφους με κεραμοσκεπή, τα λεγόμενα «Ατταλειώτικα» ή «Πέτρινα της Φρειδερίκης». Επιπλέον, καταγράφονται ορισμένα ενδιαφέροντα δείγματα νεοκλασικής αρχιτεκτονικής και διατηρητέα, ενώ δεν λείπουν και τα εγκαταλειμμένα, σεισμόπληκτα, ανεπαρκώς συντηρημένα κτίρια. Τα κατά κόρον χρησιμοποιούμενα υλικά είναι οπλισμένο σκυρόδεμα, πέτρινα και ξύλινα στοιχεία στις προσφυγικές κατοικίες, και επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα. Τα χρώματα είναι κυρίως ανοιχτά. Ως υλικά εδαφοκάλυψης, χρησιμοποιούνται συμβατικές πλάκες πεζοδρομίου (και ως υλικό επίστρωσης στις δυο πλατείες), ενώ όλοι οι δρόμοι της περιοχής μελέτης είναι πλέον ασφαλτοστρωμένοι. Δεδομένου ότι η περιοχή είναι οικιστικά κορεσμένη, οι κοινόχρηστοι χώροι είναι περιορισμένοι, και καταγράφονται λίγοι, κατακερματισμένοι ακάλυπτοι στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων. Όσο για τις πλατείες και τους ελεύθερους χώρους

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

γενικότερα, είναι μάλλον έρημοι, με τη λιγοστή κίνηση να συγκεντρώνεται στα δυο-τρία καταστήματα που λειτουργούν γύρω.

2. Στα πρώτα στάδια της έρευνας, η περιοχή εντοπίστηκε, επιλέχθηκε και μελετήθηκε μέσω αεροφωτογραφιών και χαρτών του Εθνικού Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης και του διαδικτυακού ιστότοπου Google Earth. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής μελέτης είναι οι ακόλουθες: 37,5750-37,5755° Βόρεια (γεωγραφικό πλάτος) , 23,4249-23,4255° Ανατολικά (γεωγραφικό μήκος) και το ύψος του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ 38 και 50 μέτρων. Το τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής, παραχωρήθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Αθηναίων και συγκεκριμένα από τη διεύθυνση Σχεδίου Πόλεως και Δόμησης, τα γραφεία της οποίας βρίσκονται στην οδό Σωκράτους, στο κέντρο της Αθήνας. Για ενημέρωση σχετικά με το ποσοστό κάλυψης, το συντελεστή δόμησης, τα επιτρεπόμενα ύψη κτιρίων, τις χρήσεις γης και εν γένει για πληροφορίες σχετικά με τις ισχύουσες διατάξεις του Γ.Ο.Κ. στην περιοχή μελέτης, ήρθα σε επικοινωνία με τη Διεύθυνση Πολεοδομίας του Δήμου Αθηναίων μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας στη διεύθυνση [www.cityofathens.gr](http://www.cityofathens.gr) . Η αποστολή των πληροφοριών σχετικά με τους όρους δόμησης έγινε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.



Εικόνα 4.10: Η περιοχή μελέτης στο χάρτη του Εθνικού Κτηματολογίου



## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ενώ –σε επόμενο στάδιο- η σύγκριση των ίδιων στοιχείων με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της προτεινόμενης διαμόρφωσης αποτελεί μια ουσιαστική αξιολόγηση της πρότασης και συγκεκριμένα της συμβολής της τελευταίας στη βελτίωση του μικροκλίματος. Για το σκοπό αυτό, ήρθα σε επικοινωνία με το Υδρολογικό Παρατηρητήριο Αθηνών ([hoa.ntua.gr](http://hoa.ntua.gr)), το οποίο βρίσκεται στην περιοχή Ζωγράφου, στο χώρο του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Από τους δέκα σταθμούς που υπάρχουν στην Αττική- Ζωγράφου (ΕΜΠ), Άγιος Κοσμάς/Ελληνικό, Ψυττάλεια, Μενίδι, Ηλιούπολη, Γαλάτσι, Μάνδρα, Πεντέλη, Πικέρμι και Άνω Λιόσια- οι πλησιέστεροι στην περιοχή μελέτης είναι αυτοί της Ηλιούπολης και του Ελληνικού. Ακόμα και αυτοί, όμως, βρίσκονται αρκετά μακριά, και μάλιστα σε σημεία με πολύ διαφορετικές μικροκλιματικές συνθήκες από τα Άνω Πετράλωνα. Επομένως, οι τιμές που συλλέχθηκαν δεν μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικές. Σε αναζήτηση καταλληλότερων μετρήσεων, ήρθα σε επικοινωνία με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, και συγκεκριμένα με το τμήμα ενημέρωσης παρελθόντος καιρού. Τα στοιχεία στα οποία απέκτησα πρόσβαση μέσω της υπηρεσίας αυτής αφορούσαν μετρήσεις στην περιοχή του Ελληνικού. Ως πλέον αντιπροσωπευτικά αξιολογήθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από μετρήσεις του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών· οι μετρήσεις αυτές αποδίδονται στο σταθμό «Αθήνα-Κέντρο», ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στην περιοχή του Κεραμεικού. Από πλευράς μικροκλιματικών συνθηκών και αστικού αναγλύφου, τα Άνω Πετράλωνα και ο Κεραμεικός μοιράζονται πλήθος κοινών στοιχείων. Ο σταθμός βρίσκεται σε ύψος 50m και οι γεωγραφικές του συντεταγμένες είναι : Γεωγραφικό πλάτος 37, 97841 ° Βόρεια- Γεωγραφικό μήκος 23,71545° Ανατολικά. Βρίσκεται σε λειτουργία από τις 23 Ιουλίου 2008. Οι τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας και πεδίου ανέμου σε μηνιαία και ημερήσια βάση διατίθενται στον διαδικτυακό ιστότοπο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών ([www.noa.gr](http://www.noa.gr)), ενώ για να αποκτήσω πρόσβαση σε δεδομένα με χρονικό βήμα μίας ώρας, απευθύνθηκα στο τμήμα επικοινωνίας του Ε.Α.Α. μέσω ηλεκτρονικής αίτησης. Τα συλλεχθέντα στοιχεία συγκρίθηκαν και με αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιημένες στο μετεωρολογικό σταθμό της Νέας Σμύρνης, με τα οποία παρατηρήθηκε ικανοποιητική σύγκλιση.

Ολοκληρώνοντας τη συλλογή στοιχείων και την κατάρτιση μιας λεπτομερούς εικόνας για την περιοχή μελέτης, ήρθα σε επικοινωνία με τις επιτροπές των κατοίκων των Άνω Πετράλωνων, μέσω του διαδικτυακού ιστολογίου τους και της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου [petralona4residents@gmail.com](mailto:petralona4residents@gmail.com). Μέσω ηλεκτρονική αλληλογραφίας, πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τους εκπροσώπους- διαχειριστές του ιστολογίου σε σχέση με τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η συνοικία, τον τρόπο ζωής των κατοίκων, αλλά και τη δυσαρέσκεια που τους προκαλούν οι επιχειρούμενες αναπλάσεις κερδοσκοπικού χαρακτήρα στη γειτονιά τους.





ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ





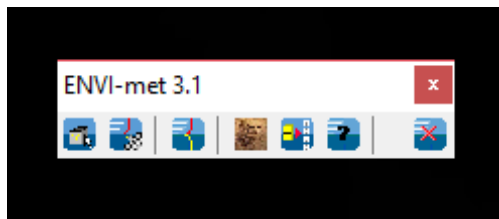


Την επί τόπου παρατήρηση και συλλογή δεδομένων για την περιοχή μελέτης συμπληρώνει η μοντελοποίησή της και η διαδικασία προσομοίωσης των μεταβολών των διάφορων μικροκλιματικών παραμέτρων, με τη χρήση του λογισμικού ENVI-met, έκδοση 3.1. Η παρουσίαση του υπολογιστικού αυτού προγράμματος, των αρχών λειτουργίας και των χρησιμοποιούμενων εξισώσεων έχει γίνει στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο· σε αυτό το σημείο, παρουσιάζεται ο χειρισμός του προγράμματος, εξηγώντας κάθε επιλογή ή παραδοχή που χρειάστηκε να γίνει. Στη συνέχεια, μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης της υφιστάμενης κατάστασης με τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από τους μετεωρολογικούς σταθμούς στο Γκάζι και στη Νέα Σμύρνη, αξιολογείται η αξιοπιστία του προγράμματος, αλλά και η πιστότητα του μοντέλου ως προς την πραγματική κατάσταση.

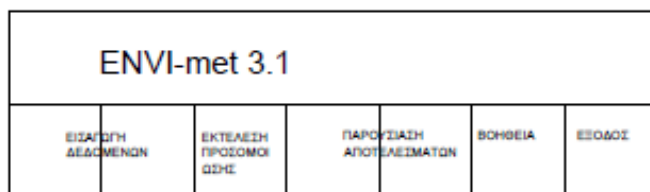
### 5.1. Δημιουργία εικόνας υποβάθρου

Μια πλήρης βιοκλιματική προσομοίωση στο περιβάλλον του ENVI-met περιλαμβάνει τα εξής στάδια: εισαγωγή δεδομένων- μοντελοποίηση, εκτέλεση προσομοίωσης, που είναι η «καρδιά» της διαδικασίας, επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν ως έξοδος από την προσομοίωση. Τα στάδια αυτά αποτυπώνονται στη γραμμή εργαλείων του προγράμματος, η οποία «ανοίγει» κατά την εκκίνηση. Όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, η μοντελοποίηση μιας περιοχής προκειμένου να προσομοιωθούν οι μικροκλιματικές της συνθήκες μέσω του λογισμικού ENVI-met, τουλάχιστον στην χρησιμοποιούμενη έκδοση, γίνεται εν είδει κάτοψης. Για την επίτευξη υψηλότερης στάθμης ακρίβειας κατά την τοποθέτηση των διάφορων στοιχείων στον κানাβο, κυρίως σε περιοχές πολύπλοκου αστικού αναγλύφου, δεν αρκούν ορισμένες βασικές μετρήσεις, αλλά χρειάζεται να καταρτιστεί ένα λεπτομερές σχέδιο της περιοχής μελέτης. Το σχέδιο αυτό πρόκειται- πέραν οποιασδήποτε άλλης χρήσης- να αποτελέσει την εικόνα- υπόβαθρο στην οποία θα αναφέρονται τα δεδομένα του αρχείου εισόδου. Ως εκ τούτου, το σχέδιο προτείνεται να περιλαμβάνει αρκετή πληροφορία, ώστε να μην προκύπτουν ανακρίβειες, να παραμένει ωστόσο ευανάγνωστο για το χρήστη. Στην προκειμένη περίπτωση, συνδυάζοντας τα τοπογραφικά διαγράμματα που μου παραχωρήθηκαν από τη διεύθυνση Τοπογραφικού της Πολεοδομίας του Δήμου Αθηναίων και στοιχεία από δορυφορικές λήψεις και αεροφωτογραφίες, διατιθέμενα στον ιστότοπο [gis.ktimanet.gr](http://gis.ktimanet.gr), «Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε.», δημιουργήθηκε ένα ψηφιακό σχέδιο της περιοχής μελέτης, το οποίο παρατίθεται παρακάτω. Το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία του Αρχείου Εισόδου (input file) στο περιβάλλον του ENVI-met.

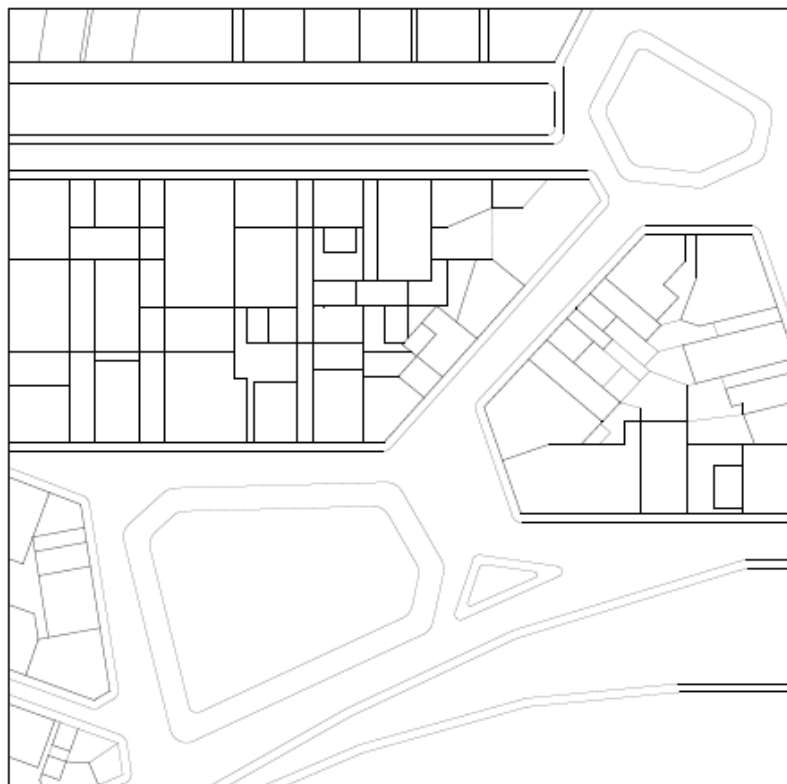
ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 5.1: Γραμμή εργαλείων του προγράμματος ENVI-met V3.1

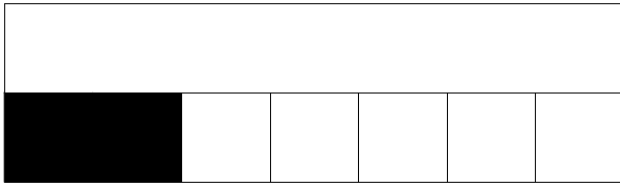


Εικόνα 5.2: Σχηματική απεικόνιση της σύνδεσης των εργαλείων του προγράμματος με τα στάδια της διαδικασίας



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1000

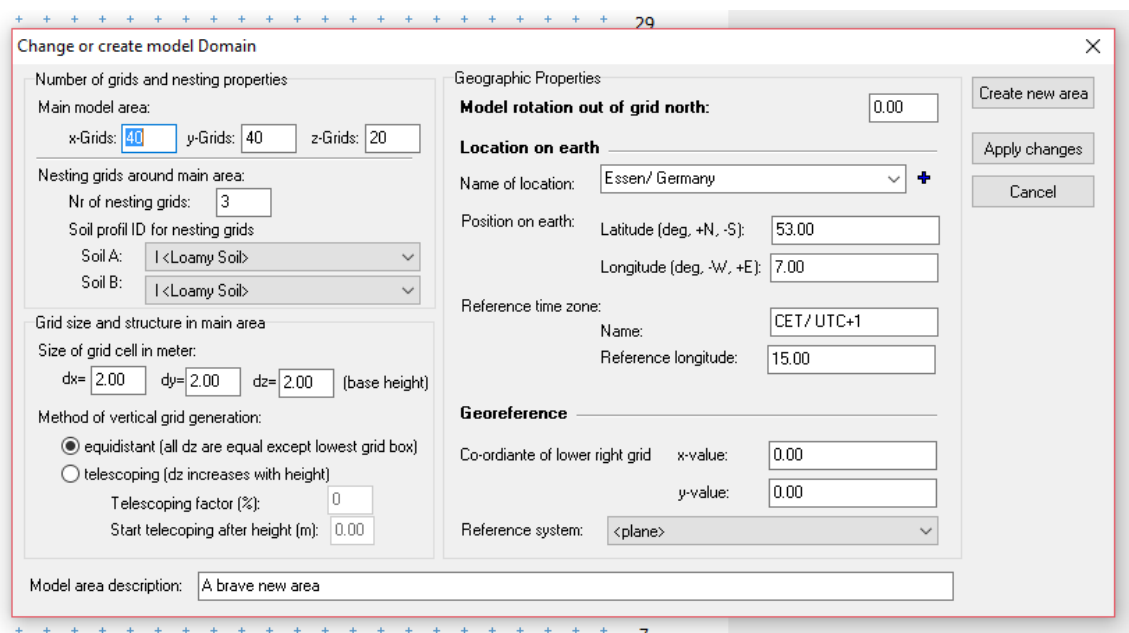
Εικόνα 5.3: Ψηφιακό σχέδιο της περιοχής μελέτης- κλίμακα 1:1000



Εικόνα 5.4: Εικονίδια που αναφέρονται στην εισαγωγή δεδομένων και δημιουργία του μοντέλου

## 5.2 Δημιουργία αρχείου εισαγωγής δεδομένων (Area Input File)

Επιλέγοντας το πρώτο από τα εικονίδια της παραπάνω γραμμής (Start the Area Input File editor), ο χρήστης οδηγείται στο περιβάλλον του κανάβου, στο οποίο πρόκειται να σχεδιάσει την περιοχή μελέτης και να την εμπλουτίσει με πληροφορίες σχετικές με το έδαφος, την υπάρχουσα βλάστηση και τα κτίρια. Με την επιλογή FILE> Change Settings/ New Model ανοίγει το παρακάτω παράθυρο, στο οποίο εισάγονται βασικές πληροφορίες για το μοντέλο.



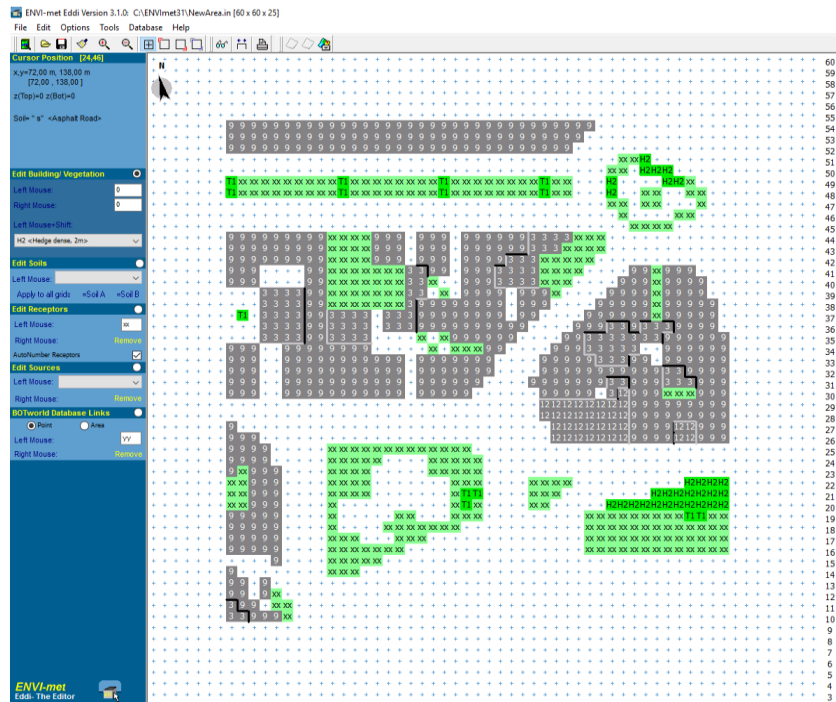
Εικόνα 5.5: Εισαγωγή πληροφοριών εκκίνησης του μοντέλου

Στο πεδίο αυτό, καθορίζονται οι διαστάσεις του μοντέλου σε άξονες x,y κάτοψης και z (κάθετος στο επίπεδο σχεδίασης, κατακόρυφος άξονας ύψους), ως εξής: η περιοχή μελέτης έχει τετραγωνική κάτοψη πλευράς 143m και μέγιστο ύψος κτιρίων 12m. Αναφέρεται σε αυτό το σημείο ότι οι διαστάσεις της κάτοψης προκύπτουν από το υπό κλίμακα σχέδιο και το μέγιστο ύψος κτιρίων (ισόγειο +3 όροφοι) από παρατήρηση, λαμβάνοντας υπ' όψιν τους όρους δόμησης και κάνοντας την

εύλογη παραδοχή ότι το μέσο ύψος ορόφου είναι 3m. Οι διαστάσεις του χωροκάναβου θα πρέπει να είναι επαρκείς για το μέγεθος της περιοχής μελέτης, έτσι επιλέγεται το πλήθος κελιών 60 για τους άξονες x και y και 25 για τον άξονα z. Οι διαστάσεις κάθε κελιού καθορίζονται επίσης κατά την κρίση του χρήστη, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του υποβάθρου, με τον περιορισμό να είναι σταθερές σε όλη την έκταση της περιοχής. Επιλέγεται  $dx=dy=dz=3.00m$ . Ως εκ τούτου, οι διαστάσεις του χωροκάναβου θα είναι  $180*180*75$ . Αναφέρεται επίσης ότι, αφού τα κελιά έχουν τετραγωνική κάτοψη, το μοντέλο που σχηματίζεται είναι όμοιο γεωμετρικά με την περιοχή μελέτης, δηλαδή δεν υφίσταται παραμορφώσεις, και οι σχέσεις αναλογίας που «διαβάζουμε» στις παρακάτω εικόνες έχουν διατηρηθεί ανέπαφες σε σχέση με την πραγματικότητα. Το πρόγραμμα παρέχει τη δυνατότητα, λόγω μειωμένου ενδιαφέροντος και για ελαχιστοποίηση του υπολογιστικού κόστους, να αυξάνεται σταδιακά το εύρος των κελιών καθ' ύψος, από ένα δεδομένο ύψος. Πρόκειται για την επιλογή Telescoping vertical grids. Στη δεδομένη περίπτωση, λόγω μικρού ύψους του μοντέλου, κάτι τέτοιο δεν θεωρείται απαραίτητο, και επιλέγεται τα κελιά να έχουν σταθερό ύψος (επιλογή equidistant). Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι συντομικές συνθήκες δεν θα αλλοιώσουν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, χρειάζεται να οριστεί ένα πλήθος κελιών περιμετρικά του μοντέλου, στα οποία δεν θα τοποθετηθούν κτίρια. Τα κελιά αυτά ονομάζονται Nesting Grids και συνιστάται να είναι τουλάχιστον τρεις σειρές γύρω απ' το μοντέλο. Επιλέγονται 5 σειρές κελιών να πλαισιώνουν το μοντέλο. Στο σημείο αυτό, καθορίζονται τα βασικά υλικά εδαφοκάλυψης στην περιοχή, τα οποία επιλέγονται από τη βάση δεδομένων του προγράμματος. Ορίζονται τα εξής: Soil A: pavement (concrete) και Soil B: asphalt road. Τα υλικά αυτά θεωρείται ότι καλύπτουν το σύνολο της περιοχής μελέτης εναλλάξ, υπό μορφήν «σκακιέρας». Στην πάνω αριστερή γωνία του κανάβου υπάρχει το σύμβολο του Βορρά· για να είναι πιο εύκολη η σχεδίαση όμως, η περιοχή μελέτης στοιχίζεται ως προς τους βασικούς οδικούς άξονες. Επομένως πραγματοποιείται στροφή του μοντέλου κατά  $14^{\circ}$  αντιωρολογιακά, και η τιμή αυτή για τη γωνία προέκυψε από τριγωνομετρικούς υπολογισμούς επί του τοπογραφικού διαγράμματος. Η τροποποίηση συμπληρώνεται στο αντίστοιχο κελί του παραθύρου. Τέλος, χρειάζεται να εισαχθούν οι πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης, ώστε να ληφθεί υπ' όψιν η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Στη σχετική λίστα υπάρχουν αποθηκευμένες οι συντεταγμένες μεγάλων πόλεων ανά τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης και της Αθήνας· ωστόσο, αν η περιοχή μελέτης δεν συμπεριλαμβάνεται στη λίστα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις γεωγραφικές συντεταγμένες που τον αφορούν. Τα παραπάνω στοιχεία αποθηκεύονται με την επιλογή Apply Changes και ο χρήστης επιστρέφει το περιβάλλον του κανάβου. Για την εισαγωγή εικόνας- υποβάθρου επιλέγεται το εικονίδιο Select a Background Image to Digitize on Screen και ο χρήστης μπορεί να εισάγει οποιοδήποτε αρχείο με κατάληξη .bmp, δηλαδή αποθηκευμένο σε μορφή BMP File (bitmap). Για την προσομοίωση που περιγράφεται, χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο το σχέδιο της περιοχής που φαίνεται στην εικόνα 5.3, το οποίο δημιουργήθηκε στο σχεδιαστικό περιβάλλον του Auto Cad, αλλά αποθηκεύτηκε ως 24-bit bitmap (προκειμένου να υποστεί την ελάχιστη μείωση ποιότητας).

Η εισαγωγή πληροφοριών επί του υποβάθρου ξεκινά με τα κτίρια και τα στοιχεία βλάστησης. Για τα κτίρια επιλέγεται γενικό ύψος 9m, με εξαίρεση λίγα ψηλότερα στα 12m και 3m σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μονώροφων κτισμάτων σε εσωτερικούς ακάλυπτους. Για τα στοιχεία φύτευσης επιλέγεται γρασίδι (xx- grass 50cm average, dense) κατά κύριο λόγο, θάμνοι τοπικά στις δύο πλατείες

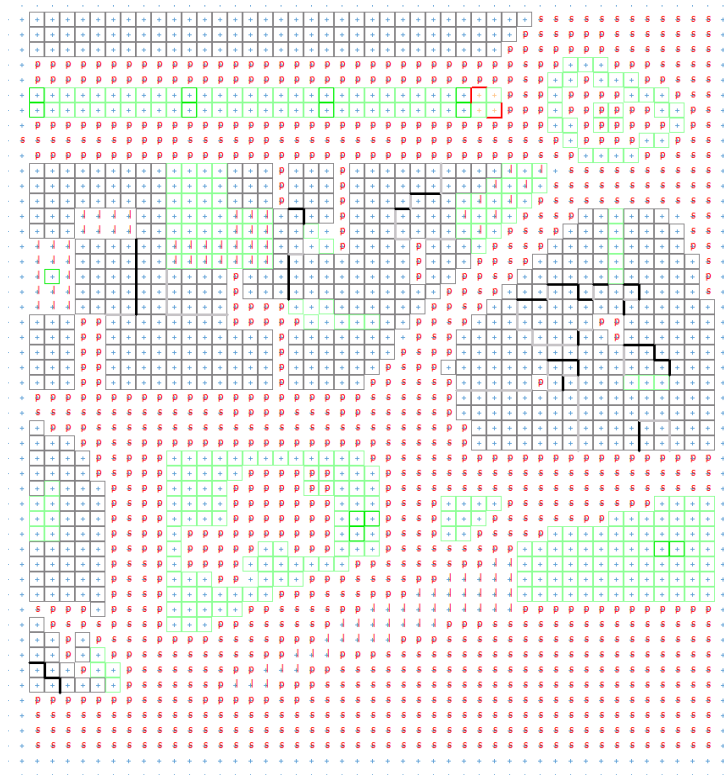
(H2- hedge dense, 2m) και δέντρα (T1- tree 10m, very dense, leafless base). Μάλιστα, για περιοχές όπως η συγκεκριμένη, που υπάρχουν μεν δέντρα, αλλά μικρό ποσοστό τους είναι τόσο ψηλά με πλούσιο φύλλωμα, τοποθετούνται στο μοντέλο ως ψηλά, αλλά μικρότερου πλήθους. Θεωρείται ότι η επίδρασή τους προσομοιώνεται επαρκώς με αυτό τον τρόπο.



Εικόνα 5.6: Δημιουργία του αρχείου εισόδου- κτίρια και βλάστηση

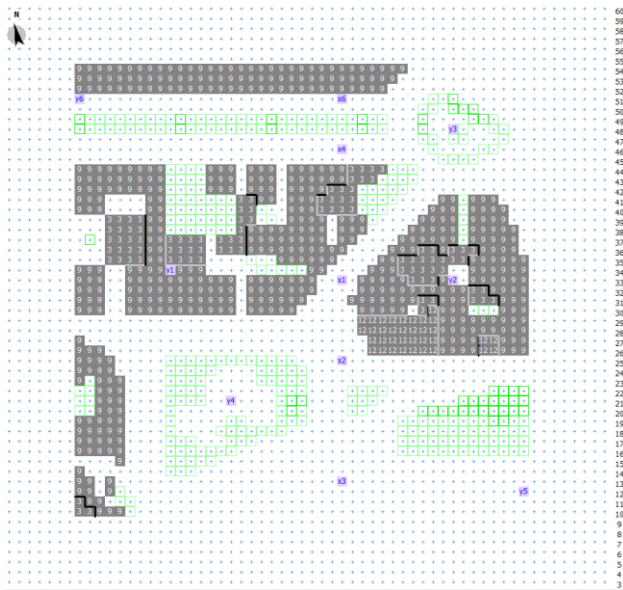
Επόμενο στάδιο, η δημιουργία του εδαφικού προφίλ. Τα κτίρια θεωρείται ότι είναι καθολικά από σκυρόδεμα, με οροφή πλάκας σκυροδέματος. Στο δρόμο τοποθετείται άσφαλτος (s <asphalt road>), ενώ για τα πεζοδρόμια και τις πλατείες επιλέγονται λευκές πλάκες πεζοδρομίου από σκυρόδεμα (p <ravement (concrete)>). Σε κάθε άλλη ακάλυπτη επιφάνεια θεωρείται ότι υπάρχει χώμα (l <loamy soil>).

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



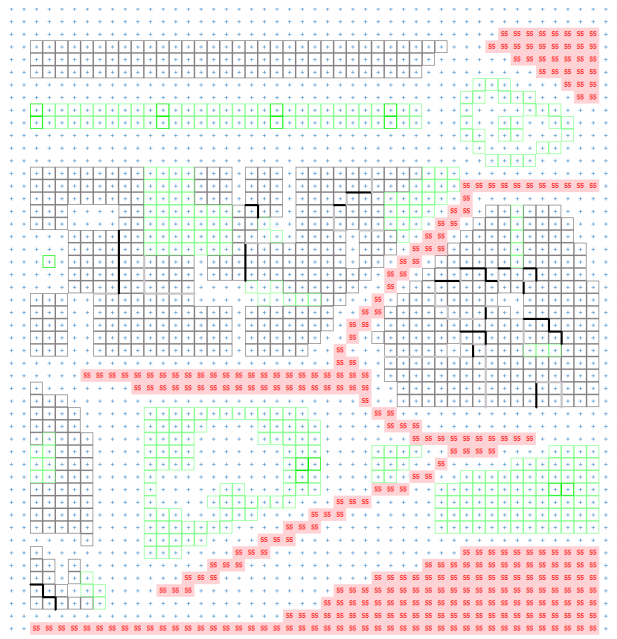
Εικόνα 5.7: Δημιουργία του αρχείου εισόδου – εδαφικό μοντέλο

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης αφορούν σε συγκεκριμένες καίριες θέσεις του μοντέλου, τις οποίες καθορίζει ο χρήστης τοποθετώντας Υποδοχείς (receptors). Η επιλογή αυτή συνιστά πολύ σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας, καθώς από τις επιλεχθείσες θέσεις εξαρτάται σε ένα βαθμό η ποιότητα και η επάρκεια των αποτελεσμάτων. Αυξανόμενου του πλήθους των υποδοχέων, αυξάνεται και η προκύπτουσα πληροφορία, άρα επιδιώκεται να είναι αρκετοί, με την προϋπόθεση η πληροφορία που προσφέρουν να έχει ενδιαφέρον και να μην αυξάνεται το υπολογιστικό κόστος χωρίς ανάλογη αύξηση του οφέλους από τη διαδικασία. Στην εν λόγω προσομοίωση τοποθετούνται 12 υποδοχείς, σε θέσεις του μοντέλου, με διακριτό χαρακτήρα, αλλά και θέσεις που αναμένεται να επηρεαστούν από την προτεινόμενη ανάπλαση, εφόσον ασφαλώς θα διατηρηθούν οι ίδιοι υποδοχείς.



Εικόνα 5.8: Δημιουργία του αρχείου εισόδου - υποδοχείς

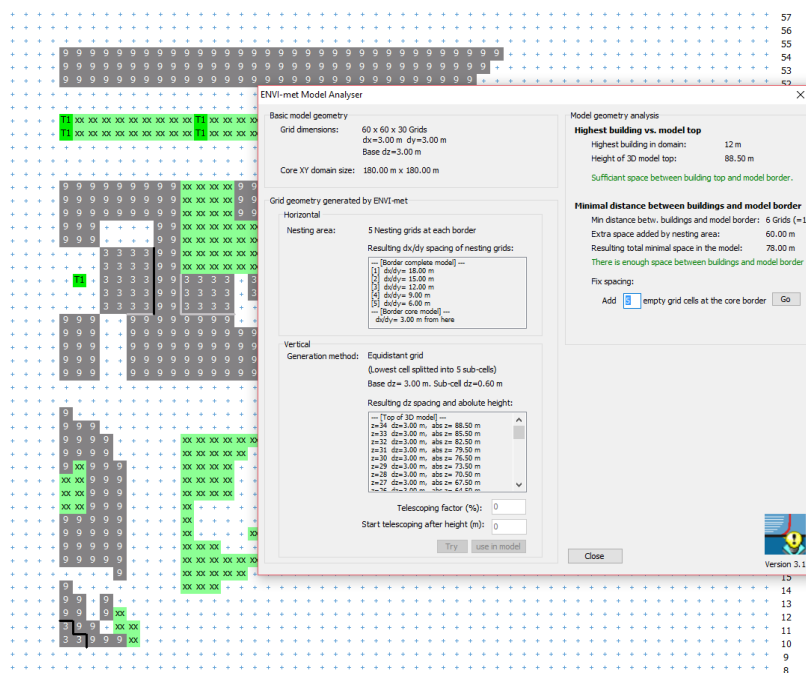
Τελευταίο βήμα για την κατάρτιση του αρχείου εισόδου, είναι η εισαγωγή των πηγών ρύπανσης. Στην προκειμένη περίπτωση, βασικός ρύπος είναι τα καυσαέρια των οχημάτων, επομένως επιλέγεται η γραμμική εκπομπή (ss- linesource 30cm), η οποία τοποθετείται κατά μήκος των δρόμων, με σαφώς μεγαλύτερο εύρος στον άξονα της λεωφόρου Καλλιρρόης.



Εικόνα 5.9: Δημιουργία του αρχείου εισόδου - εκπομπές

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στο σημείο αυτό, ολοκληρώθηκε η κατάρτιση του αρχείου εισόδου και το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία του αρχείου επεξεργασίας παραμέτρων, αφού πρώτα γίνει έλεγχος συννοριακών συνθηκών για το μοντέλο. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται αυτόματα, μόλις ο χρήστης επιλέξει το εικονίδιο ENVI-met Model Analyser. Αμέσως, ανοίγει το παράθυρο που φαίνεται στην εικόνα 5.10 και εμφανίζονται επιβεβαιωτικά μηνύματα με πράσινο χρώμα, αν υπάρχει επαρκές περιθώριο γύρω απ' την περιοχή μελέτης (ουσιαστικά ελέγχεται η επιλογή του αριθμού των Nesting Grids κατά τους άξονες x και y) και αν το επιλεγθέν ύψος του μοντέλου στον άξονα z είναι αρκούντως μεγαλύτερο από το μέγιστο ύψος των τοποθετούμενων κτιρίων. Στην προκειμένη περίπτωση, ο αριθμός των nesting grids είναι 5, προσφέροντας συνολικά 78m ελεύθερου χώρου γύρω από την «καρδιά» του μοντέλου και το περιθώριο καθ' ύψος :  $(25*3)-12=75-12=63\text{m}$ , το οποίο κρίνεται ικανό. Τα μηνύματα που εμφανίζονται είναι τα εξής: "Sufficient space between building top and model border" και "There is enough space between buildings and model border".



Εικόνα 5.10: Έλεγχος αρχείου area input file- Επιλογή Model Analyser



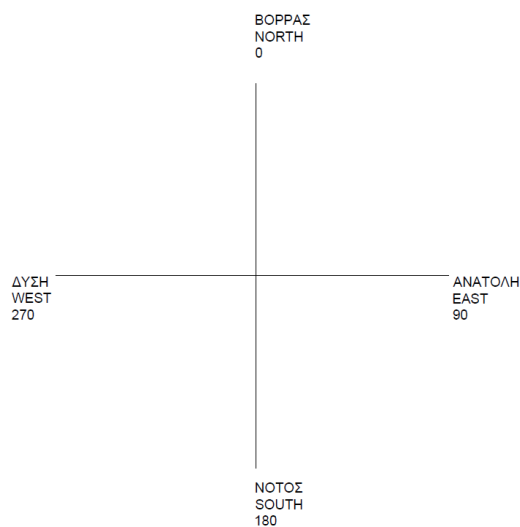
### 5.3 Δημιουργία αρχείου επεξεργασίας παραμέτρων (Configuration File)

Επιλέγοντας το δεύτερο εικονίδιο της γραμμής εργαλείων του λογισμικού, ανοίγει το παράθυρο Configuration Editor, στο οποίο πρόκειται να δημιουργηθεί το αρχείο επεξεργασίας παραμέτρων. Το περιβάλλον είναι φιλικό προς το χρήστη, αλλά η δημιουργία του αρχείου αυτού πρέπει να γίνεται με φροντίδα ως εάν ήταν κώδικας. Οποιοδήποτε λάθος μπορεί να δώσει πολύ διαφορετικά αποτελέσματα ως έξοδο από την προσομοίωση, ή μπορεί ακόμα και να αναστείλει τη διαδικασία. Για πολλαπλές προσομοιώσεις, χρειάζεται να καταρτιστεί Αρχείο Επεξεργασίας Δεσμών Δεδομένων (Batch File): κάτι τέτοιο όμως δε αναμένεται να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία. Με την επιλογή FILE> New Configuration ανοίγει ένα παράθυρο που περιλαμβάνει ένα πρότυπο αρχείο επεξεργασίας παραμέτρων, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να επέμβει διορθωτικά, ώστε να το προσαρμόσει στις ανάγκες της προσομοίωσής του, ή και προσθετικά, αφού το ανοιγόμενο αρχείο περιλαμβάνει μόνο τις απολύτως απαραίτητες ρυθμίσεις για να εκτελεστεί μια προσομοίωση. Σε αυτή την πρώτη προσομοίωση, γίνεται μόνο μια προσθήκη: με την επιλογή Add Section> [BUILDINGS] ρυθμίζεται η ανακλαστικότητα των επιφανειών και επιλέγονται οι τιμές albedo=0.2 για τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα και albedo=0.3 για δώματα με πλάκα σκυροδέματος. Κατά τα άλλα, γίνονται οι εξής διορθωτικές κινήσεις: ορίζεται ως αρχείο εισόδου το NewArea.in, ώστε να συνδεθούν οι μετεωρολογικές παράμετροι με το σωστό υπόβαθρο, επιλέγεται ως ημερομηνία προσομοίωσης η 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015 και ως ώρα έναρξης της προσομοίωσης η 4<sup>η</sup> πρωινή. Η διάρκεια προσομοίωσης καθορίζεται στις 18 ώρες και η αποθήκευση των στοιχείων θα γίνεται κάθε 60 λεπτά. Ορίζεται επίσης ως αρχική τιμή της έντασης του ανέμου τα 0.6m/s με κατεύθυνση νοτιοδυτική, όπως προκύπτει από τα συλλεχθέντα μετεωρολογικά δεδομένα στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι. Η κατεύθυνση του ανέμου εισάγεται ως άνοιγμα γωνίας με την τιμή 0 να αντιστοιχεί στο Βορρά και φορά ωρολογιακή. Άρα επιλέγεται γωνία 225°. Η τραχύτητα του εδάφους λαμβάνει την τιμή 0.28, η οποία είναι χαρακτηριστική για αστικό ανάγλυφο, με χαμηλά ωστόσο κτίρια, και ως αρχική θερμοκρασία ορίζονται οι 301.3K (28.3°C). Η θερμοκρασία στο εσωτερικό των κτιρίων θεωρείται σταθερή στους 293K (20°C). Τέλος, η σχετική υγρασία σε υψόμετρο 2m από την επιφάνεια του εδάφους λαμβάνει την τιμή 57%, όπως προκύπτει από τους πίνακες μετεωρολογικών δεδομένων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Το αρχείο αποθηκεύεται ως NewConfig.cf και το επόμενο βήμα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθούν οι λόγοι που οδήγησαν σε κάποιες από τις παραπάνω επιλογές και συγκεκριμένα σε αυτές που δεν προκύπτουν από επίσημα μετεωρολογικά στοιχεία και μετρήσεις. Ο λόγος για την επιλεγείσα ημερομηνία, την ώρα έναρξης και τη χρονική διάρκεια της προσομοίωσης. Θα ήταν λογικό και αναμενόμενο οι προσομοιώσεις να αφορούν σε μια αντιπροσωπευτική μέρα του χρόνου, με τιμές θερμοκρασίας με μικρή απόκλιση από το μέσο όρο. Οι πόλεις με μεσογειακό κλίμα όμως, καλούνται, δεδομένης της κλιματικής αλλαγής, να βελτιστοποιήσουν τη λειτουργία τους και το ενεργειακό τους αποτύπωμα κατά τους θερινούς μήνες τους έτους. Μια άλλη άποψη θα ήταν να επιλεγεί ως ημέρα προσομοίωσης η 21<sup>η</sup> Ιουνίου, ως ημέρα με τη μέγιστη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Ο λόγος που τελικώς επιλέγεται η θερμότερη μέρα του έτους 2015 είναι ότι τα θερινά κύματα καύσωνα είναι όλο και συχνότερα, με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη επέμβασης ώστε η πόλη να παραμένει

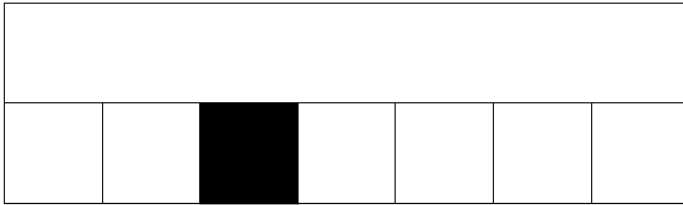
## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

βιώσιμη ακόμα και εν όψει της σημαντικής κλιματικής αλλαγής που είναι πλέον αισθητή. Όσο για τη διάρκεια προσομοίωσης, συνιστάται να μην είναι μικρότερη από 6 ώρες, προκειμένου να ληφθούν επαρκείς τιμές για τις διαβαθμίσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Η εν λόγω προσομοίωση, επιλέγεται να διαρκέσει 18 ώρες, προκειμένου να ελεγχθούν τα αποτελέσματα του προγράμματος κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας και να εκτιμηθεί το εύρος των τιμών των διάφορων παραμέτρων, αλλά και οι επιπτώσεις θερμικής νησίδας κατά τις βραδινές ώρες. Τέλος, μια πρωτοβουλία που καλείται να λάβει ο χρήστης του ENVI-met αφορά στην ώρα έναρξης της προσομοίωσης. Δεδομένου ότι τα αποτελέσματα δεν είναι αρκούντως αντιπροσωπευτικά τις πρώτες ώρες της διαδικασίας, κρίνεται σκόπιμο, οι πρώτες αυτές ώρες να έχουν μικρότερο ενδιαφέρον για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Άρα, η προσομοίωση θα μπορούσε να ξεκινά το βράδυ ή πριν το ξημέρωμα. Μεταξύ των δύο λύσεων επιλέγεται η δεύτερη προκειμένου να μειωθεί το υπολογιστικό κόστος της διαδικασίας.



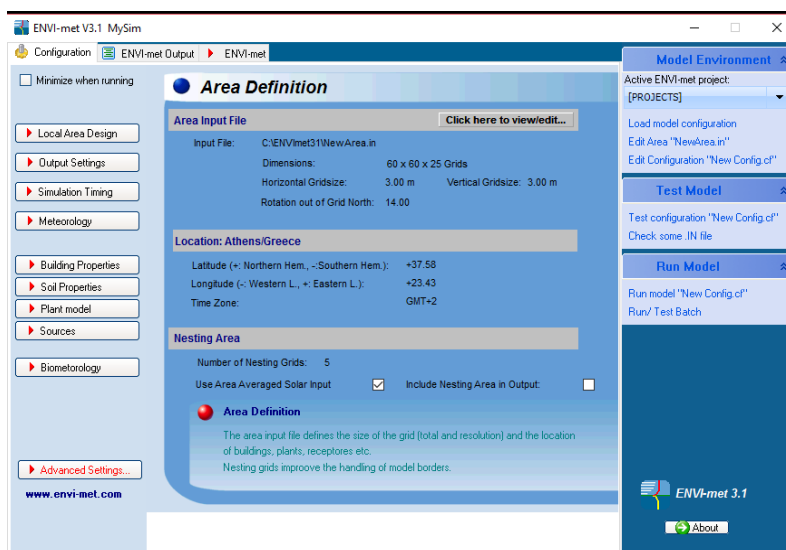
Εικόνα 5.11: Αντιστοιχία μεταξύ κατεύθυνσης ανέμου και ανοίγματος γωνίας, μέσω του οποίου ο άνεμος υπεισέρχεται στους υπολογισμούς του ENVI-met

#### 5.4 Εκτέλεση της προσομοίωσης



Εικόνα 5.12: Εικονίδιο που επιλέγεται για την έναρξη της προσομοίωσης

Επιλέγοντας το τρίτο κατά σειρά εικονίδιο από τη γραμμή επιλογών που εμφανίζεται με την εκκίνηση του προγράμματος, Start ENVI-met, ξεκινά το κεντρικό στάδιο της διαδικασίας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια εκ των τριών επιλογών κλίμακας, η οποία να ταιριάζει στο μοντέλο του. Οι επιλογές είναι 100\*100\*30, 180\*180\*30 και 250\*250\*30. Από αυτές επιλέγεται η πρώτη για το συγκεκριμένο μέγεθος μοντέλου. Τότε ανοίγει το παράθυρο ENVI-met Default Config. Στο περιβάλλον αυτό, μπορούν να πραγματοποιηθούν ορισμένες διορθωτικές κινήσεις, κάτι που γενικώς πρέπει να αποφεύγεται, καθώς το συγκεκριμένο περιβάλλον αναφέρεται κυρίως σε έμπειρους χρήστες. Η βέλτιστη επιλογή είναι, οποιαδήποτε επέμβαση χρειάζεται, να πραγματοποιείται σε προηγούμενο στάδιο, στο Αρχείο Επεξεργασίας παραμέτρων. Με την επιλογή Load Model Configuration, ο χρήστης επιλέγει μεταξύ των αρχείων κατάληξης .cf ποιο θα αποτελέσει αρχείο εισαγωγής δεδομένων για την προσομοίωση. Με την επιλογή Test Configuration ελέγχονται τυχόν σφάλματα στη «διατύπωση» του αρχείου .cf, ενώ με την επιλογή Run model, ξεκινά η αμιγής διαδικασία της προσομοίωσης. Στην τελευταία σειρά του παραθύρου αναφέρεται ο πραγματικός χρόνος στον οποίο αντιστοιχεί η προσομοίωση που έχει ήδη γίνει, ώστε υπάρχει εποπτεία για την πρόοδο της διαδικασίας.



Εικόνα 5.13: Παράθυρο στο οποίο πραγματοποιούνται οι τελευταίες ρυθμίσεις και η προσομοίωση

## 5.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων



Εικόνα 5.14: Εικονίδια εργαλείων που επιτρέπουν την επεξεργασία και παρουσίαση αποτελεσμάτων με τις εφαρμογές Xtract και Leonardo

Οι εφαρμογές που συνδέονται με το λογισμικό ENVI-met V3.1 και αφορούν στην εξαγωγή και παρουσίαση των αποτελεσμάτων κάθε προσομοίωσης είναι οι LEONARDO και Xtract. Από την εκτέλεση κάθε προσομοίωσης, το πρόγραμμα αποδίδει ως «έξοδο» (output) έναν πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων, τα οποία αποθηκεύονται ανά κατηγορία και ανά ώρα στους υποφακέλους που δημιουργούνται στο φάκελο OUTPUT ή σε όποιο άλλο έχει οριστεί ως φάκελος- προορισμός κατά τη δημιουργία του Configuration File. Στην εκτέλεση της παρούσας προσομοίωσης, δημιουργούνται οι εξής υποφάκελοι: atmosphere, BOTworld, inflow, log, receptors, soil, και surface. Τα αρχεία κάθε υποφακέλου είναι μορφής .EDI και μπορούν είτε να «ανοίξουν» απευθείας στο LEONARDO, για τη δημιουργία χρωματικού «χάρτη», είτε να αποσυμπίεστούν στο Xtract, ώστε να υποστούν επεξεργασία στο NotePad των Windows ή στο Excel του Microsoft Office.

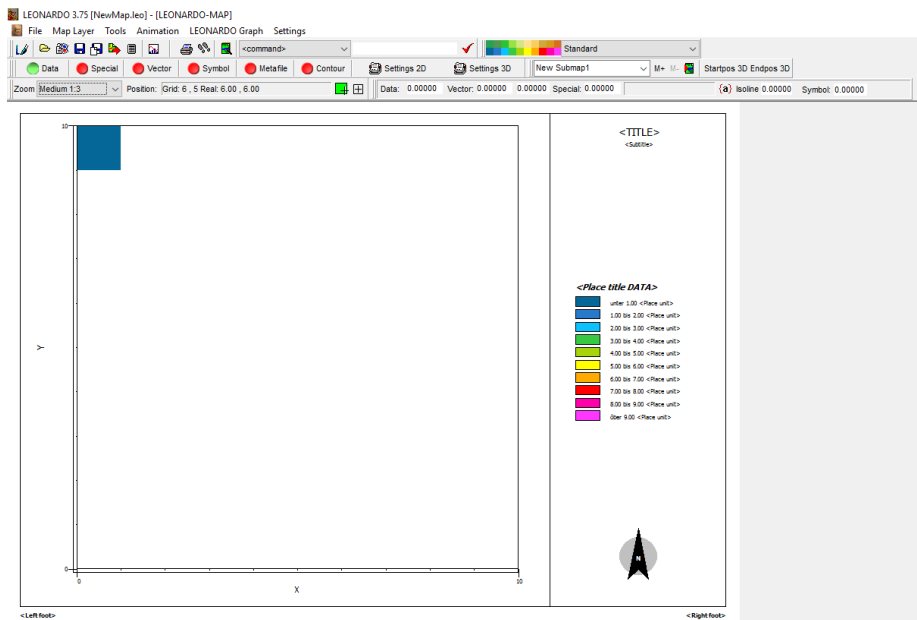
### 5.5.1 Leonardo

Το υποπρόγραμμα αυτό «ανοίγει», αν επιλέξει ο χρήστης το τέταρτο κουμπί της γραμμής επιλογών του ENVI-met. Χρησιμοποιείται για απεικόνιση των αποτελεσμάτων υπό μορφήν χρωματικού χάρτη της περιοχής μελέτης, δηλαδή του μοντέλου, στον οποίο παριστάνονται οι τιμές των διάφορων μεταβλητών σε κάθε θέση, μέσω περιοχών διαφορετικών χρωμάτων. Ανάλογα με το είδος της μεταβλητής και την επιδιωκόμενη παρουσίαση, μπορεί να προτιμηθεί απεικόνιση με ισοϋψείς καμπύλες ή διανύσματα. Κάθε χάρτης ενσωματώνει έξι διαφορετικά επίπεδα (layers), καθένα από τα οποία είναι κατάλληλο για συγκεκριμένο είδος μεταβλητών. Πρόκειται για τα επίπεδα data, special, vector, symbol, metafile και contour. Από αυτά, το layer data χρησιμοποιείται για απεικόνιση τιμών συνεχών μεταβλητών, όπως η θερμοκρασία η υγρασία και λοιπά, ως χρωματικός χάρτης. Για τέτοιου είδους δεδομένα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το layer contour, αν προτιμάται η απεικόνιση μέσω καμπύλων σταθερής τιμής (καταχρηστικά αναφέρονται ως «ισοϋψείς»). Για διανυσματικά μεγέθη, όπως το πεδίο ανέμου, καταλληλότερη επιλογή είναι το layer vector (απεικόνιση με βέλη).

Κατά την εκκίνηση του Leonardo, ανοίγει το ακόλουθο παράθυρο (Εικόνα 5.14). Επιλέγοντας Tools> Data Navigator, ανοίγει ένα νέο παράθυρο στήλη, στο οποίο επιλέγεται το αρχείο των αποτελεσμάτων που θα χρησιμοποιηθεί και αντιστοιχίζονται τα μεγέθη που θα παρασταθούν στα αντίστοιχα επίπεδα (layers) (Εικόνα 5.15). Επιλέγεται το εικονίδιο με τον κίτρινο φάκελο, με το οποίο γίνεται εξερεύνηση των αρχείων και στη συνέχεια επιλέγεται το αρχείο δεδομένων της προσομοίωσης της υφιστάμενης κατάστασης, που αφορά στις 10:00 π.μ. Από το πλήθος μεταβλητών

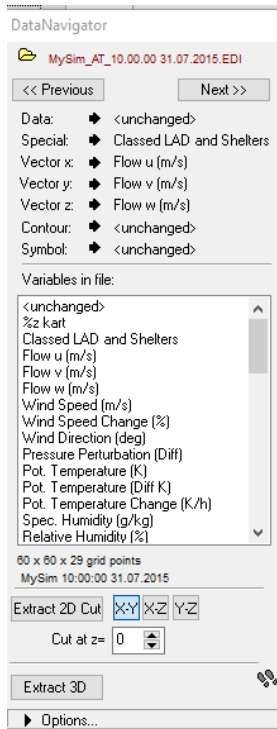
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ENVI-MET

που περιλαμβάνει αντιστοιχίζεται η θερμοκρασία <Pot. Temperature> (K) για το layer data. Το επίπεδο τομής θα είναι σε απόσταση 2m από την επιφάνεια του εδάφους (επιλέγεται αυτή η τιμή καθολικά για τους χάρτες και τα διαγράμματα, ως αντιπροσωπευτική του επιπέδου κίνησης των πεζών) και με την επιλογή Extract 2D CUT, εμφανίζεται ο χρωματικός χάρτης. Στη συνέχεια, από την οριζόντια γραμμή εργαλείων του κεντρικού παραθύρου, επιλέγεται το εικονίδιο Settings 2D, το οποίο ανοίγει ένα παράθυρο ρυθμίσεων (Εικόνα 5.16). Σε αυτό, διορθώνονται οι διαστάσεις του μοντέλου και η κλίμακα, γράφονται οι τίτλοι και το υπόμνημα του χάρτη και με την επιλογή Arrrows, πραγματοποιείται στροφή του Βορρά κατά 14° αντιωρολογιακά, όπως ακριβώς έγινε στο Area Input File. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τη χρωματική «παλέτα» του χάρτη του, μέσα από μια σειρά επιλογών. Εν προκειμένω, επιλέγεται η Standard.

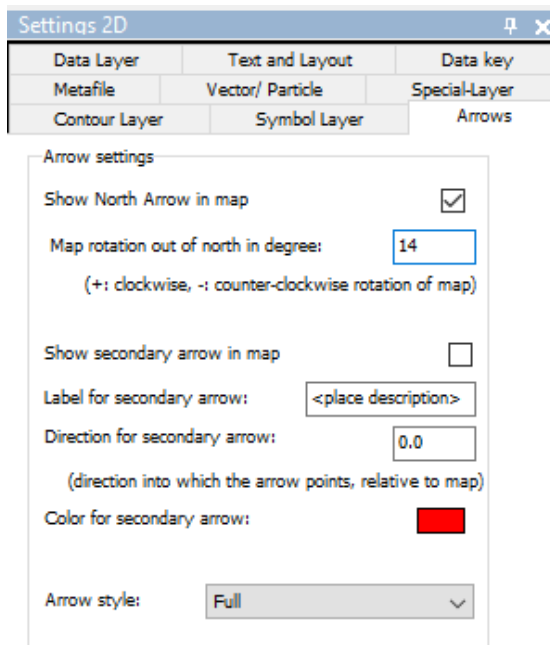


Εικόνα 5.15: Παράθυρο που ανοίγει κατά την εκκίνηση του προγράμματος Leonardo

# ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 5.16: Επιλογή αρχείου και μεταβλητών προς απεικόνιση, Leonardo

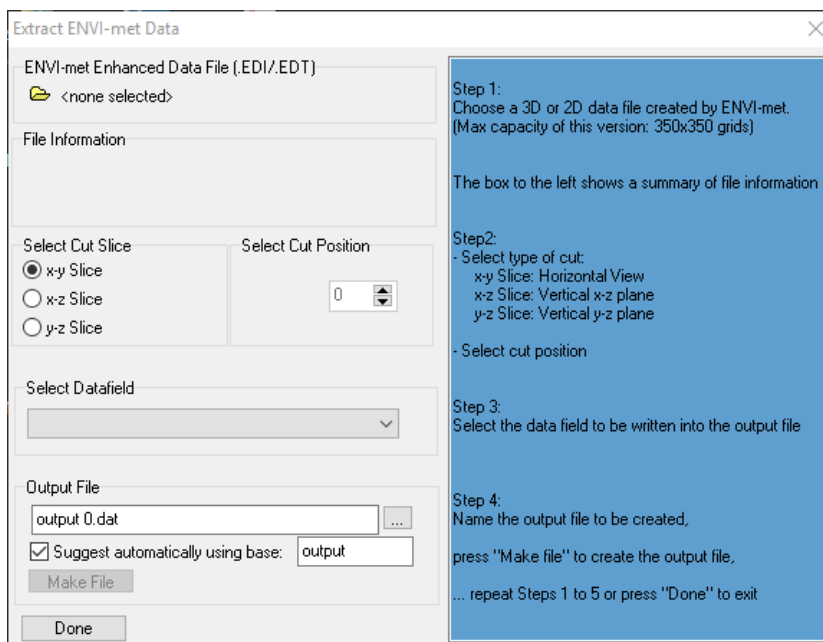


Εικόνα 5.17: Παράθυρο ρυθμίσεων χάρτη- Settings 2D, Leonardo

### 5.5.2 Xtract

Η εφαρμογή αυτή «ανοίγει» με το πέμπτο εικονίδιο της γραμμής εργαλείων του προγράμματος και επιτρέπει την «αποκωδικοποίηση» των συμπιεσμένων αρχείων .EDI. Τα αρχεία που δημιουργούνται στο Xtract είναι εξαιρετικά χρήσιμα, διότι επιτρέπουν την επεξεργασία των αποτελεσμάτων σε κοινά προγράμματα, όπως το Excel, τη μεταφερσιμότητά τους, καθώς τα αρχεία .EDI δεν ανοίγουν διαφορετικά, αλλά και την κατασκευή διαγραμμάτων απεικόνισης των αποτελεσμάτων, διευκολύνοντας έτσι την κατανόηση και αξιολόγησή τους.

Για τη διαδικασία αυτή, στην εν λόγω προσομοίωση ανοίγει το Xtract, επιλέγεται το εικονίδιο με τον κίτρινο φάκελο (λειτουργία [Open] ) και επιλέγονται ένα- ένα τα αρχεία του υποφακέλου Atmosphere, προς αποσυμπίεση. Επόμενο βήμα είναι η επιλογή επιπέδου τομής (επιλέγεται το επίπεδο της κάτοψης X-Y) και το ύψος τομής (όπως αναφέρθηκε, η τομή γίνεται στα 2m από την επιφάνεια του εδάφους). Στη συνέχεια, επιλέγεται η μεταβλητή που ενδιαφέρει κατά περίπτωση (με τη σειρά επαναλαμβάνεται η διαδικασία για τις παραμέτρους Pot. Temperature, Relative Humidity, Wind Speed και Wind Direction). Τέλος, αποδίδεται όνομα στο αρχείο και με την επιλογή Make File δημιουργείται το ζητούμενο αρχείο NotePad, το οποίο μπορεί να ανοίξει και στο Microsoft Excel.

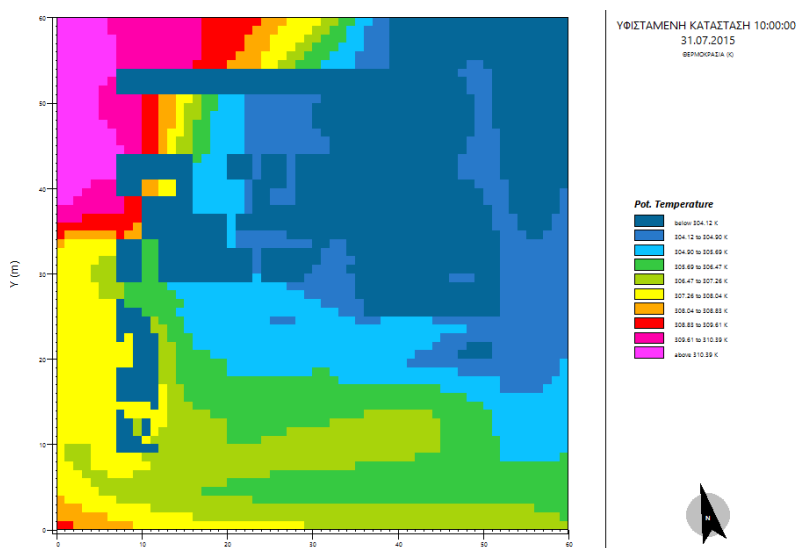


Εικόνα 5.18: Παράθυρο πλοήγησης στο Xtract

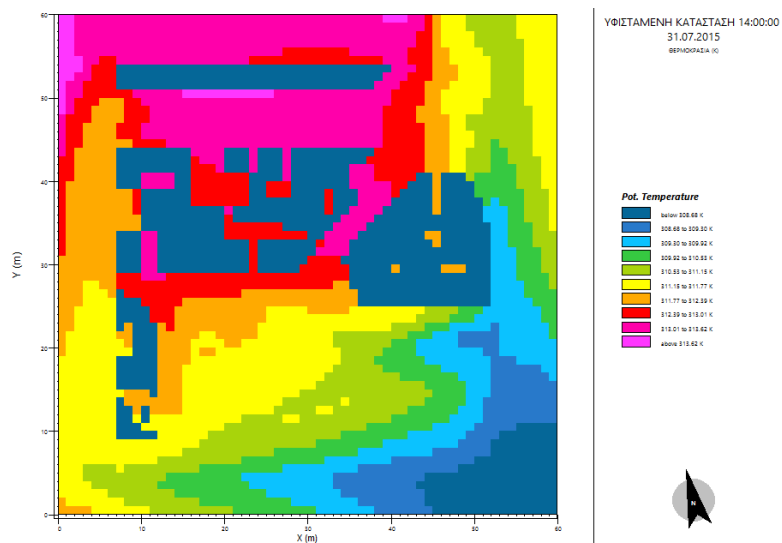
# ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

## 5.6 Συμπεράσματα- Αξιοπιστία προγράμματος

Από την προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης στις δύο πλατείες, παράγονται οι ακόλουθοι χάρτες στο πρόγραμμα Leonardo. Αναφέρεται ότι από τις 18 ώρες της προσομοίωσης, επιλέγεται να παρουσιαστούν οι χάρτες μόνο για τις εξής τρεις χρονικές στιγμές: 10:00πμ, 14:00μμ, 19:00μμ. Ο λόγος είναι ότι αυτές οι ώρες παρουσιάζουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους, ώστε έχει νόημα η διαδικασία, και μάλιστα, αναφέρονται σε ώρες που οι δύο πλατείες έχουν σημαντική κίνηση. Μάλιστα θεωρείται ότι στις 14:00, έχουμε τις δυσμενέστερες τιμές της θερμοκρασίας.



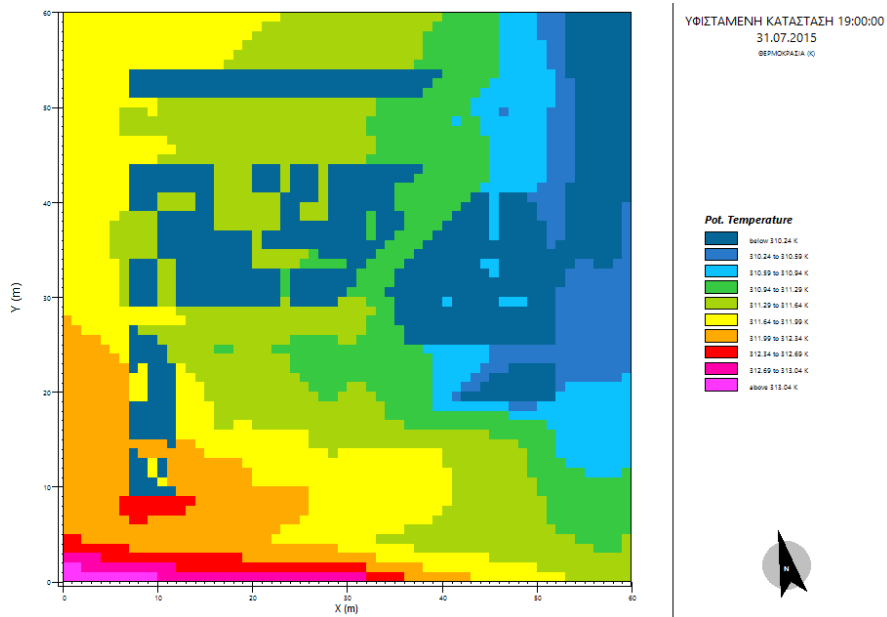
Εικόνα 5.19: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00 πμ



Εικόνα 5.20: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00μμ

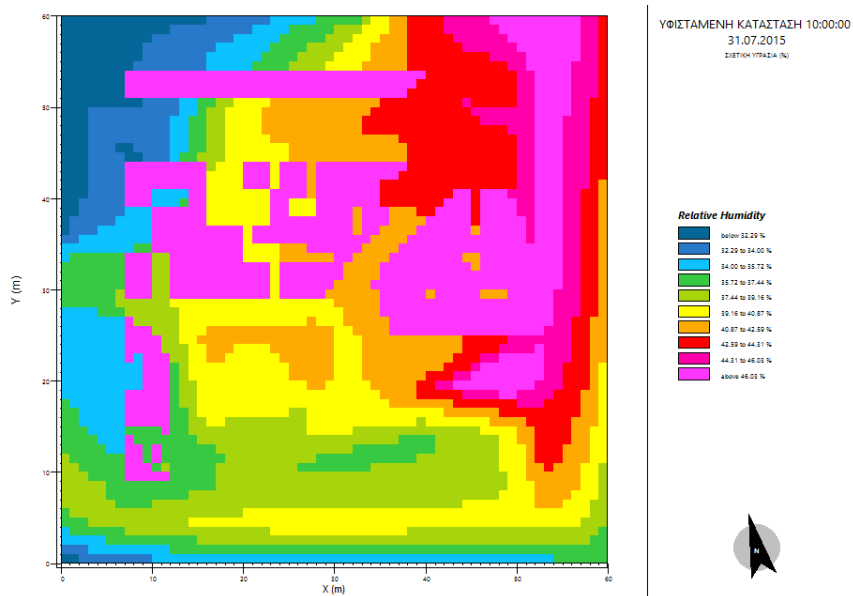


# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ENVI-MET



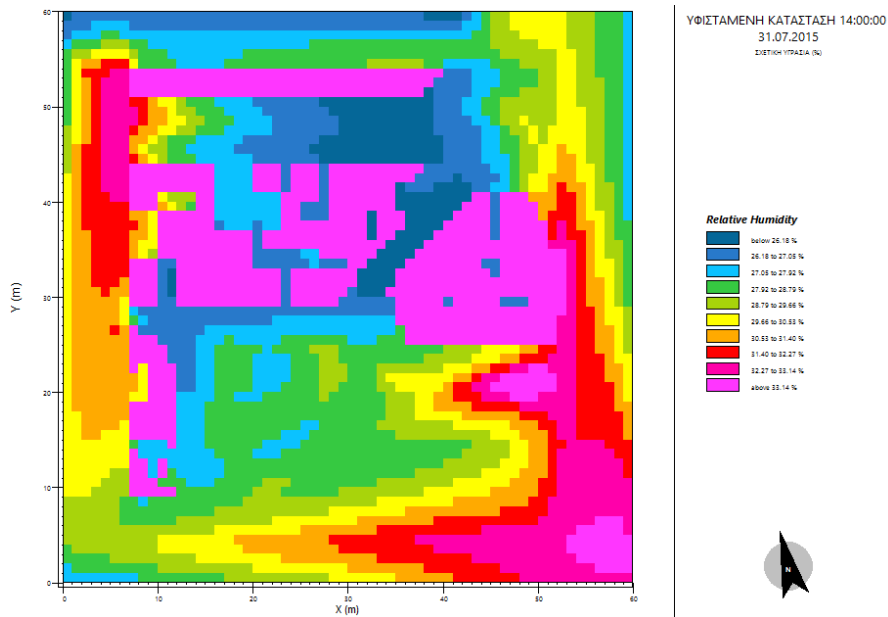
Εικόνα 5.21: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών, υφιστάμενη κατάσταση, 19:00μμ

Ακολουθούν οι χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας:

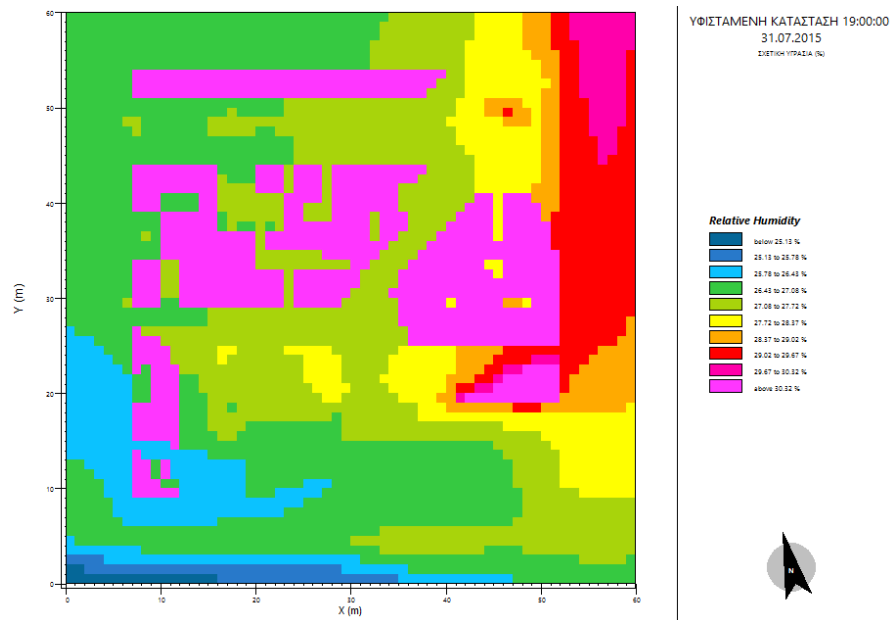


Εικόνα 5.22: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00 πμ

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

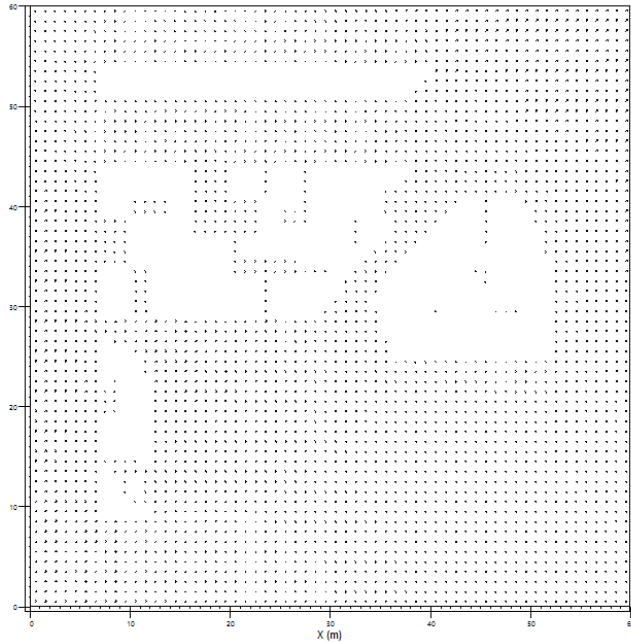


Εικόνα 5.23: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00 μμ

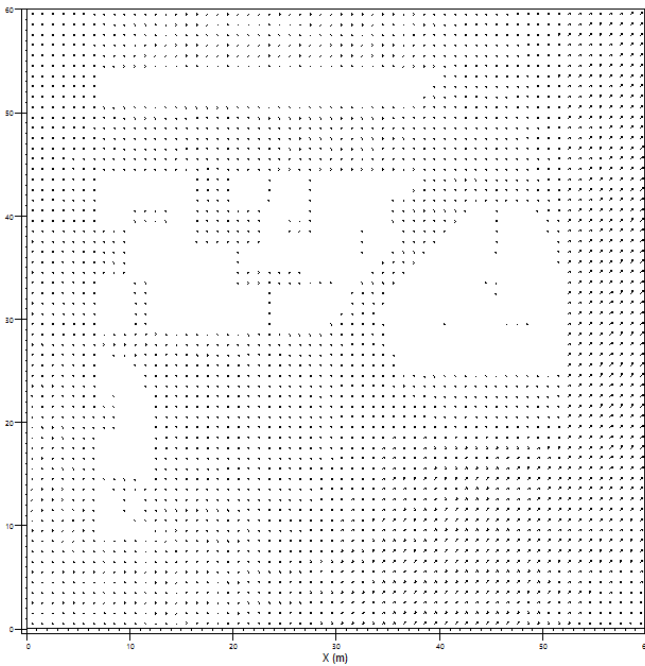


Εικόνα 5.24: Χρωματικός χάρτης σχετικής υγρασίας, υφιστάμενη κατάσταση 19:00μμ

Τέλος, οι διανυσματικοί χάρτες έντασης ανεμορροής:

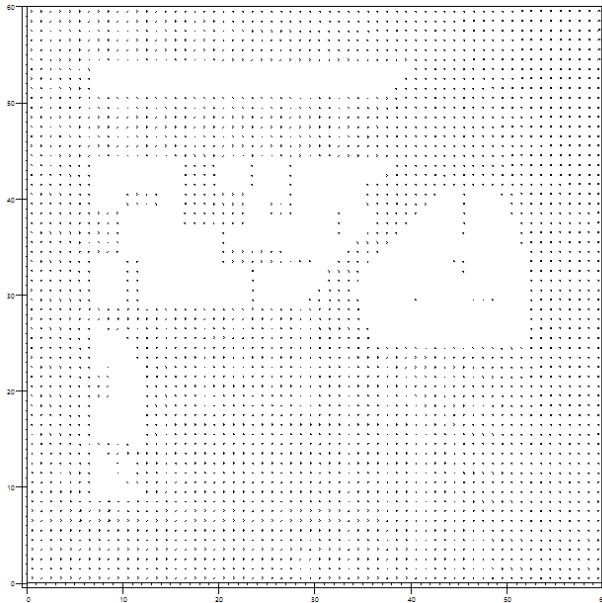


Εικόνα 5.25: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 10:00πμ



Εικόνα 5.26: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 14:00μμ

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

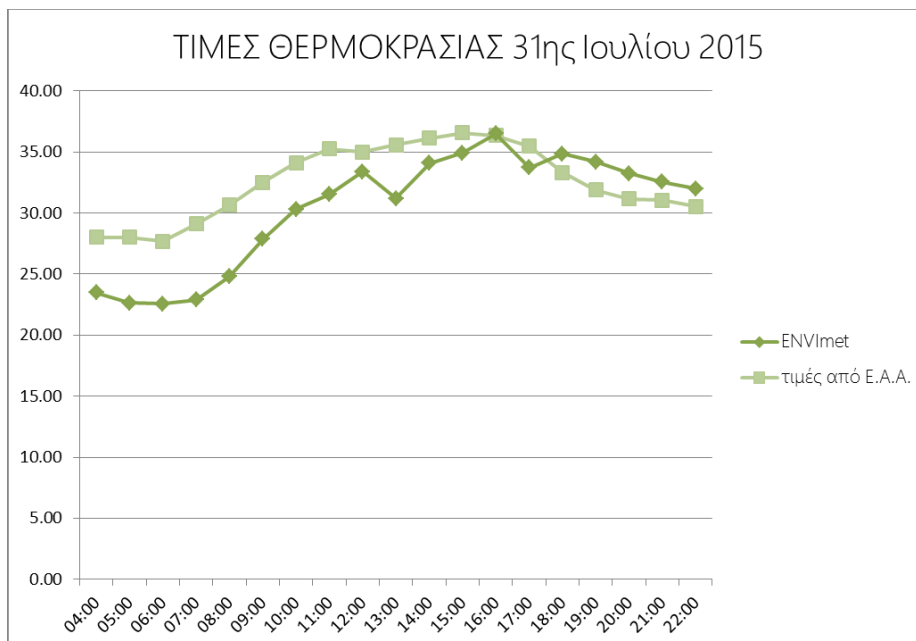


Εικόνα 5.27: Διανυσματικός χάρτης έντασης ανεμορροής, υφιστάμενη κατάσταση, 19:00 μμ

Στη συνέχεια, αποσυμπίεζονται στο Xtract οι πίνακες της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της ταχύτητας και της κατεύθυνσης ανέμου, για κάθε μία από τις 18 ώρες της προσομοίωσης και παράγονται τα ακόλουθα διαγράμματα μεταβολής των παραπάνω μεγεθών ως προς το χρόνο για την 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015. Στο ίδιο διάγραμμα, παριστάνεται, κατά περίπτωση, η μεταβολή των παραπάνω μεγεθών ως συνάρτηση του χρόνου, όπως αυτή προκύπτει από τις μετρήσεις του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και ελέγχεται η σύγκλιση των γραφικών παραστάσεων. Αναφέρεται, για την πληρότητα της περιγραφής, ότι οι τιμές της θερμοκρασίας που λαμβάνονται από το ENVImet, μετρώνται σε Kelvin (K) και μετατρέπονται σε °C μέσω της σχέσης  $\theta(^{\circ}\text{C})=T(\text{K})-273$ . Επίσης, οι τιμές της έντασης της ανεμορροής υπολογίζονται από το πρόγραμμα σε μονάδες S.I., δηλαδή σε m/s, και μετατρέπονται για τις ανάγκες των διαγραμμάτων σε km/h, ως εξής:  $u(\text{km/h})=3.60*u(\text{m/s})$ .

ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (°C)		
ΩΡΕΣ	Σταθμός Γκάζι (Ε.Α.Α.)	ENVI-met
04:00	28.00	23.46
05:00	28.02	22.62
06:00	27.67	22.56
07:00	29.10	22.88
08:00	30.65	24.79
09:00	32.50	27.87
10:00	34.13	30.32
11:00	35.25	31.52
12:00	35.00	33.39
13:00	35.58	31.20
14:00	36.12	34.08
15:00	36.58	34.93
16:00	36.35	36.50
17:00	35.47	33.72
18:00	33.32	34.84
19:00	31.88	34.20
20:00	31.15	33.22
21:00	31.05	32.53
22:00	30.55	32.00

Εικόνα 5.28: Ωριαίες τιμές θερμοκρασίας (σε °C), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met

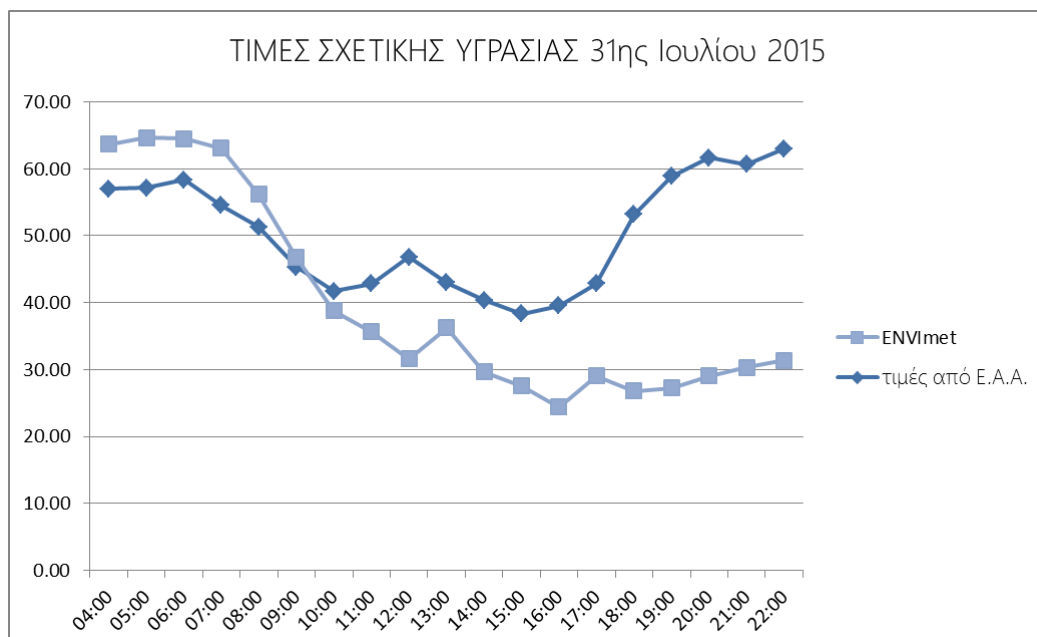


Εικόνα 5.29: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της θερμοκρασίας

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ (%)		
ΩΡΕΣ	Σταθμός Γκάζι (Ε.Α.Α.)	ENVI-met
04:00	57.00	63.66
05:00	57.17	64.66
06:00	58.33	64.50
07:00	54.50	63.09
08:00	51.33	56.15
09:00	45.33	46.76
10:00	41.67	38.77
11:00	42.83	35.66
12:00	46.83	31.57
13:00	43.00	36.22
14:00	40.33	29.65
15:00	38.33	27.55
16:00	39.50	24.42
17:00	42.83	29.02
18:00	53.17	26.76
19:00	58.83	27.27
20:00	61.67	29.03
21:00	60.67	30.34
22:00	63.00	31.38

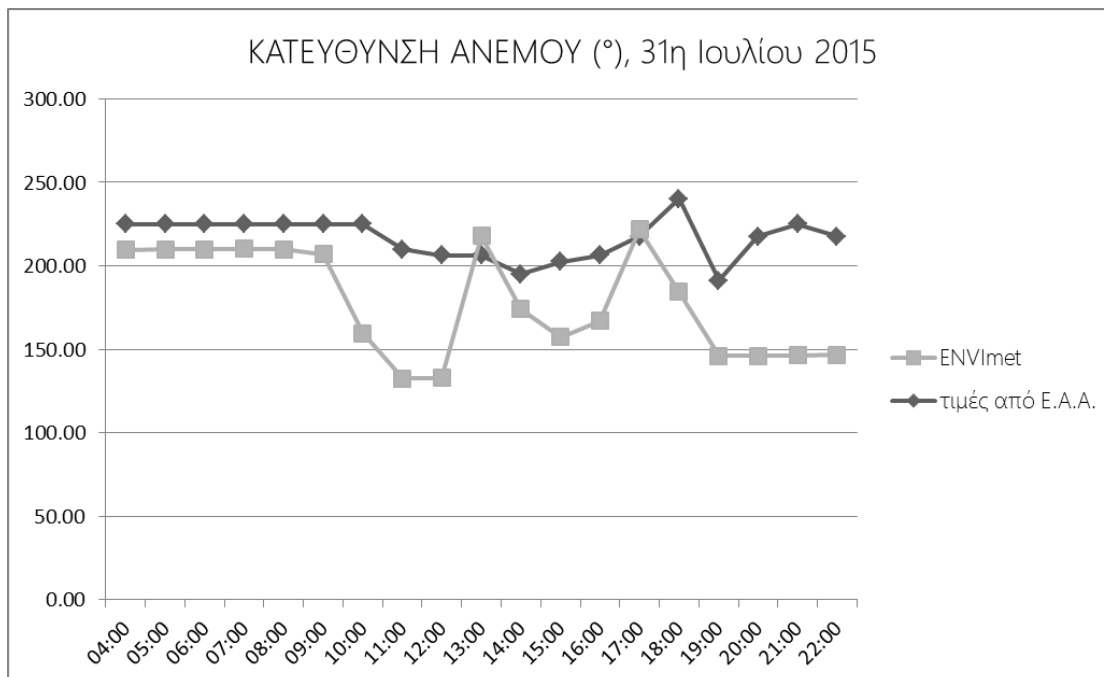
Εικόνα 5.30: Ωριαίες τιμές ποσοστού σχετικής υγρασίας (%), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από την προσομοίωση με το ENVI-met



Εικόνα 5.31: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής του ποσοστού σχετικής υγρασίας

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ (°)		
ΩΡΕΣ	Σταθμός Γκάζι (Ε.Α.Α.)	ENVI-met
04:00	225.00	209.60
05:00	225.00	209.91
06:00	225.00	209.86
07:00	225.00	210.11
08:00	225.00	209.90
09:00	225.00	207.06
10:00	225.00	159.54
11:00	210.00	132.32
12:00	206.25	132.80
13:00	206.25	217.92
14:00	195.00	174.17
15:00	202.50	157.24
16:00	206.25	167.09
17:00	217.50	221.92
18:00	240.00	184.28
19:00	191.25	146.14
20:00	217.50	146.08
21:00	225.00	146.30
22:00	217.50	146.76

Εικόνα 5.32: Ωριαίες τιμές κατεύθυνσης του ανέμου (σε μοίρες), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από προσομοίωση με το ENVI-met

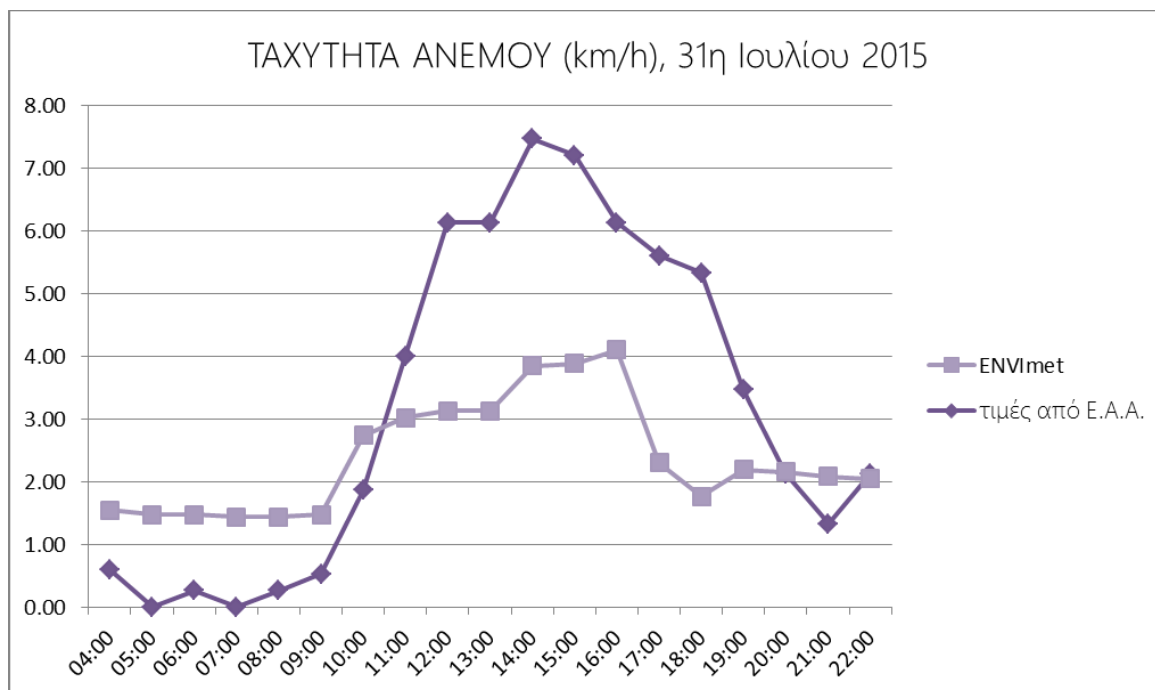


Εικόνα 5.33: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της κατεύθυνσης του ανέμου

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (km/h)		
ΩΡΕΣ	Σταθμός Γκάζι (Ε.Α.Α.)	ENVI-met
04:00	0.60	1.55
05:00	0.00	1.48
06:00	0.27	1.48
07:00	0.00	1.44
08:00	0.27	1.44
09:00	0.53	1.48
10:00	1.87	2.74
11:00	4.00	3.02
12:00	6.13	3.13
13:00	6.13	3.13
14:00	7.47	3.85
15:00	7.20	3.89
16:00	6.13	4.10
17:00	5.60	2.30
18:00	5.33	1.76
19:00	3.47	2.20
20:00	2.13	2.16
21:00	1.33	2.09
22:00	2.13	2.05

Εικόνα 5.34: Ωριαίες τιμές ταχύτητας ανέμου (σε km/h), όπως προέκυψαν α) από μετρήσεις στο σταθμό του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και β) από προσομοίωση με το ENVI-met



Εικόνα 5.35: Διαγράμματα χρονικής μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου



Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση αυτή, είναι πολύ χρήσιμα για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας του προγράμματος ENVI-met V3.1 και της πιστότητας του μοντέλου σε σχέση με την πραγματική κατάσταση. Ειδικότερα, σημειώνονται τα εξής:

- Τα αποτελέσματα του μοντέλου και των μετρήσεων του μετεωρολογικού σταθμού στο Γκάζι εμφανίζουν ικανοποιητική σύγκλιση, όσον αφορά στη θερμοκρασία, κυρίως μετά τις πρώτες ώρες εκτέλεσης της προσομοίωσης. Μπορεί να θεωρηθεί, επομένως, ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν ανταποκρίνονται επαρκώς στην πραγματική κατάσταση. Αυτή η εύλογη παραδοχή αξιοπιστίας, επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που ακολουθούν στα επόμενα κεφάλαια, αλλά και την αξιολόγηση της προτεινόμενης λύσης με βιοκλιματικά κριτήρια.
- Το ποσοστό σχετικής υγρασίας έχει τελείως διαφορετική χρονική εξέλιξη στις δύο περιπτώσεις υπολογισμών, με εξαίρεση μια ταύτιση τις πρώτες πρωινές ώρες, η οποία όμως μπορεί να θεωρηθεί συμπτωματική, εξ αιτίας της κατά τα άλλα έντονης ανομοιογένειας. Η μορφή της καμπύλης σχετικής υγρασίας- χρόνου είναι εύλογη, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν έχει γίνει κάποιο χονδροειδές σφάλμα κατά τη διαδικασία. Μπορεί να θεωρηθεί ότι το πρόγραμμα υποτιμά την υγρασία στην επιφάνεια του εδάφους, και πιθανώς οι αρχικές συνθήκες σχετικής υγρασίας να πρέπει να εισάγονται στο μοντέλο με κάποιον αυξητικό συντελεστή, ώστε να αποφεύγεται η απόκλιση αυτή.
- Όσον αφορά στην ένταση του ανέμου, άξιο σχολιασμού είναι το γεγονός ότι οι δύο καμπύλες εμφανίζουν ομοιότητες ως προς τη μορφή τους, για παράδειγμα σημεία καμψής και μονοτονία. Παρόλα αυτά, οι μετρήσεις του σταθμού του Ε.Α.Α. παρουσιάζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα. Η ασυμφωνία αυτή, μεταξύ των δύο καμπύλων, μπορεί να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι στους υπολογισμούς με το λογισμικό ENVI-met, ο άνεμος θεωρείται ως τυπική προγνωστική μεταβλητή, της οποίας οι διακυμάνσεις οφείλονται στη γεωμετρία του μοντέλου, ενώ οι αιφνίδιες αλλαγές που συνδέονται με καιρικά φαινόμενα δεν μπορούν να προβλεφθούν.
- Τέλος, προκειμένου για την κατεύθυνση του ανέμου, οι δύο καμπύλες παρουσιάζουν σημαντική ανομοιομορφία, με την καμπύλη του ENVI-met να εμφανίζει απότομες κλίσεις, που δεν θα μπορούσαν να είναι ρεαλιστικές.

Εν κατακλείδι, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το πρόγραμμα θεωρείται αξιόπιστο και το μοντέλο της υφιστάμενης κατάστασης αρκούντως πιστό προς την πραγματικότητα. Όσον αφορά στο πεδίο θερμοκρασίας, το οποίο εμφανίζει πολύ καλή σύγκλιση με τα μετεωρολογικά δεδομένα, μπορεί να θεωρηθεί ότι μια προσομοίωση με το ENVI-met παρέχει επαρκή εποπτεία των μεταβολών στη θερμοκρασία που δυνητικά επιφέρει μια αλλαγή στο σύστημα. Κατά τα άλλα, οι τιμές των υπόλοιπων μεταβλητών προτείνεται να μην υπερεκτιμηθούν ως προβλέψεις και η αξιοποίησή τους να περιοριστεί στη σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων εναλλακτικών σεναρίων, διαδικασία που μένει να γίνει στα επόμενα κεφάλαια.

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

## 6.1 Εισαγωγή

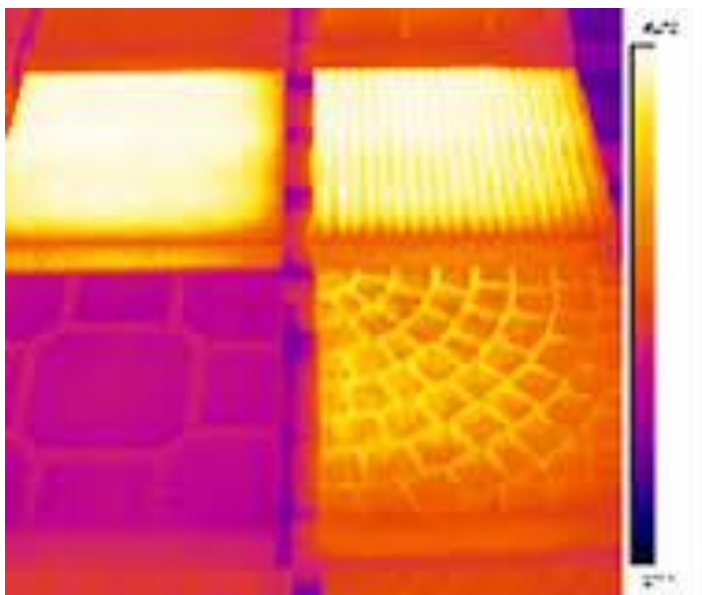
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας σειράς εναλλακτικών προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό ENVI-met V3.1 στην αυτή περιοχή μελέτης και με τις ίδιες αρχικές μετεωρολογικές συνθήκες, υπό τις οποίες εκτελέστηκε η προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο. Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι η αξιολόγηση της ευαισθησίας του μοντέλου στη μεταβολή των τιμών ορισμένων κρίσιμων μεταβλητών, μέσω της απόκρισης του προγράμματος, αλλά και η διερεύνηση της επίδρασης των μεταβλητών αυτών στο μικροκλίμα της περιοχής. Εκ των πραγμάτων, οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, στις οποίες γίνεται διεξοδική αναφορά στο κεφάλαιο 2, έχουν προκύψει από εκτενή διερεύνηση και συγκριτική μελέτη των επιπτώσεων της μεταβολής κάθε μεταβλητής στο μικροκλίμα, μέσω των αποτελεσμάτων ενός μεγάλου πλήθους τέτοιων εναλλακτικών σεναρίων. Άλλωστε, ακολουθώντας αυτές τις αρχές, έγινε η επιλογή των παραμέτρων των οποίων η επίδραση θα εξεταστεί. Παρόλα αυτά, στη βάση της λογικής ότι κάθε περίπτωση είναι ξεχωριστή, ένα ολιστικό σύστημα με διαφορετική ευαισθησία και απόκριση σε κάθε «εκτροπή» από τη «θέση ισορροπίας» του, κρίνεται ιδιαίτερα σκόπιμο να μελετηθεί προς ποια κατεύθυνση και σε τι βαθμό θα «κινηθούν» οι μετεωρολογικές του παράμετροι, μεταβαλλόμενης κάποιας από αυτές. Εξάλλου, αυτού του είδους η διερεύνηση συνιστά ένα επιχείρημα, μια κατευθυντήριο αρχή για τη σύνθεση της πρότασης ανάπλασης που παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο. Οι μεταβλητές των οποίων η επίδραση μελετάται είναι α) ο δείκτης ανακλαστικότητας των κτιρίων και β) η φύτευση. Στα επόμενα παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα κάθε ανάλυσης, ενώ συγκριτική θεώρηση και συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων θα γίνει στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

## 6.2 Δείκτης Ανακλαστικότητας (albedo)

### 6.2.1 Γενικά

Ως δείκτης ανακλαστικότητας ενός υλικού (albedo, όπως απαντάται στη διεθνή βιβλιογραφία) ορίζεται το ποσοστό της προσπίπτουσας σε μια επιφάνεια ακτινοβολίας, το οποίο επανεκπέμπεται στην ατμόσφαιρα (ανακλάται). Πρόκειται για ένα συντελεστή, ο οποίος εμφανίζεται υπό μορφήν δεκαδικού αριθμού, με τιμές 0-1. Η τιμή του δείκτη ανακλαστικότητας εξαρτάται κυρίως από το χρώμα και την υφή της εκάστοτε επιφάνειας, και από τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτήν, σε μικρότερο όμως βαθμό. Η άμεση σχέση της ανακλαστικότητας με το βιοκλιματικό σχεδιασμό αναφέρεται στην οπτική άνεση των χρηστών του χώρου. Υλικά με μεγάλη ανακλαστικότητα μπορούν να δημιουργήσουν δυσάρεστα περιβάλλοντα, λόγω θάμβωσης. Ωστόσο, η σημαντικότερη σύνδεση του δείκτη ανακλαστικότητας με το μικροκλίμα είναι έμμεση: η ανακλαστικότητα ενός υλικού καθορίζει το ποσό θερμότητας που αποθηκεύει στη μάζα του και κατ'επέκταση τη θερμοκρασία που αναπτύσσει. Υλικά με μεγάλη ανακλαστικότητα, ανοιχτόχρωμα και λεία, ανακλούν το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας που δέχονται, διατηρώντας χαμηλές

επιφανειακές θερμοκρασίες, επιβαρύνοντας όμως το περιβάλλον τους με πλεονάζον θερμικό φορτίο. Στον αντίποδα, υλικά χαμηλής ανακλαστικότητας, σκουρόχρωμα και αδρά, ανακλούν μικρότερα ποσοστά της ηλιακής ακτινοβολίας, αποθηκεύοντας όμως υψηλά ποσά θερμότητας στη μάζα τους, με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες. Η μειωμένη ανακλαστικότητα των δομικών υλικών των κτιριακών όγκων στις μεγάλες πόλεις κλιμακώνει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Οι αρχές του βιώσιμου αστικού σχεδιασμού και της αειφόρου ανάπτυξης, προτείνουν υλικά με υψηλό δείκτη ανακλαστικότητας ( $>0.65$ ) και συγχρόνως πολύ υψηλό δείκτη θερμικής εκπομπής ( $>0.80$ ). Τα υλικά αυτά, γνωστά ως ψυχρά υλικά, αποτελούν μια τεχνολογική καινοτομία που συνδυάζει την άμεση εκτόνωση της θερμότητας στο περιβάλλον με την ανάπτυξη περιορισμένων επιφανειακών θερμοκρασιών και ένα ευχάριστο οπτικό περιβάλλον.

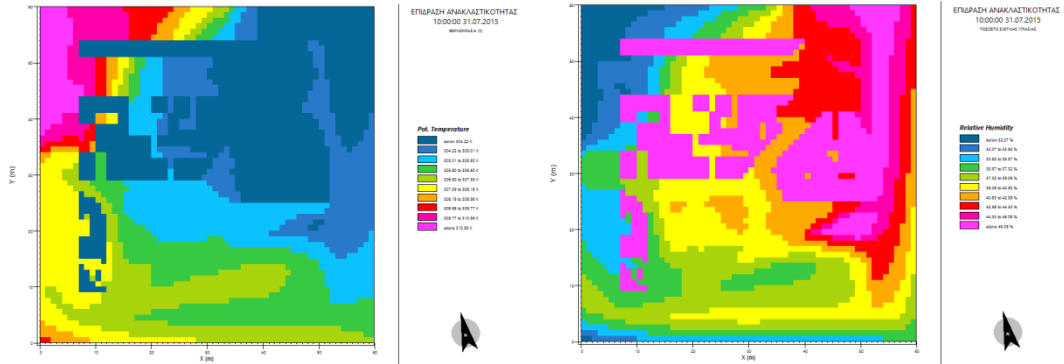


Εικόνα 6.1: Διαφορά επιφανειακών θερμοκρασιών μεταξύ συμβατικών και ψυχρών επιστρώσεων

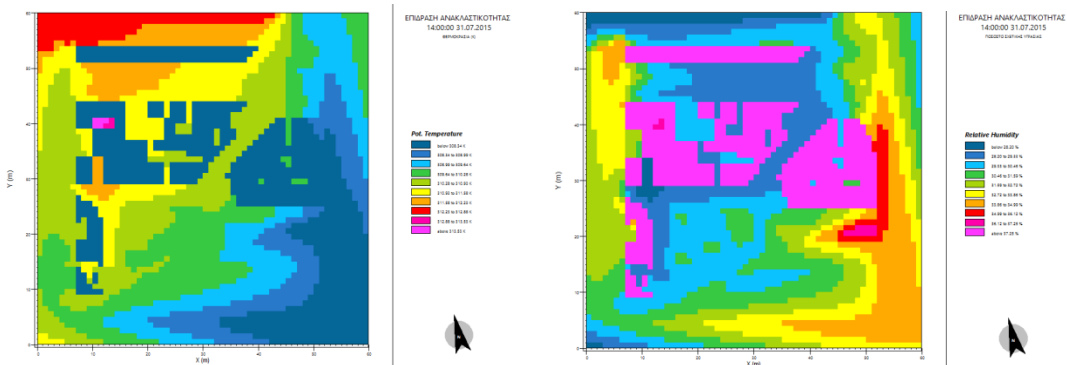
### 6.2.2 <sup>21</sup> Προσομοίωση- Αρχεία Εισόδου και Αποτελέσματα

Το πρώτο εναλλακτικό σενάριο προσομοίωσης πραγματοποιείται στο αυτό μοντέλο της περιοχής μελέτης και με τις ίδιες αρχικές συνθήκες, με εξαίρεση τη θεώρηση ότι στο σύνολό τους οι κτιριακοί όγκοι καλύπτονται από ψυχρά υλικά. Έτσι, τροποποιείται μόνο το Configuration File και συγκεκριμένα το Section [BUILDINGS]. Ορίζεται ως δείκτης ανακλαστικότητας για τοίχους και δώματα  $albedo=0.5$  και ο συντελεστής διάδοσης θερμότητας προκύπτει από τη σχέση  $0.6 \cdot \epsilon$ , όπου  $\epsilon$ : η θερμική εκπομπή. Ως συντελεστής θερμικής εκπομπής ορίζεται  $\epsilon=0.8$ . Δεδομένου ότι η παρούσα έκδοση του προγράμματος δεν επιτρέπει τη διαφοροποίηση μεταξύ των υλικών των κτιρίων και οι τιμές που εισάγονται εφαρμόζονται καθολικά, επιλέγεται μια «συντηρητική» τιμή ανακλαστικότητας, ώστε οι

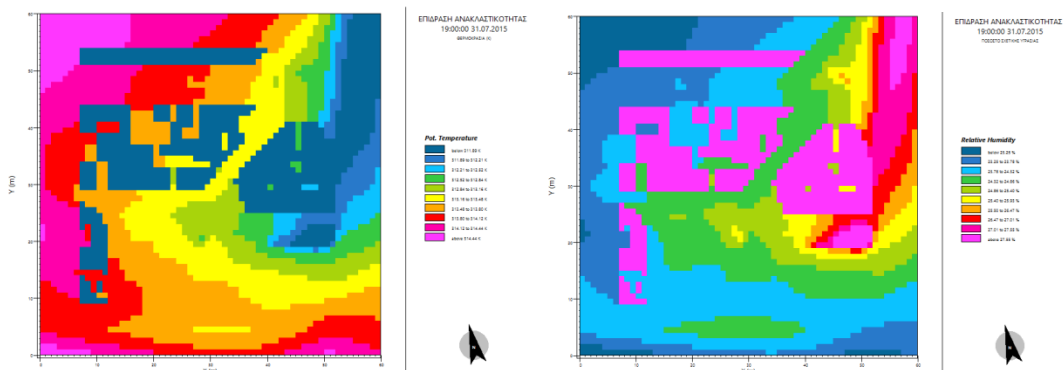
αποκλίσεις από την πραγματικότητα να περιοριστούν. Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εν λόγω ανάλυσης, ως χρωματικοί χάρτες, όπως δημιουργήθηκαν στο πρόγραμμα Leonardo.



Εικόνα 6.2: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2<sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ



Εικόνα 6.3: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2<sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ

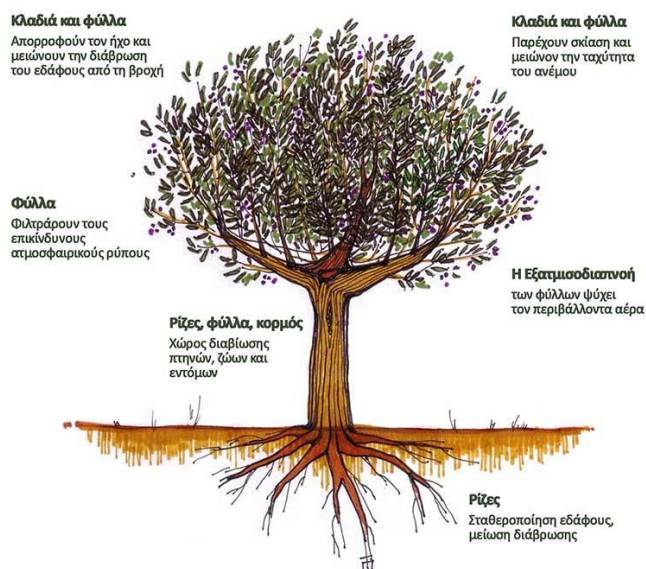


Εικόνα 6.4: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 2<sup>ης</sup> προσομοίωσης (albedo=0.50), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ

## 6.3 Φύτευση

### 6.3.1 Γενικά

Η βλάστηση αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα ρύθμισης και σταθεροποίησης του μικροκλίματος με πολλαπλά οφέλη. Σκιάζει, προστατεύει το έδαφος και τις διάφορες επιφάνειες, καθορίζει τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας, τροποποιεί ευεργετικά το πεδίο ανέμου, βελτιώνει την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, παρέχει ηχοπροστασία και προστατεύει τον διαταραγμένο στην πόλη κύκλο του νερού. Επιπλέον, οι φυτεύσεις αναβαθμίζουν την ποιότητα ζωής στην πόλη, προσφέροντας ευχάριστους και ενδιαφέροντες χώρους, αποκαθιστώντας παράλληλα τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον.



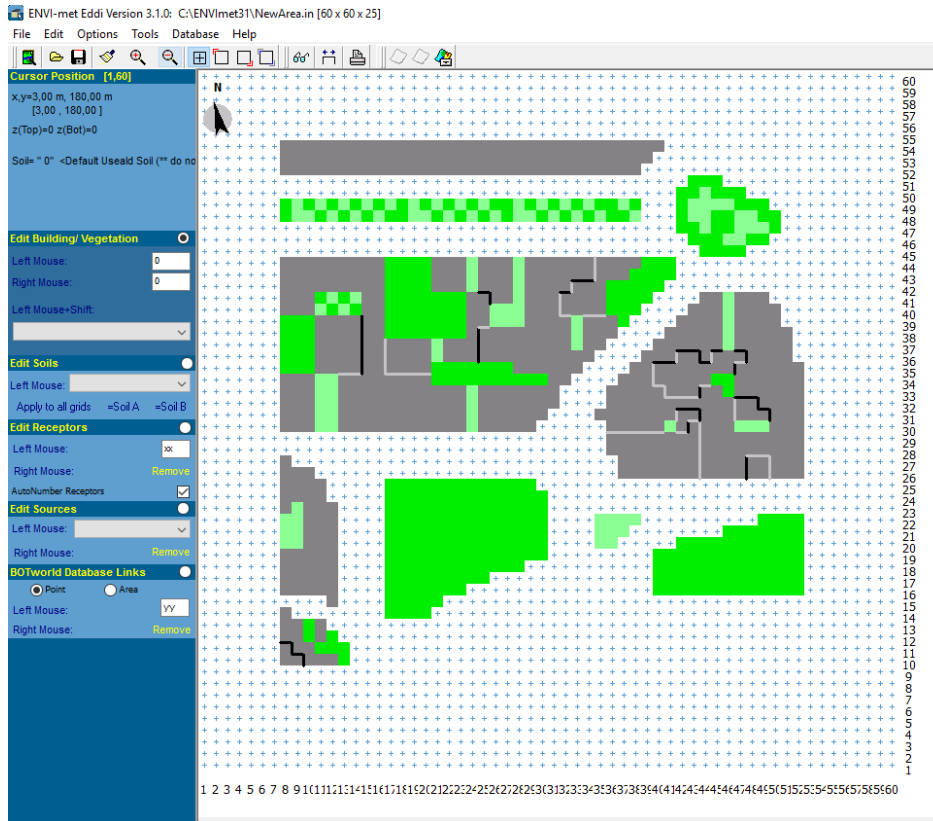
Εικόνα 6.5: Σχηματική απεικόνιση των ευεργετικών επιδράσεων της φύτευσης στο μικροκλίμα

### 6.3.2 3<sup>η</sup> Προσομοίωση- Αρχεία Εισόδου και Αποτελέσματα

Δεδομένης της κλιματικής αλλαγής και των κινδύνων που ελλοχεύουν, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προβάλλει κρισιμότερος από ποτέ και η στρατηγική φύτευση των περιορισμένων ελεύθερων χώρων στην πόλη παρουσιάζεται ως επιτακτική ανάγκη. Για την ποσοτικοποίηση της ευμενούς επίδρασης των φυτεύσεων στο αστικό μικροκλίμα και συγκεκριμένα στην περιοχή μελέτης, πραγματοποιείται η ακόλουθη ανάλυση: με αρχείο επεξεργασίας το NewConfig.cf, με το οποίο έγινε η πρώτη προσομοίωση, το αρχείο εισόδου τροποποιείται ως εξής: αυξάνονται σε πυκνότητα τα ψηλά δέντρα T1 <Tree 10m, very dense, leafless base>, το γρασίδι επεκτείνεται να καλύψει στο σύνολό της την ελεύθερη επιφάνεια, ενώ κατά τόπους

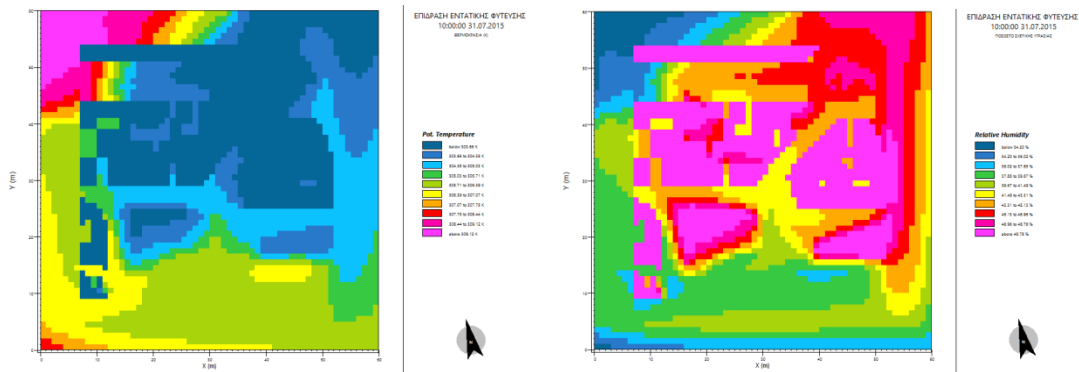


αντικαθίσταται από θάμνους H2 <Hedge dense, 2m>. Τέλος, φυτεύονται οι εσωτερικοί ακάλυπτοι των οικοδομικών τετραγώνων, των οποίων η συνολική επιφάνεια είναι αξιοσημείωτη, η φύτευσή τους όμως ανεπαρκής.

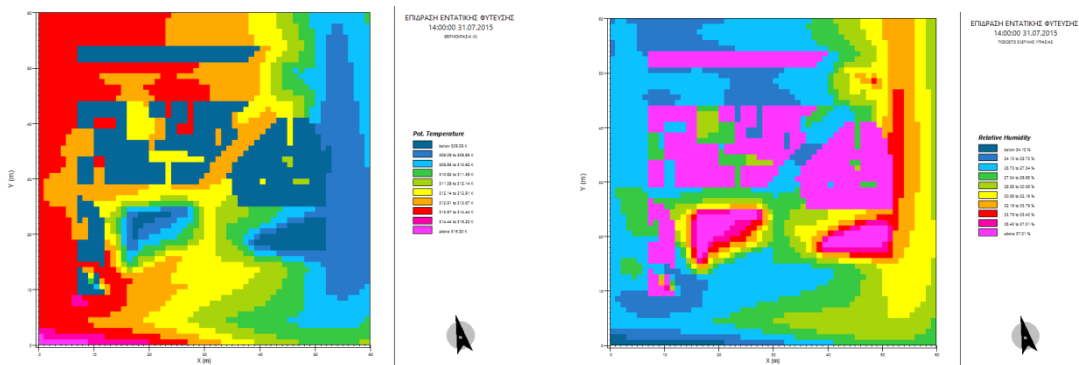


Εικόνα 6.6: Αρχείο Εισόδου τρίτης προσομοίωσης- εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων

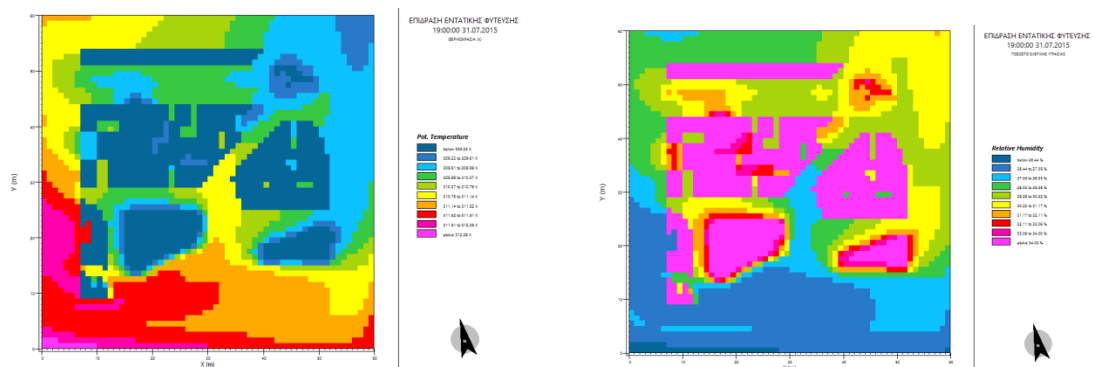
# ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 6.7: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ



Εικόνα 6.8: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ



Εικόνα 6.9: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 3<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ

## 6.4 Φυτεμένα Δώματα

## 6.4.1 Γενικά

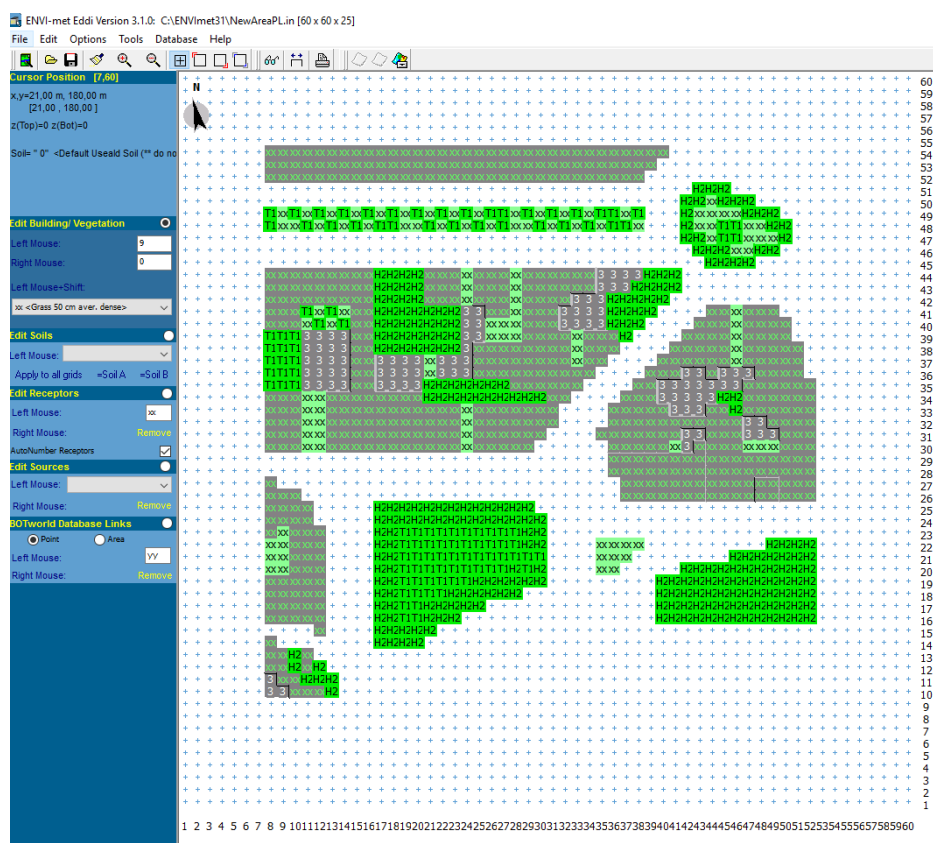
Όπως προαναφέρθηκε, η αναγκαιότητα διάχυσης της βλάστησης και της κάλυψης των πόλεων με χλωρίδα είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη και παρουσιάζεται ως μοναδική βιώσιμη δυνατότητα του αστικού χώρου ως χώρου ανθρώπινης διαβίωσης. Στις πυκνοδομημένες ελληνικές πόλεις, με τους ανεπαρκείς ελεύθερους χώρους, η εξασφάλιση των επιφανειών που θα φυτοκαλυφθούν δυνητικά, αποτελεί μείζον ζήτημα. Συνεπώς, εκτός από τους ακάλυπτους χώρους, εσωτερικούς και εξωτερικούς, αναγκαία είναι η κλιμάκωση της συστηματικής φύτευσης και στους κτισμένους όγκους. Ο λόγος για φυτεμένα δώματα και προσόψεις. Η φύτευση των δωματίων και των όψεων των κτιρίων βελτιώνει σημαντικά το μικροκλίμα, αλλά και το εσωτερικό μικροπεριβάλλον των κτιρίων, εφόσον έχει θερμομονωτικές ιδιότητες. Έτσι, μειώνεται το ενεργειακό αποτύπωμα των κτιρίων, εξέλξη με τη σειρά της ευεργετική για το μικροκλίμα της πόλης. Οι φυτεμένες κτιριακές επιφάνειες αναπτύσσουν σημαντικά χαμηλότερες θερμοκρασίες, ιδίως το καλοκαίρι, εκπέμποντας μάλιστα ελάχιστη θερμότητα στο περιβάλλον. Η διαφορά θερμοκρασίας είναι αξιοσημείωτη, κυρίως στα δώματα, τα οποία εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία περισσότερο από κάθε άλλη επιφάνεια, και μπορεί να αγγίξει τους 40° C. Παρόλα αυτά, τα φυτεμένα δώματα δεν είναι πανάκεια, καθώς η κατασκευή τους προϋποθέτει την εξασφάλιση ορισμένων τεχνικών προδιαγραφών, και κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη των φυτών, δεδομένου ότι το περιβάλλον στο οποίο τοποθετούνται δεν είναι το φυσικό τους. Έτσι, θα πρέπει να προστατεύονται από τους ισχυρούς ανέμους που πιθανώς αναπτύσσονται σε μεγάλο ύψος, την ανεπάρκεια νερού, τις ακραίες τιμές έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία και τον ανεπαρκή αερισμό. Συγχρόνως, ενώ η επίδραση των φυτεμένων δωματίων στο μικροκλίμα είναι σημαντική, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μικροκλιματικές συνθήκες στο επίπεδο κίνησης των πεζών δεν επηρεάζονται εξίσου δραστικά.



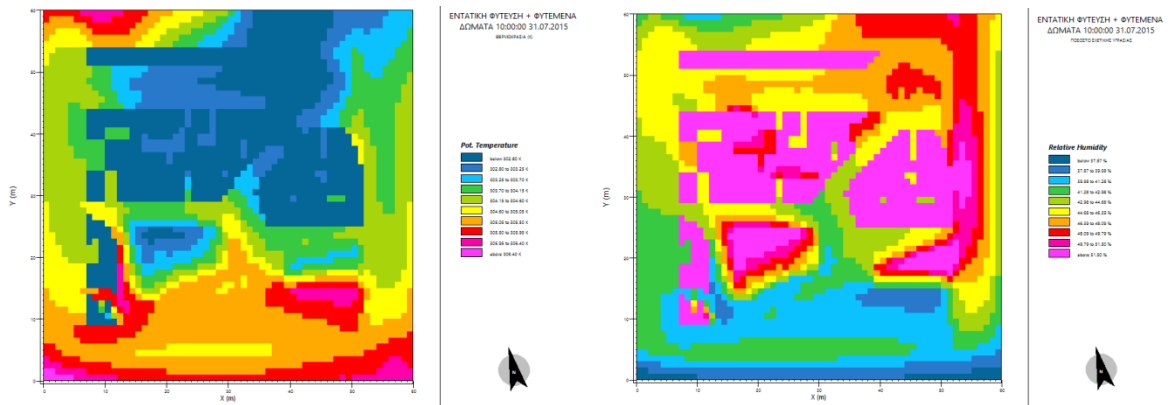
Εικόνα 6.10: Διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας ανάμεσα σε συμβατική πλάκα σκυροδέματος και φυτοκαλυμένο δώμα

#### 6.4.2 4<sup>η</sup> Προσομοίωση- Αρχεία Εισόδου και Αποτελέσματα

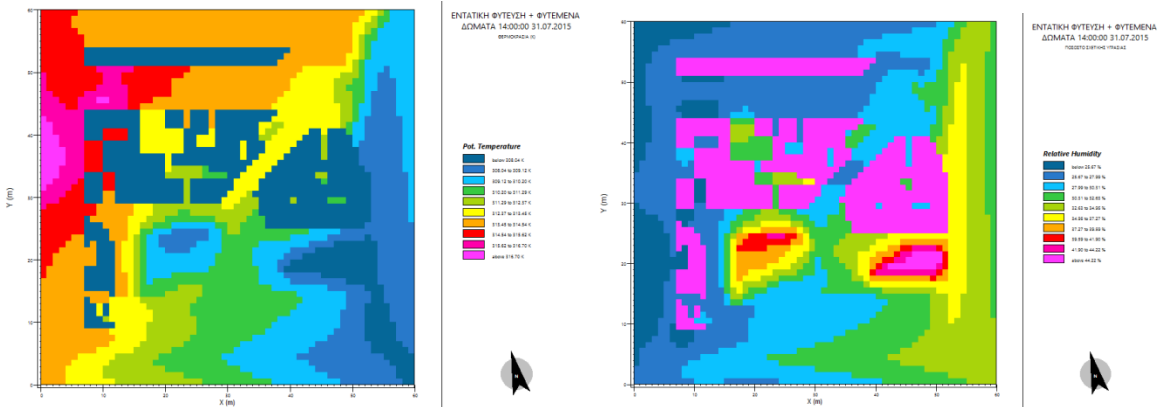
Η τέταρτη εναλλακτική προσομοίωση πραγματοποιείται με το ίδιο αρχείο επεξεργασίας παραμέτρων, NewConfig.cf και αρχείο εισόδου εκείνο που χρησιμοποιήθηκε και στην τρίτη προσομοίωση. Η διαφορά είναι ότι στο αρχείο αυτό, προστίθεται φυτοκάλυψη στα δώματα. Η περίπτωση των φυτεμένων δωματίων μελετάται συνδυαστικά με την εντατική φύτευση, διότι ο ίδιος ο χαρακτήρας της είναι συμπληρωματικός και το μέτρο αυτό, εφαρμοζόμενο μεμονωμένα, δεν αναμένεται να επιφέρει αξιόλογες αλλαγές στο επίπεδο κίνησης των πεζών. Από τις επιφάνειες των κτιρίων που φυτεύονται εξαιρούνται τα χαμηλά κτίσματα στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων, όπου οι συνθήκες κρίνονται ακατάλληλες για τα φυτά, λόγω ανεπαρκούς αερισμού και ηλιασμού. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι το σενάριο αυτό δεν είναι ρεαλιστικό και η ανάλυση που ακολουθεί έχει καθαρά ερευνητικό χαρακτήρα. Ο λόγος είναι ότι δεν μπορεί να γίνει η παραδοχή ότι τα παλιά και σε ένα βαθμό ανεπαρκώς συντηρημένα κτίρια της γειτονιάς αυτής των Άνω Πετραλώνων μπορούν να φέρουν το φορτίο ενός φυτεμένου δώματος και των μονωτικών επιστρώσεων που υπόκεινται της φυτοκάλυψης.



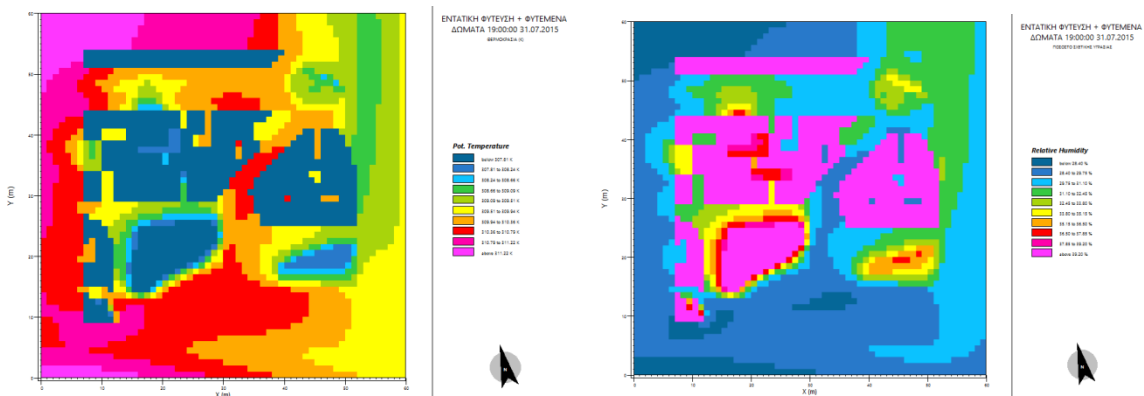
Εικόνα 6.11: Αρχείο εισόδου τέταρτης προσομοίωσης- εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων



Εικόνα 6.12: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00 πμ



Εικόνα 6.13: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00 μμ



Εικόνα 6.14: Χρωματικοί χάρτες α) θερμοκρασίας και β) σχετικής υγρασίας της 4<sup>ης</sup> προσομοίωσης (εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων), 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00 μμ

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι παραπάνω χρωματικοί χάρτες, παρέχουν μια πρώτη εικόνα των μεταβολών που αναμένεται να επέλθουν, αν ληφθεί κάποιο από τα παραπάνω μέτρα. Σημειώνεται και πάλι ότι ο σκοπός της ανάλυσης είναι θεωρητικός, ερευνητικός, καθώς μελετάται η επίδραση μεμονωμένων παραμέτρων στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης και δεν εξετάζεται η αποτελεσματικότητα κάποιου διορθωτικού μέτρου που θα μπορούσε πρακτικά να εφαρμοστεί. Αυτά τα πρώτα αποτελέσματα προσφέρουν μια κατεύθυνση στο σχεδιασμό που ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο και θα αξιολογηθούν συστηματικά, συγκρινόμενα και με την υφιστάμενη κατάσταση, στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο.



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ





ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

## 7.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο προσεγγίζεται ο επανασχεδιασμός των ελεύθερων δημόσιων χώρων με κριτήρια συνθετικά. Η ορθολογικότητα και επιτυχία του σχεδιασμού συναρτώνται οπωσδήποτε με την εξασφάλιση των επιδιώξεων που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια περί βιοκλιματικής θεώρησης και κοινωνικής λειτουργίας του δημόσιου χώρου. Τη δομή του κεφαλαίου απαρτίζουν τρεις ενότητες, εκ των οποίων η πρώτη αφορά στους άξονες του σχεδιασμού και τις συνθετικές αρχές που διέπουν τη διαδικασία αυτή, στη γενική περίπτωση. Στη δεύτερη ενότητα, παρουσιάζεται η προτεινόμενη λύση ανάπλασης ως εφαρμογή αυτών των κανόνων και των μεθοδολογιών και εξηγείται κάθε σχεδιαστική επιλογή που έχει γίνει. Στο τρίτο και τελευταίο μέρος, περιγράφεται η διαδικασία προσομοίωσης στο ENVI-met της πρότασης ανάπλασης και παρουσιάζονται τα εξαγόμενα αποτελέσματα.

Ο επανασχεδιασμός των δημόσιων ελεύθερων χώρων συνιστά μια πολύπλοκη διαδικασία. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το στοίχημα που καλείται να κερδίσει ο δημόσιος ελεύθερος χώρος στη σύγχρονη πόλη είναι αφενός να λειτουργήσει ως ιδεολογική έδρα, ως εφαλτήριο για συλλογικές διαδικασίες και αφετέρου να συνεισφέρει τα μέγιστα στη βελτίωση του αστικού μικροκλίματος. Προς αυτή την κατεύθυνση, απαιτείται διερεύνηση της σχέσης πλήθους παραμέτρων, κοινωνικών και βιοκλιματικών, και του βαθμού που η καθεμία από αυτές συμβάλλει στην επίτευξη του στόχου. Η επάρκεια ως προς τα μεγέθη, δηλαδή το απαιτούμενο εμβαδό ελεύθερων χώρων που ορίζει ο κανονισμός, ή η εξασφάλιση απλώς καλών συνθηκών φωτισμού και αερισμού απέχει πολύ από τη δημιουργία χώρων ικανών να προσελκύσουν κοινωνικές δραστηριότητες. Η έννοια του τόπου και της συνέχειας που χαρακτήριζε τους ελεύθερους χώρους στο παρελθόν, δεν μπορεί να εκφραστεί στον αρνητικό χώρο μεταξύ αδιάφορων παρατάξεων μονότονων κτιρίων. Άλλωστε, ο αρχιτεκτονικός και ο πολεοδομικός χώρος δεν είναι η τυχαία χωρική συνθήκη, αλλά ο χώρος που αναδύεται από τη συνύφανση των εντάσεων που δημιουργούν οι ανάγκες των ανθρώπων. Οι δυσκολίες που καλείται να αντιμετωπίσει ο σχεδιαστής του ελεύθερου δημόσιου χώρου, πέραν των πολεοδομικών περιορισμών, οι οποίοι μπορούν να αντιμετωπιστούν με παρεμβάσεις ήπιες αλλά καλά συνδεδεμένες μεταξύ τους, είναι δύο φύσεων: πρώτον, η σχεδίαση σε υπάρχον κέλυφος· στην πλειοψηφία τους οι ελεύθεροι χώροι προκύπτουν ως υπολειμματικοί στο συνεχές οικοδομικό σύστημα, με αποτέλεσμα τα περιγράμματά τους να εισάγουν σημαντικούς περιορισμούς κατά την επανασχεδίαση. Καλείται λοιπόν ο σχεδιαστής να δώσει στον ελεύθερο δημόσιο χώρο νέο περιεχόμενο, μορφή και χαρακτήρα, χωρίς να μπορεί να επέμβει δραστικά στο μέγεθος, το σχήμα και τη σχέση του με το περιβάλλον. Δευτερον, το σύστημα από το οποίο αναμένεται να προκύψει η λύση στο ζήτημα της ανασύνθεσης των αστικών κενών είναι πολυπαραμετρικό, για να χρησιμοποιηθεί μαθηματική ορολογία. Ενδέχεται κάποιες παράμετροι να έχουν αλληλοαναιρούμενες επιδράσεις, καθιστώντας ορισμένες επιλογές ασυμβίβαστες. Ο μελετητής και ο σχεδιαστής καλούνται να προτείνουν λύσεις βελτιστοποίησης και προς την κατεύθυνση αυτή ιδιαίτερα βοηθητικός είναι ο ρόλος των προγραμμάτων προσομοίωσης. Συγκρίνοντας την απόκριση του συστήματος σε κάθε αλλαγή, μπορεί να επιλεγθεί η πλέον αποδοτική εκ των πιθανών λύσεων.

## 7.2 Η φιλοσοφία του σχεδιασμού: συνθετικές αρχές και σχεδιαστικές επιδιώξεις

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο, στο ερώτημα γιατί είναι απαραίτητες οι αναπλάσεις στην κορεσμένη σύγχρονη πόλη, αξιοποιήθηκε το επιχείρημα ότι ο επανασχεδιασμός των ελεύθερων κοινόχρηστων χώρων αναδεικνύει το ρόλο τους, αλλά και το περιβάλλον τους. Στην υποενότητα αυτή, παρατίθενται οι σχεδιαστικοί κανόνες και επιδιώξεις αυτής της διαδικασίας, προκειμένου ο ελεύθερος χώρος να ανακτήσει την υπόσταση του ως ζωντανό και ζωτικό κομμάτι της πόλης, αναδυόμενος μέσα από απλές γραμμές και πλήρως εναρμονισμένος με το περιβάλλον του, θυμίζοντας πως αυτός ο τόπος κάποτε επιλέχθηκε να κατοικηθεί, να δομηθεί και να αναπτυχθεί. Την ορθολογικότητα του σχεδιασμού επαληθεύει η σύγκλιση των επιδιώξεων των τριών θεμελιωδών αξόνων μελέτης- του κοινωνικού, του οικολογικού και του συνθετικού, η οποία είναι έκδηλη στα επόμενα.

Ξεκινώντας, αξίζει να τονιστεί η ιδιαίτερη φροντίδα που χρειάζεται μια τέτοια προσπάθεια ανάπλασης του δημόσιου ελεύθερου χώρου, λόγω της διττής φύσης του: πρόκειται για ένα κλειστό σύστημα, με την έννοια ότι έχει συγκεκριμένο περίγραμμα και σε ένα βαθμό αυτοαναφορική λειτουργία: ευρισκόμενο, ωστόσο, σε ανοιχτό και διαρκή διάλογο με το περιβάλλον του, θα μπορούσε να αναφερθεί ως διαμπερές υποσύνολο του αστικού ιστού. Η πρόκληση στην ανάπλαση είναι ακριβώς αυτή: η δημιουργία σε υπάρχον κέλυφος. Το νέο στοιχείο, θα πρέπει οπωσδήποτε να εντάσσεται στο περιβάλλον του, και μάλιστα έχοντας διαταρράξει την υπάρχουσα ισορροπία με αυτό, εφόσον τροποποιείται. Σε ένα ολιστικό σύστημα, όπως είναι η πόλη, κάθε αλλαγή ενός στοιχείου συνδέεται με ταυτόχρονη μεταβολή του περιβάλλοντός του. Στις αναπλάσεις των σύγχρονων αστικών μεγαδομών, οι μεταλλαγές που συμβαίνουν θα πρέπει να υπαγορεύονται άμεσα από την πολύπλευρη εντατική ζωή. Ως τέτοιες, βρίσκονται σε ανοιχτό και συνεχή διάλογο με το δομημένο περιβάλλον, που αποτελεί το ερμηνευτικό πλαίσιο υπό το οποίο ο πολίτης σχηματίζει αντιληπτική εικόνα για το χώρο του. Ο σχεδιαστής επιδιώκει να δημιουργήσει έναν χώρο ικανό να επιτελέσει σπουδαίες οικολογικές και κοινωνικές λειτουργίες, παραμένοντας εγγεγραμμένος σε ένα πολύ συγκεκριμένο περίγραμμα, το οποίο δεν είναι κατ' ανάγκη η νοητή ή πραγματική γραμμή που περικλείει τον προς επεξεργασία χώρο, αλλά συνολικά η ένταξη σε ένα πολύ συγκεκριμένο περιβάλλον. Στη βάση της λογικής ότι το περίγραμμα είναι το περίβλημα ενός περιεχομένου, σε μια ανάπλαση ο σχεδιαστής ζητά να προσδώσει σε υπάρχον περίβλημα νέο χαρακτήρα, νόημα και λειτουργίες, διατηρώντας την τάξη που το περίγραμμα υπονοεί- τη διάκριση του «εντός»-«εκτός», αλλά πάντα σε σχέση διαλεκτική. Μια επιτυχής μορφή ανασυγκρότησης ορίζεται από τη δημιουργία ξεκάθαρων και ιδιαίτερων δημόσιων και ιδιωτικών χώρων. Η καλή σχέση μεταξύ των κτιρίων σε ένα δρόμο και η επίδραση του κτισμένου περιβάλλοντος στους δημόσιους χώρους, μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση του χώρου. Από την άλλη, ο κατάλληλος σχεδιασμός των ελεύθερων χώρων, συμβάλλει στην εύρυθμη λειτουργία των κτιρίων, εξασφαλίζοντας επαρκή αερισμό, δροσισμό, μειωμένο ενεργειακό αποτύπωμα, οπτική εκτόνωση και λοιπά. Και είναι αυτή η νέα ερμηνεία του «εντός»-«εκτός», ο διάλογος κενού και πλήρους, η διάκριση ιδιωτικού και δημόσιου βίου, που αναδεικνύει τη φυσιογνωμία του αστικού τοπίου.

Η στροφή προς τις βιοκλιματικές μελέτες ανάπλασης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και η εμπειρία που έχει αποκτηθεί ως εκ τούτου, οδηγεί στη σύσταση ορισμένων κανόνων και σχεδιαστικών οδηγιών, προκειμένου να λαμβάνονται τα πλέον αποδοτικά διορθωτικά μέτρα για τη

βελτίωση του μικροκλίματος. Μια κακώς εννοούμενη αξιοποίηση των διαθέσιμων προτύπων θα μπορούσε να οδηγήσει στην πεποίθηση ότι υπάρχει η τέλεια λύση, η οποία θα έπρεπε να εφαρμόζεται καθολικά. Κάτι τέτοιο ασφαλώς δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και έχει αρνητικές συνέπειες για το χαρακτήρα της πόλης. Ο επανασχεδιασμός των ελεύθερων δημόσιων χώρων είναι πολύ πιο πολύπλοκος και καλείται να προτείνει μια λύση ανάμεσα σε δυο αντίθετους πόλους. Ναι μεν η παρελθούσα εμπειρία μπορεί να βοηθήσει υπαγορεύοντας μια κατεύθυνση στο σχεδιασμό, σε σχέση με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, ωστόσο κάθε περίπτωση θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μοναδική. Δεν νοείται λύση «πανάκεια», ένα πακέτο επιλογών που ταιριάζει σε κάθε χώρο και εξαλείφει κάθε πιθανό πρόβλημα, στη λογική του «προκάτ» ή του «one size fits all». Και τούτο διότι είναι αδύνατο να εξεταστεί ένα πολεοδομικό ζήτημα χωρίς διαρκή αναφορά στα συστατικά στοιχεία της περιοχής μελέτης: οποιαδήποτε επέμβαση είναι αδιανόητη, αν δεν συνδέεται με την αρμονική εξέλιξη της περιοχής. Έτσι τα σχεδιαστικά πακέτα επιλογών χαρακτηρίζονται μεν από μεταφερσιμότητα, με την έννοια ότι υποδεικνύουν τρόπους ρύθμισης κοινών μικροκλιματικών παραμέτρων, αλλά ως ένα σημείο· ο δημόσιος ελεύθερος χώρος πρέπει να είναι ελκυστικός και να λειτουργεί σε συνεργασία με το φυσικό τοπίο. Αυτό όμως προϋποθέτει μια ισορροπία μεταξύ φυσικών πόρων, μικροκλίματος και υφιστάμενων περιβαλλοντικών συνθηκών. Για τη δημιουργία μιας βιώσιμης ανασυγκρότησης είναι σημαντικό ο σχεδιαστής να αναγνωρίσει και να εκτιμήσει τη φυσιογνωμία της περιοχής μελέτης, να παρακολουθήσει τον απόηχο των βημάτων των κατοίκων περασμένων δεκαετιών, να μελετήσει το διάλογο μεταξύ δομημένου περιβάλλοντος και τοπίου, αναγνωρίζοντας τις ιδιαιτερότητες κάθε τόπου και τους κανόνες που διέπουν τη λειτουργία του. Μόνο τότε θα μπορέσει να προτείνει χώρους ικανούς να ενταχθούν ως ζωντανό και ζωτικό κομμάτι στον αστικό ιστό. Σε αντίθετη περίπτωση, η ανάπλαση εκφυλίζεται σε διορθωτικό μέτρο, σε «φαρμακευτική αγωγή», πάντα ανοίκεια και με χαρακτήρα προσωρινό. Υπό την προϋπόθεση ότι μία πρόταση είναι άρτια και σύμφωνη με τις τοπικές πολιτικές και στρατηγικές, οι ανάγκες και η συμπεριφορά της κοινότητας συνιστούν επίσης μέρος της σχεδιαστικής διαδικασίας. Ειδικότερα, οι συνθήκες που λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό είναι οι ακόλουθες:

- Το φυσικό περιβάλλον κάθε περιοχής
- Τα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος
- Οι χρήσεις γης, οι κυκλοφοριακές συνθήκες και οι τυπολογίες των υφιστάμενων οδών
- Οι υπάρχοντες υπαίθριοι «πράσινοι» χώροι
- Τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος, και συγκεκριμένα τα οικοδομικά συστήματα και ο βαθμός φόρτισης (πραγματοποιούμενοι συντελεστές δόμησης, πυκνότητες πληθυσμού και λοιπά)
- Το ιδιοκτησιακό καθεστώς και το πρόγραμμα επέμβασης, σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο
- Υφιστάμενες ιστορικές καταγραφές και μοτίβα
- Αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά, κτιριακές μορφές και τοπόσημα
- Διάφορα πληθυσμιακά στοιχεία, όπως ποιότητα ζωής και επιδιώξεις

Οι αξίες και οι στόχοι της ανάπλασης, διατυπώνονται επομένως κατά μοναδικό τρόπο για κάθε μελέτη, επιδιώκοντας μια νοηματική συνέχεια με το υπάρχον. Σε κάθε περίπτωση, υπάρχουν τα στοιχεία εκείνα τα οποία χρειάζεται να παραμείνουν στην φυσική ή έστω προτεραιία τους κατάσταση, ενισχύοντας τη σύνδεση με το παρελθόν, την οικειότητα του πολίτη με την πόλη του και τη συλλογική μνήμη. Η ισοπεδωτική ομοιότητα των ελεύθερων χώρων και η αποσπασματικότητα των νοημάτων της πόλης αποτέλεσε εξάλλου επιχείρημα, σε προηγούμενο κεφάλαιο, για τη θλιβερή

εικόνα του ελεύθερου δημόσιου χώρου στην πόλη του σήμερα. Στην άλλη άκρη του φάσματος, βρίσκεται η εμμονική προσκόλληση στην εικόνα που είχε η πόλη στο παρελθόν, με τις προτάσεις ανάπλασης να αναπαράγουν μιμητικά ακόμα και δογματικά μια εικόνα από καιρό χαμένη, μουσειακά ή σαν σκηνικό θεάτρου. Κάτι τέτοιο οδηγεί στη δημιουργία χώρων χωρίς ζωή, ανήμπορων να ενταχθούν στο ρυθμό της σύγχρονης πόλης. Δεν υπάρχει αλήθεια στην πιστή αναπαραγωγή ρυθμών και συνθηκών με πρόφαση την αισθητική, είτε μεταφέρονται από άλλο τόπο, είτε από άλλο χρόνο. Η ιστορία δεν μπορεί να «διαβαστεί» ως ένας απλός κατάλογος τύπων και εικόνων, που θα μπορούσαν να επανέλθουν ανεξάρτητα από τις επικρατούσες συνθήκες, αλλά ως τρόπος προσέγγισης νέων δυνατοτήτων μεταβολής και εξέλιξης ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος. Ακόμα κι αν η δομή και λειτουργία της πόλης στο παρελθόν ήταν υποδειγματική και σύμφωνη με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, η αναπαράσταση αυτής της ζωής δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τα περιβαλλοντικά προβλήματα της σύγχρονης πόλης. Μια τέτοια ανασύσταση, άλλωστε θα ήταν πλαστή και δεν θα μπορούσε να προσφέρει αίσθηση συνόλου και νοηματική συνέχεια. Συνοπτολογίζοντας τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι κατά το σχεδιασμό πολεοδομικής αναβάθμισης, κάθε περίπτωση αντιμετωπίζεται ως μοναδική· ωστόσο, προτείνεται οι αναπλάσεις να μην έχουν ευκαιριακό χαρακτήρα, αλλά να εντάσσονται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο αστικής ανασυγκρότησης και μικροκλιματικής αναβάθμισης.

Αν, όπως αναφέρεται παραπάνω, θεωρήσουμε το περίγραμμα ως περίβλημα ενός περιεχομένου, θα πρέπει οπωσδήποτε η έννοια αυτή να διευρυνθεί πέραν του κελύφους του κτισμένου χώρου. Άλλωστε, η περιγραφή της εικόνας της πόλης είναι και πολιτισμική: εκτός από τα οπτικά και γενικώς αισθητικά περιγράμματα, τα οποία προσφέρουν εικαστική αντίληψη, το θεμέλιο της αντιληπτικής δομής ενός τόπου, η φυσιογνωμία της πόλης έγκειται στο σύνολο των ιδεολογικών και συναισθηματικών αντιλήψεων που προσφέρει. Τη φυσιογνωμία της πόλης συνθέτουν σε μεγάλο βαθμό οι ελεύθεροι χώροι της. Ο δημόσιος ελεύθερος χώρος, αν και δεν σχεδιάζεται για να δεχθεί συγκεκριμένη χρήση, συγκεντρώνει πλήθος νοημάτων και λειτουργιών και παίζει καθοριστικό ρόλο στη ζωή της πόλης. Πολλές από αυτές τις εκδηλώσεις της καθημερινής ζωής, είναι αδύνατο να φιλοξενηθούν στο κτισμένο περιβάλλον. Για τους λόγους αυτούς, ο υπαίθριος δημόσιος χώρος νοείται ως θετικός χώρος, με δικό του περίγραμμα και περιεχόμενο, και όχι ως υπολειμματικός στο συνεχές δομικό σύστημα. Υπ' αυτή την έννοια, η συνθετική του αντιμετώπιση θα γίνει με φροντίδα ως εάν ήταν πλήρης. Η φροντίδα αυτή αφορά στη σχεδιαστική ποιότητα της μελέτης, την οργάνωση του χώρου, τον καθορισμό των περιγραμμάτων και πρωτίστως τη συνείδηση και ευαισθησία ότι ο χώρος αυτός δεν είναι ένα αναξιοποίητο αστικό κενό, αλλά ενσωματώνει πλήθος χρήσεων, χωρίς τις οποίες θα ήταν αδύνατο να υπάρξει και να λειτουργήσει η πόλη στο σύνολό της. Τις παρανοήσεις γύρω από το ρόλο του δημόσιου χώρου ενισχύει ο βαθμός απροσδιοριστίας μεταξύ κελύφους και φιλοξενούμενης λειτουργίας. Απουσία συγκεκριμένης χρήσης, ο ελεύθερος χώρος μπορεί να μοιάζει τυχαίο ή προκύπτον κενό. Ο σχεδιαστής οφείλει να αντιληφθεί αυτή την ιδιαιτερότητα και να φροντίσει συνθετικά το χώρο ως μεν πλήρη νοημάτων, αλλά με σεβασμό στη φύση του ως αστικό κενό. Καλείται, δηλαδή να σχεδιάσει έναν χώρο κατάλληλο να φιλοξενήσει ευρύ φάσμα λειτουργιών, χωρίς η διαμόρφωση που προτείνει να υπαγορεύει συγκεκριμένη χρήση. Η αναμενόμενη λειτουργία ενός χώρου είναι βέβαια αδιάσειστο επιχείρημα για τη διαμόρφωσή του, στην ανάπλαση όμως του ελεύθερου χώρου η σχέση μορφής και λειτουργίας εκδηλώνεται διαφορετικά. Η κίνηση και

δραστηριοποίηση των ανθρώπων στο χώρο και ο βαθμός στον οποίο τον νιώθουν οικείο, υπαγορεύεται από και αποτυπώνεται στη γεωμετρία του. Είναι, επομένως, πολύ πιο εύκολο για το σχεδιαστή να επιβάλλει μέσω της διαμόρφωσης ενός ελεύθερου χώρου τη λειτουργία που πρόκειται να φιλοξενηθεί σε αυτόν· χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της λογικής είναι η εγκατάσταση παιδότοπων ή γηπέδων σε δημόσιους ελεύθερους χώρους ακόμα και στα πλέον ακατάλληλα σημεία, ή διάθεση ελεύθερων χώρων ως υπαίθρια επέκταση των χώρων μαζικής εστίασης που βρίσκονται γύρω τους. Ο ρόλος της αρχιτεκτονικής, όμως, δεν είναι να επιβάλλει αλλά να προτείνει τρόπους ζωής, με συνθετικές επιλογές υπαγορευμένες από τις ανθρώπινες ανάγκες. Με αυτή την έννοια, η απροσδιοριστία των νοημάτων του ελεύθερου δημόσιου χώρου είναι θεμιτή στο βαθμό που προάγεται η αυτοδιαχείριση, η συλλογική πρωτοβουλία και δράση, υπό το πρίσμα της κοινωνικής συμβίωσης, της οικολογικής συνείδησης και της αειφορίας. Εξ' ορισμού ο υπαίθριος κοινόχρηστος χώρος έχει αυτοαναφορική λειτουργία και υπόσταση και ο ρόλος του σχεδιαστή του είναι να τον διαμορφώσει ως τέτοιο· να προτείνει χώρους που θα ενθαρρύνουν την κοινωνική αλληλεγγύη, τη συμμετοχή στα κοινά, την πολιτισμική ετερότητα και την προστασία του περιβάλλοντος, θωρακίζοντας εν τέλει την ίδια την αστική συνθήκη: τη δημοκρατία. Αυτός είναι ένας θεμελιώδης στόχος για την πολεοδομία, η εξασφάλισης της ατομικής ελευθερίας με ταυτόχρονη ανάδειξη των αρετών της συλλογικής δράσης. Η επιδίωξη αυτή επιτυγχάνεται πραγματοποιώντας κατά το σχεδιασμό μια υψηλής τάξεως αφαίρεση. Έτσι, διατηρείται μεν ένας νοηματικός κορμός, αυτός της συλλογικής δραστηριοποίησης στον δημόσιο χώρο και του οικολογικού προσανατολισμού του τελευταίου, εντούτοις ο ελεύθερος δημόσιος χώρος λειτουργεί ως πλαίσιο ανοιχτό σε πλήθος ερμηνειών. Ενώ τα στοιχεία που προσδιορίζουν τη μορφή του συνδέονται άμεσα με το πλαίσιο μέσα στο οποίο αρχικά εμφανίστηκαν, η λειτουργία του και η ένταξη στο πολεοδομικό περιβάλλον και τη ζωή της πόλης συσχετίζεται με τις εγγενείς δυνατότητες προσαρμογής του στις αλλαγές του παραπάνω πλαισίου. Αυτό σημαίνει ότι εξασφαλίζονται ικανά περιθώρια για νέες χρήσεις και ερμηνείες, όταν αυτό είναι επιθυμητό ή αναγκαίο. Και είναι αυτή ακριβώς η φύση του που του προσδίδει ελαστικότητα στις μεταλλαγές του περιβάλλοντός του και επιτρέπει τη διαχρονική εξέτασή του.

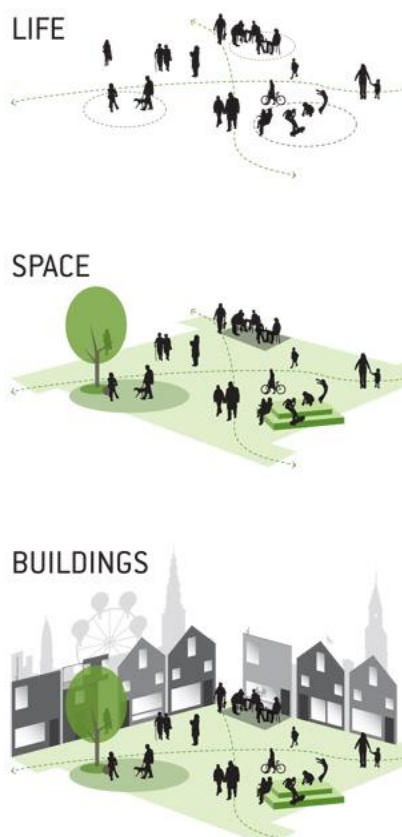
Μια πολύ σημαντική ποιότητα που- εξ ορισμού- διακρίνει τους χώρους περί ων ο λόγος συνδέεται με το χαρακτήρα τους ως κοινής χρήσης. Η εξωστρέφεια είναι εγγενές χαρακτηριστικό του δημόσιου χώρου, το οποίο μάλιστα τον διακρίνει από τον ιδιωτικό. Και πάλι όμως ο σχεδιαστής αναζητά μια λύση ισορροπούσα ανάμεσα σε δυο αντίρροπες δυνάμεις. Ο δημόσιος χώρος σχεδιάζεται ώστε να είναι ανοιχτός στο ευρύ κοινό, στους κατοίκους της πόλης, να ξεχωρίζει από τον ιδιωτικό μέσω αυτής του της υπόστασης και, διατηρώντας τις συνδέσεις του με τις εκδηλώσεις της ιδιωτικής ζωής της πόλης, να εμφανίζει έναν ενιαίο και συγκεκριμένο χαρακτήρα. Αυτή η αυτοαναφορική λειτουργία δεν πρέπει να εκληφθεί ως εσωστρέφεια· αφορά ξεκάθαρα στην ανάγκη για επίτευξη λειτουργικών και συνθετικών κριτηρίων, καθώς και για νοηματική ολοκλήρωση. Για τους ιστορικούς δημόσιους χώρους, αυτές οι ποιότητες είναι ακόμη πιο σημαντικές, εφόσον συνδέονται με τη συλλογική ιστορική μνήμη και τα περιγράμματά τους λειτουργούν ως τοπόσημα της πόλης. Μολαταύτα, ο ελεύθερος δημόσιος χώρος δεν νοείται ως μνημείο ή αισθητικό προϊόν κι αυτό σημαίνει ότι ο χαρακτήρας του δεν μπορεί να είναι κραυγαλέος. Ένα από τα αδιέξοδα της σύγχρονης αρχιτεκτονικής είναι η αντιμετώπισή της ως εμπορευματοποιημένο αντικείμενο προς θέαση. Τέτοιες θεωρήσεις δεν έχουν θέση στον επανασχεδιασμό του ελεύθερου δημόσιου χώρου. Μόνο οι διαμορφώσεις που απαντούν στις ανθρώπινες ανάγκες είναι ειλικρινείς και δεν εκφυλίζουν το χώρο σε «βιτρίνα» προς θέαση και τέρψη των περαστικών. Οι αναπλάσεις δεν νοούνται ως λύσεις

εντυπωσιασμού, μνημειώδεις συνθέσεις οργανωμένες με βάση κενές νοήματος συμμετρίες και οτιδήποτε θυμίζει «βάθρο» ή «σκηνικό». τούτο διότι στη σύγχρονη πόλη ο δημόσιος χώρος δεν λειτουργεί ως κέντρο επίδειξης δύναμης και αίγλης. Αυτό που λείπει από το δημόσιο χώρο είναι η σχέση με τον άνθρωπο, η αφύπνιση της συλλογικής συνείδησης και η συγκέντρωση λειτουργιών του δημόσιου βίου. Ο πολίτης της Αθήνας του σήμερα, χρειάζεται να νιώσει στο δημόσιο χώρο οικεία, να κινηθεί σε αυτόν, να περιπλανηθεί, να συνδιαλεχθεί με το διπλανό του χωρίς φόβο και καχυποψία και να διεκδικήσει μια καλύτερη ποιότητα ζωής στην απόδραση από το ασφυκτικό αστικό περιβάλλον και τη μοναχική καθημερινότητά του. Στην κατεύθυνση αυτή, ο δημόσιος χώρος διαμορφώνεται στα ανθρώπινα μέτρα, χωρίς τάσεις αυτοπροβολής ή εσωστρεφείς διαμορφώσεις που αποπνέουν αέρα ιδιοκτησίας.

Στη σύγχρονη πόλη, η οποία αντιμετωπίζει πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων, οξυμένων από τις αλόγιστες ανθρώπινες δραστηριότητες, και στην οποία, λόγω του μεγέθους της, το περιαστικό πράσινο είναι πολύ μακριά για να έχει ευνοϊκή επίδραση στο αστικό μικροκλίμα, η εντατική φύτευση αποτελεί βασική επιδίωξη της διαμόρφωσης των ελεύθερων χώρων με πολλαπλά οφέλη. Αποδεδειγμένα, η ολοένα και μεγαλύτερη απομάκρυνση των φυσικών στοιχείων από μια περιοχή, είναι ανάλογη της επιδείνωσης των συνθηκών υγιεινής σε αυτήν. Η μέριμνα του σχεδιαστή είναι όχι μόνο να επιλέξει την κατάλληλη φύτευση που να βελτιστοποιεί τις ωφέλιμες επιδράσεις της, δηλαδή να είναι επαρκής και σωστά κατανομημένη, αξιοποιώντας το υπάρχον αστικό πράσινο, αλλά να εξασφαλίσει ότι η βλάστηση της πλατείας δεν θα απομακρύνει τους ανθρώπους από αυτήν. Όσο οξύμωρο κι αν φαίνεται αυτό, δεδομένου ότι το πράσινο αποτελεί πόλο έλξης για τους περαστικούς, αυτό που συναντάμε σε πολλούς ελεύθερους χώρους είναι κάλυψη με ομοιόμορφο, σχεδόν τυποποιημένο (ακόμα και τεχνητό) γκαζόν, που ούτε υποκαθιστά, ούτε αναδεικνύει το φυσικό περιβάλλον της περιοχής, συνοδεύεται δε από πινακίδες «ΜΗΝ ΠΑΤΑΤΕ». Ο πολίτης ως εκ τούτου, υποχρεώνεται να απομακρυνθεί από την πλατεία, προκειμένου δια της απουσίας του να τη φροντίσει ως εικόνα, αντί ζώντας μέσα σε αυτήν και συνειδητοποιώντας τα δικαιώματά και τις υποχρεώσεις που συνεπάγεται η κοινή χρήση, να την περιποιηθεί και να την υπερασπιστεί από κοινού με τους γείτονές του. Τότε ο ελεύθερος χώρος γίνεται πράσινο έκθεμα: αντί να λειτουργήσει ως ωφέλιμη προέκταση της κατοικίας, αποκτά εξωραϊστικό ρόλο. Εκλείπει η ανθρώπινη κλίμακα και η διαβάθμιση από τον ιδιωτικό στο δημόσιο χώρο· συνεπώς αποσυνδέεται ο άνθρωπος από το περιβάλλον του. Όμως, ένας δημόσιος ελεύθερος χώρος χωρίς ανθρώπους χάνει το σκοπό ύπαρξής του, αποτυγχάνει, ακόμα κι αν ωφελεί το μικροκλίμα της περιοχής. Ο δημόσιος χώρος γίνεται οικείος, γίνεται τόπος, όταν σχεδιάζεται στην κλίμακα του ανθρώπου και του ανθρώπινου μόχθου. Αυτή του η ποιότητα, η οποία είναι η πρώτη που ανάγει τη γενική χωρική συνθήκη σε τόπο ζωής, αναδεικνύεται με απλές καθαρές γραμμές και πρισματικούς όγκους και διαμορφώσεις, χρησιμοποιώντας υλικά του φυσικού περιβάλλοντος και λιτές σχεδιαστικές επιλογές, υπαγορευμένες από την ανθρώπινη ανάγκη. Αυτή η κατεύθυνση της σύνθεσης, συνάδει απόλυτα με την επίτευξη υψηλής τάξεως αφαίρεσης, στην οποία έγινε αναφορά. Ας μην παρερμηνευθεί όμως ως απλοϊκή. Ένας χώρος, ελεύθερος ή πλήρης, είναι ελκυστικός, όταν έχει ενδιαφέρον. Για να γεμίσει και πάλι ζωή ο δημόσιος χώρος, δεν αρκεί να είναι βιώσιμος. Αυτό που χρειάζεται είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά που τον κάνουν ευχάριστο, ξεχωριστό και άξιο παραμονής. Η επιδίωξη αυτή είναι πρόκληση για το σχεδιαστή, δεδομένου ότι ο σύγχρονος κάτοικος της πόλης βιώνει την πόλη του σε έναν ελάχιστο



βαθμό, προσπερνά τον ελεύθερο χώρο βιαστικά και αδιάφορα και είναι μάλλον περαστικός από τη γειτονιά του. Για να κερδίσει, λοιπόν ο δημόσιος χώρος τον άνθρωπο και, εξασφαλίζοντας την παραμονή του σε αυτόν, να αφυπνίσει τη συλλογική του συνείδηση, καλείται πρώτα να του προσφέρει κάτι ιδιαίτερο. Αυτό είναι αφενός συνθήκες οπτικής, θερμικής και ακουστικής άνεσης, οι οποίες επιτυγχάνονται τηρώντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, και αφετέρου ενδιαφέροντες χώροι στάσης, για συνάντηση και κοινωνική συναναστροφή, και περάσματα για περιπλάνηση και σύνδεση. Άλλωστε, ο ελεύθερος χώρος είναι αυτός ο ενδιάμεσος τόπος, του οποίου οι αρετές είναι πολλαπλών φύσεων και δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές στον αμέτοχο περαστικό, αφού δεν είναι κραυγαλέες, παρά μόνο μέσω της παραμονής και της παρατήρησης. Η μορφή του ελεύθερου χώρου, εφόσον δεν προκύπτει από κενή νοήματος τάση προς τον εντυπωσιασμό, αλλά υπαγορεύεται από τη λειτουργία του, μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο σύνθετη, όπως είναι άλλωστε και οι ανθρώπινες ανάγκες.



Εικόνα 7.1: Στάδια σχεδιασμού και επανένταξης του δημόσιου χώρου στο κτισμένο περιβάλλον

Ανάλογα με το μέγεθος, τη θέση και τις προσβάσεις τους, οι ελεύθεροι χώροι στην πόλη απαντώνται σε διάφορες κλίμακες, με τους μικρότερους να αναφέρονται στους κατοίκους μιας ορισμένης περιοχής, μιας γειτονιάς, ή και μιας συνοικίας και να εμφανίζουν μεγάλη προσιτότητα, ενώ οι μεγαλύτεροι, συνήθως κεντρικοί και πιθανώς ιστορικοί, αναφέρονται συνολικά στους κατοίκους της πόλης και ως εκ τούτου οι χρόνοι προσέγγισής τους είναι εν γένει μεγάλοι. Παρατηρείται ότι η θέση και η αναμενόμενη «σφαίρα επιρροής» ενός δημόσιου υπαίθριου χώρου εμφανίζεται ως μείζον ζήτημα του σχεδιασμού του, καθώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το χαρακτήρα του. Πέραν των σχεδιαστικών κατευθύνσεων που αναφέρονται παραπάνω, η κατανομή και δικτύωση των ελεύθερων χώρων στην πόλη αποτελεί μια στρατηγικής σημασίας απόφαση. Ασφαλώς, τέτοιου

είδους αποφάσεις λαμβάνονται για το σύνολο της πόλης, αφού συνιστούν επέμβαση μεγάλης κλίμακας. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οποιαδήποτε επέμβαση στον αστικό ιστό, δεδομένου ότι μεταλλάσσει το ρυθμό και τη ζωή της πόλης, δεν μπορεί να θεωρηθεί ουδέτερη. Ο σχεδιαστής με εργαλείο τη μελέτη ανάπλασης μπορεί να «κατευθύνει» τις επιπτώσεις μιας αλλαγής στο περιβάλλον της πόλης. Υπ' αυτή την έννοια, οι παρεμβάσεις είναι εν γένει ιδεολογικά φορτισμένες, εφόσον εκδηλώνουν μια συγκεκριμένη στάση απέναντι στο κοινωνικό σύνολο, και αντανακλούν το ιδεολογικό υπόβαθρο από το οποίο πηγάζουν. Οι επεμβάσεις που χρειάζεται να γίνουν στην Αθήνα του σήμερα προκύπτουν από την εξής ανάγκη: δημιουργία και εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών, ώστε η Αθήνα να μετατραπεί σε μια πόλη βιώσιμη για τους κατοίκους της σε κάθε γωνιά και καμιά περιοχή να μην είναι υποβαθμισμένη. Η λογική αυτή έρχεται σε πλήρη αντιδιαστολή με τα νεοκλασικά πρότυπα του χωρισμού της πόλης σε ζώνες και την κατοίκηση αυτών ανάλογα με την εισοδηματική κατάσταση των πολιτών. Η ουσία της πόλης είναι οι πολίτες της, άρα κάθε γειτονιά είναι εξίσου σημαντική. Το εργαλείο για την εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών μικροπεριβάλλοντος είναι αν μη τι άλλο τα βιοκλιματικά κριτήρια που υπεισέρχονται στο σχεδιασμό. Η διασπορά των ελεύθερων χώρων στην πόλη είναι θεμιτή, με την έννοια ότι το αστικό πράσινο θα πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμο και κάθε γειτονιά χρειάζεται μια εστία, έναν πυρήνα συλλογικών δραστηριοτήτων και κοινωνικής συναναστροφής. Αυτή η κατανομή όμως των ελεύθερων χώρων σε κάθε γωνιά της πόλης θα πρέπει να γίνεται με μέτρο και φροντίδα ώστε να μην κατακερματίζονται οι ελεύθεροι χώροι. Πέραν του γεγονότος ότι ένας ενιαίος ελεύθερος χώρος με φύτευση έχει μεγαλύτερη οικολογική συνεισφορά από ένα άθροισμα πολλών μικρών, ακόμα και αν οι συνολικές επιφάνειες είναι ίσες στις δύο περιπτώσεις, η κατάτμηση των ελεύθερων χώρων αλλοιώνει και το χαρακτήρα τους. Εκφυλίζονται σε παρτέρια ή διάδρομοι, με ευκαιριακή διαμόρφωση. Δεν είναι αυτόνομοι και δεν μπορούν να φιλοξενήσουν καμία λειτουργία της καθημερινής ζωής, πέρα από την αδιάφορη διέλευση. Παρεμβάλλονται ως διακοσμητικό στοιχείο και η περιποίησή τους, που μοιάζει να μην αφορά κανένα πολίτη, επιβαρύνει εν τέλει τον εκάστοτε δήμο. Ο ιστός της πόλης χρειάζεται να αλλάξει «ύφανση» και οι επιφάνειες πρασίνου κάθε συνοικίας αντί να είναι διαμελισμένες σε μικρές μονάδες, να αφιερώνονται στην ανάπτυξη όλων των κοινών δραστηριοτήτων που απαρτίζουν τις προεκτάσεις της κατοικίας.

Στις περισσότερες πόλεις του κόσμου, ο αστικός σχεδιασμός στηρίζεται στην αρχή της «πράσινης αλυσίδας» ή αλλιώς των «δικτύων πρασίνου». Ο σχεδιασμός των κοινόχρηστων χώρων, πλατειών, πάρκων κλπ, γίνεται έτσι ώστε να συνδέονται μεταξύ τους σε μικρές αποστάσεις. Η σύνδεση αυτή πραγματοποιείται με «πράσινους διαδρόμους», δηλαδή με άξονες που έχουν επίσης φύτευση και κοινόχρηστο χαρακτήρα, όπως είναι οι πεζόδρομοι και οι ποδηλατόδρομοι. Με αυτό τον τρόπο, δημιουργούνται, ομοιόμορφα σε όλο τον αστικό ιστό, χώροι πρασίνου εύκολα προσβάσιμοι, ώστε αναβαθμίζεται ο γενικός αστικός σχεδιασμός. Κατ' επέκταση, αναβαθμίζεται η ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος και η ποιότητα ζωής των πολιτών, ενώ οι υποστηριζόμενες συλλογικές δράσεις κλιμακώνονται. Με τέτοιας ποιότητας παρεμβάσεις, μελετημένες σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της αειφορίας, μπορεί να γίνει βαθμιαία η μετάβαση από το ασφυκτικό αστικό τοπίο σε μια νέα πραγματικότητα, στην οποία οι δυσμενείς επιπτώσεις από τις ανθρώπινες δραστηριότητες θα ελαχιστοποιηθούν και η πόλη θα κερδίσει ξανά το δημόσιο χώρο της.

Τη διάταξη και μορφή των ελεύθερων χώρων εντός του αστικού ιστού καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το οδικό δίκτυο της περιοχής και της πόλης γενικότερα. Αντίστροφα, οι ελεύθεροι χώροι- ιδίως σε παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας ή σχέδια επεκτάσεων της πόλης- προτείνουν κυκλοφοριακές λύσεις που άλλοτε ήταν αδιανόητες. Αν και η φύτευση κατά μήκος κεντρικών οδικών αξόνων είναι μια λύση με πολλαπλά μικροκλιματικά οφέλη, τέτοιου είδους διαμορφώσεις δεν συνιστούν άρτιο ελεύθερο χώρο· οι ελεύθεροι χώροι και οι ζώνες πρασίνου θα ήταν προτιμότερο να απομονώνουν τις διόδους μεγάλης κυκλοφορίας, εφόσον πρόκειται για περιοχές με πολύ διαφορετικούς ρυθμούς και ρόλους. Για τη σχέση των ελεύθερων χώρων με την κυκλοφοριακή φιλοσοφία της πόλης, χρειάζεται να αναφερθεί το εξής: ο δημόσιος χώρος έχει σχεδόν σχέση ορισμού με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Το αυτοκίνητο είναι η έκφραση στο δημόσιο χώρο της ιδιωτικής ζωής, της ιδιοκτησίας επομένως έρχεται σε αντιδιαστολή με τη φύση του δημόσιου χώρου. Επιπλέον, προκαλεί συγκέντρωση ρύπων και ηχορρύπανση. Οι δημόσιοι ελεύθεροι χώροι που δεν είναι εύκολα προσβάσιμοι, παρά μόνο με το αυτοκίνητο, δεν απευθύνονται σε όλους τους πολίτες, παρά μόνο σε όσους μπορούν να τους προσεγγίσουν, άρα δεν ανταποκρίνονται πλήρως στην αποστολή τους. Επιπλέον, οι χώροι αυτοί συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα στάθμευσης και αυτός είναι ένας λόγος για να μειωθεί η δημοτικότητα τους. Σε κάθε περίπτωση και για όλους τους παραπάνω λόγους, διαφαίνεται η σχέση του ελεύθερου χώρου με την κίνηση στην πόλη· είναι συνεπώς απαραίτητο ο επανασχεδιασμός των ελεύθερων χώρων να συνοδεύεται από μελέτη προσβασιμότητας και ένταξης στη ροή της πόλης.

Ολοκληρώνοντας την πρώτη ενότητα και αξιολογώντας τις σχεδιαστικές επιδιώξεις και συνθετικές αρχές που πρέπει να ακολουθούνται κατά τη μελέτη και ανάπλαση του δημόσιου ελεύθερου χώρου, ανακύπτει ένα μείζον ερώτημα: με ποιο τρόπο παρέχουν αυτές οι κατευθύνσεις εξασφάλιση για τη βιωσιμότητα του χώρου στον οποίο γίνεται η επέμβαση; Δεδομένης της ζοφερής εικόνας των ελεύθερων χώρων στη σύγχρονη Αθήνα, θα ήταν εύλογη και αναμενόμενη η υπόθεση ότι παρά τις όποιες αλλαγές, οι δημόσιοι υπαίθριοι χώροι θα εγκαταλειφθούν και πάλι σύντομα ως νεκρά κύτταρα. Αυτό που είναι ανατρεπτικό σε αυτή την περίπτωση είναι διαμορφώσεις με συγκεκριμένο λόγο ύπαρξης, σημαντικές μία προς μία. Ένα στοιχείο με περιεχόμενο, μια άρτια οντότητα δεν μπορεί να θεωρηθεί περιττή και ως τέτοια να παρακμάσει. Αυτό που δεν αντέχει στο χρόνο είναι το στολίδι, το διακοσμητικό στοιχείο, το οποίο επιλέχθηκε με κριτήρια αισθητικά και δεν μπορεί να εξηγήσει τη λειτουργία του. Μια τέτοια μορφή, κενή περιεχομένου, ιδωμένη σε ένα διαφορετικό ερμηνευτικό πλαίσιο, σε μια διαφορετική χρονική στιγμή για παράδειγμα, μοιάζει γραφική ή παρωχημένη. Στον αντίποδα, αυτό που αντέχει στο χρόνο και μένει σαν κληροδότημα στις επόμενες γενιές είναι εκείνη η αρχιτεκτονική που αποκρυσταλλώνει την ουσία της πόλης. Όταν το βίωμα προτείνει τη δική του γεωμετρία, τότε αισθητική είναι η ίδια η ζωή. Οι προτεινόμενες διαμορφώσεις των ελεύθερων χώρων συνιστούν μια πραγματικότητα η οποία επιδέχεται ποικίλες ερμηνείες και εκδοχές χρήσης· είναι μια ουσία ανθεκτική στο χρόνο και κοινή στον τόπο. Η προσαρμοστικότητα αυτών των μορφών, αυτών των εμπειριών του τόπου, στις μεταλλαγές του περιβάλλοντος, καθιστά εφικτή τη διαχρονική προσέγγισή τους. Ακόμη κι αναγνωρίζοντας αυτή την αξία του ελεύθερου χώρου και ειδικότερα των προτάσεων ανασυγκρότησής του, εκκρεμεί η επί του πρακτέου διασφάλιση της βιωσιμότητάς του. Ο λόγος για την περιποίηση και φροντίδα του κοινόχρηστου χώρου, που επιβαρύνει τα δημοτικά συνεργεία και η εμπειρία δείχνει ότι συνήθως δεν είναι επαρκής. Η παραμονή στο δημόσιο χώρο και από κοινού δραστηριοποίηση με τους γείτονες ανατρέπει την επικρατούσα θεώρηση ότι ο πολίτης καλείται να προστατεύσει μόνο ότι του ανήκει με τίτλους ιδιοκτησίας. Ως ενεργό μέλος της κοινότητας, έχει δικαιώματα και υποχρεώσεις στο δημόσιο χώρο, είναι άρρηκτα

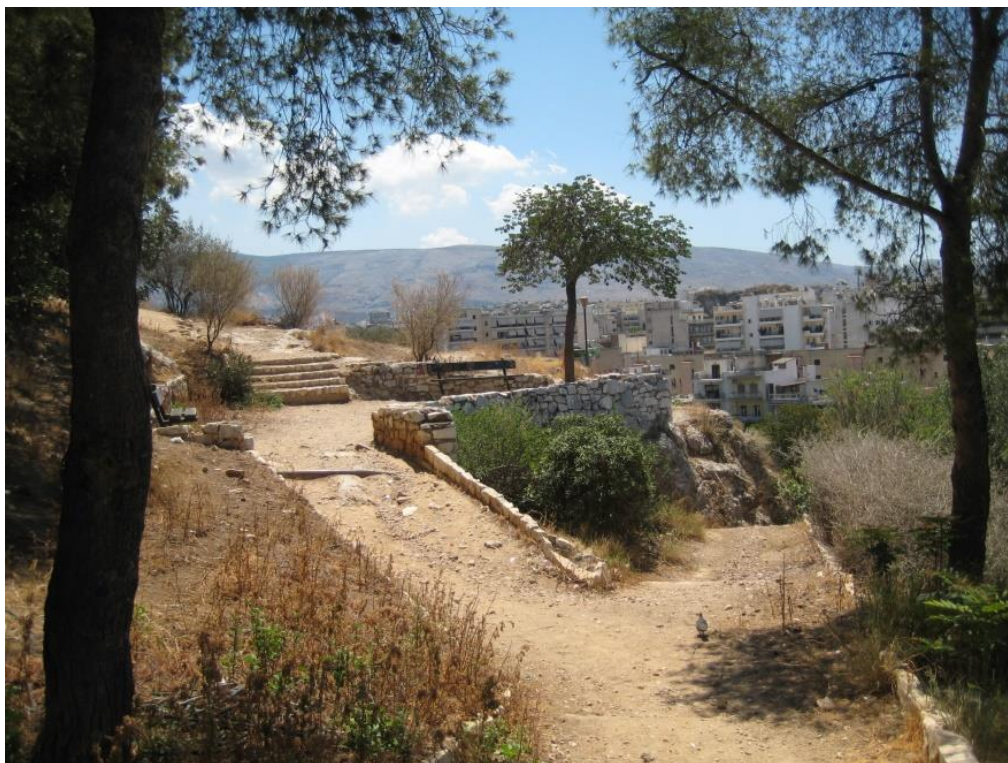
συνδεδεμένος με αυτόν. Επαναφέροντας την αίσθηση της οικειότητας του πολίτη στο δημόσιο χώρο, ο χώρος αυτός γίνεται τόπος του κι ο πολίτης γίνεται συμμετοχος σε κάθε προσπάθεια ανάδειξης, φροντίδας, υπεράσπισης και προστασίας του ελεύθερου κοινόχρηστου χώρου. Αυτό σημαίνει πως οι κάτοικοι της περιοχής θα περιποιηθούν τον ελεύθερο χώρο, όχι επειδή είναι εκτεθειμένοι στο βλέμμα, αλλά επειδή νιώθουν ότι τους προσφέρεται, σε όλους ισάξια, και είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους. Σε αυτή την περίπτωση, έχει κατακτηθεί ο σεβασμός του πολίτη προς το δημόσιο χώρο, και είναι αυτός ο σεβασμός που προστατεύει τον τελευταίο από την εγκατάλειψη και την παρακμή.

### 7.3 Πλατείες Φιλοπάππου και Ελπίδος, Άνω Πετράλωνα : η πρόταση ανάπλασης

Για τις δύο πλατείες, που μελετώνται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, προτείνεται μια λύση ενοποίησης και συνολικής μικροκλιματικής αναβάθμισης, ακολουθώντας τα κριτήρια του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αλλά και τις κοινωνικές ανάγκες της περιοχής. Καταβάλλεται δε η μέγιστη προσπάθεια να γίνουν σεβαστές οι συνθετικές αρχές που παρατίθενται στα προηγούμενα. Ακολουθεί παρουσίαση των επιδιώξεων και των ενδιάμεσων βημάτων του σχεδιασμού, εξηγώντας κάθε συνθετική επιλογή που πραγματοποιήθηκε, μέχρι την κατάρτιση του τελικού σχεδίου της ανάπλασης.



Εικόνα 7.2: Σχετική θέση περιοχής μελέτης και λόφων Κόιλης και Φιλοπάππου



Εικόνα 7.3: Σημερινή άποψη του λόφου Κοίλης

Ίσως το πλέον ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της περιοχής μελέτης, αφορά στη γειτνίασή της με τους λόφους Φιλοπάππου και Κοίλης, των οποίων είναι εξίσου έντονο το εδαφικό και το ιστορικό ανάγλυφο. Οι δύο λόφοι αποτελούν σημαντικούς «πνεύμονες» πρασίνου, αλλά και τοπόσημα για τη γειτονιά των Άνω Πετραλώνων. Απέχουν δε λιγότερο από 200m από την περιοχή μελέτης. Αυτή η εγγύτητα, αποτέλεσε ισχυρή κατευθυντήριο δύναμη κατά το σχεδιασμό, καθώς η σύνδεση του συμπλέγματος των δύο πλατειών με τους λόφους, προσφέρει στη συνοικία ένα δίκτυο χώρων πρασίνου. Το πράσινο στην περιοχή μελέτης μπορεί να θεωρηθεί ανεπαρκές, ιδίως συγκρινόμενο με τη συνολική επιφάνεια του ελεύθερου χώρου, η οποία είναι 650m<sup>2</sup> για την πλατεία Φιλοπάππου και 1973m<sup>2</sup> για την πλατεία Ελπίδος. Πρώτη, λοιπόν, βασική επιδίωξη υπήρξε η ανάδειξη της θέσης και του μεγέθους του ελεύθερου χώρου, μέσω της ενοποίησης των δύο πλατειών και της συστηματικής φύτευσης αυτών, ώστε να ενταχθούν οργανικά στο πλέγμα των ελεύθερων χώρων της ευρύτερης περιοχής.



## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



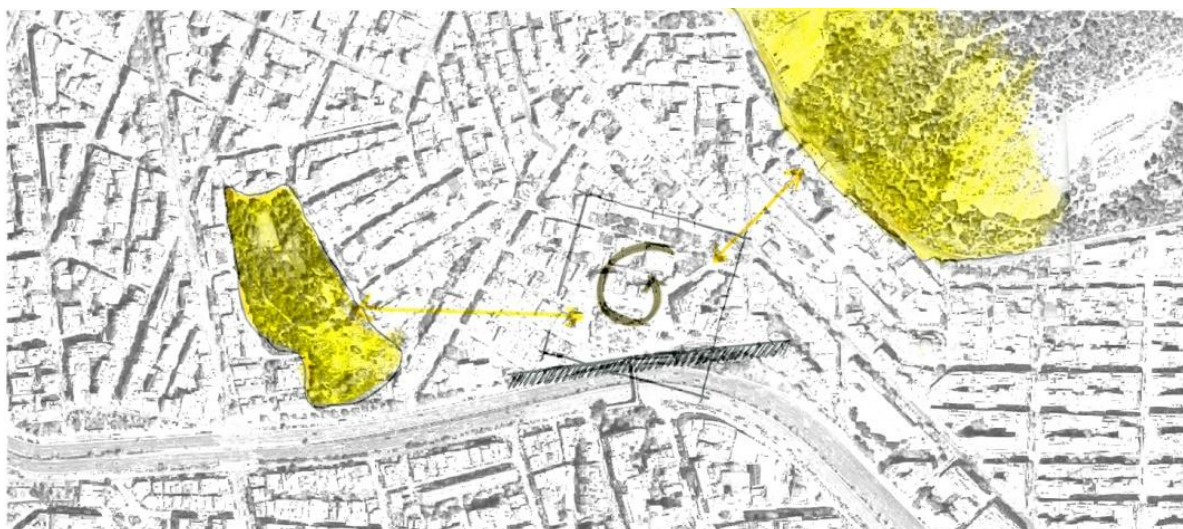
Εικόνα 7.4: Ο λόφος Φιλοπάππου, όπως φαίνεται από τον ομώνυμο περιφερειακό δρόμο



Εικόνα 7.5: Ο συνολικός ελεύθερος χώρος στην περιοχή μελέτης

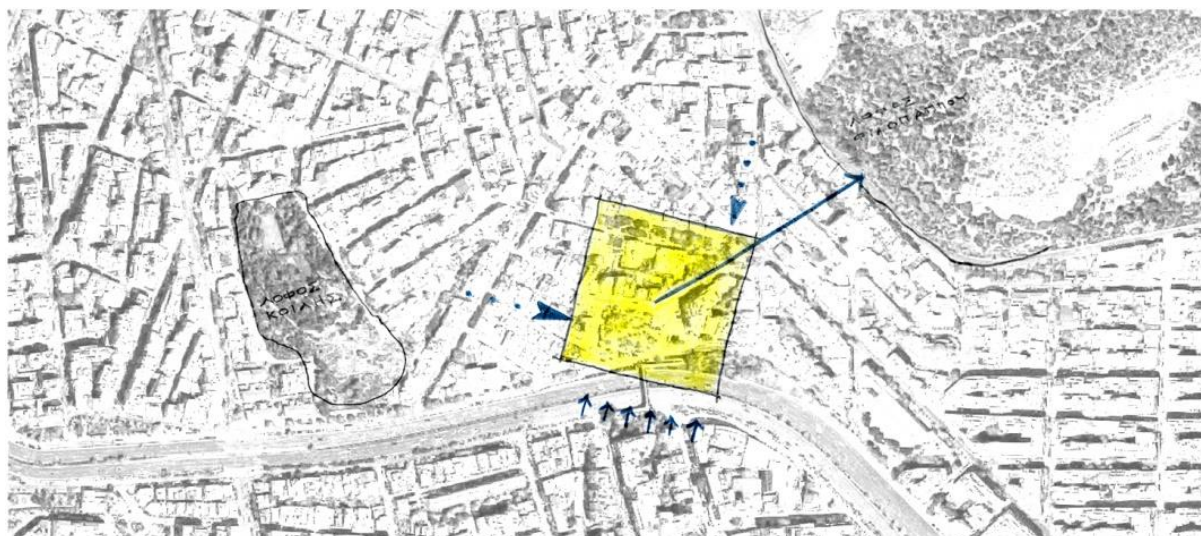
Θα πρέπει να υπογραμμιστεί σε αυτό το σημείο, ότι ο ελεύθερος χώρος δεν αντιμετωπίζεται κατά τον επανασχεδιασμό του ως υπολειμματικός, όπως παρουσιάζεται στην προηγούμενη εικόνα. Νοείται ως θετικός χώρος, με την έννοια ότι συνιστά το περίβλημα ενός περιεχομένου, και ως τέτοιος αντιμετωπίζεται στα επόμενα. Λόγω της καίριας θέσης του, στο συνεχές οικοδομικό σύστημα των Άνω Πετραλώνων, η συνθετική αντιμετώπιση του χώρου διέπεται από τις εξής επιδιώξεις: 1) Σύνδεση με τους ιστορικούς λόφους Φιλοπάππου και Κοίλης και 2) «Προστασία» από τους θορύβους και τους ρύπους της λεωφόρου Καλλιρρόης. Παράλληλα, όπως συμβαίνει στη γενική περίπτωση του

ελεύθερου δημόσιου χώρου, επιδιώκεται η εσωτερική αρτιότητά του και σε ένα βαθμό η αυτοαναφορική λειτουργία του, επιδίωξη που συνοψίζεται στα εξής σημεία: ο μελετώμενος χώρος καλείται να λειτουργήσει ως υπαίθριο καθιστικό, αλλά και ως πέρασμα, και η ενθάρρυνση, μέσω του σχεδιασμού, τόσο της στάσης, όσο και της κίνησης, αποκαλύπτει τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του. Επιπλέον, συναρτώμενη με το χαρακτήρα του ως δημόσιο αγαθό είναι η επιδίωξη ο χώρος αυτός να φιλοξενήσει τις συλλογικές δράσεις και τις καθημερινές εκδηλώσεις της γειτονιάς. Τέλος, με πλήρη σεβασμό στις αρχές της αειφορίας, αναζητώνται εκείνες οι σχεδιαστικές επιλογές που θα προσφέρουν ένα ευχάριστο μικροπεριβάλλον.



Εικόνα 7.6: Οι βασικές επιδιώξεις κατά το σχεδιασμό

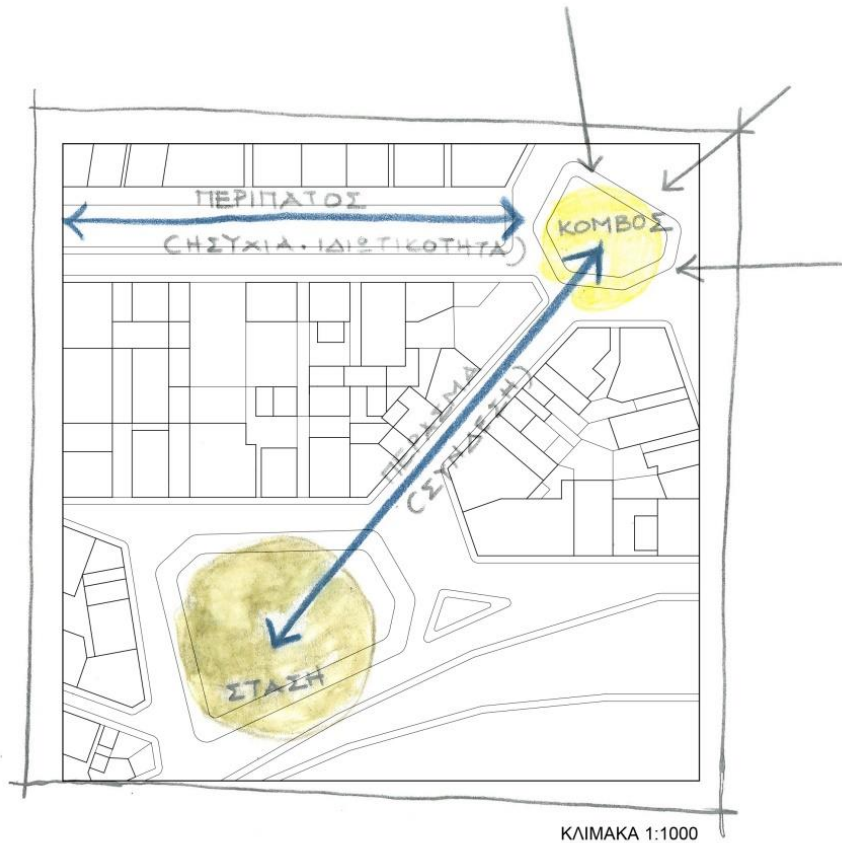
Ένας ελεύθερος δημόσιος χώρος είναι ζωντανό κομμάτι της πόλης, αν και μόνο αν εντάσσεται αρμονικά στον ιστό της. Με αυτό ως αρχή, κατά το σχεδιασμό λαμβάνεται υπ' όψιν η οπτική επαφή του χώρου με το περιβάλλον του. Από διερεύνηση και επί τόπου παρατήρηση, προκύπτουν οι εξής σχέσεις: η πλατεία Φιλοπάππου και η οδός Πραμάντων «βλέπουν» στο λόφο Φιλοπάππου. Επίσης, κατερχόμενοι από το λόφο του Φιλοπάππου, οι περαστικοί αποκτούν σταδιακά οπτική επαφή με την ομώνυμη πλατεία, συνθήκη που επαναλαμβάνεται με την πλατεία Ελπίδος κατά την κάθοδο από το λόφο Κοίλης. Τέλος, η περιοχή μελέτης είναι ορατή κατά την κίνηση στη λεωφόρο Καλλιρρόης, κυρίως όμως ως σημειακό πράσινο, λόγω της υψηλής ταχύτητας των διερχόμενων οχημάτων. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις, είναι μεγάλης αξίας για το σχεδιασμό, και αξιοποιούνται με τρόπο που περιγράφεται στα επόμενα.



Εικόνα 7.7: Η θέα προς το λόφο Φιλοπάππου και τα «μέτωπα» του μελετώμενου ελεύθερου χώρου στο περιβάλλον του

Για τη μελέτη του ελεύθερου χώρου, με φροντίδα ως εάν ήταν πλήρης, αλλά με ταυτόχρονο σεβασμό στη φύση του ως αστικό κενό, χρειάζεται να εντοπιστούν τα εγγενή χαρακτηριστικά κάθε «περιοχής» του. Η αναγνώριση αυτών των ιδιοτήτων, προϊόν μελέτης και παρατήρησης, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο ελεύθερος δημόσιος χώρος στην πόλη είναι φορέας νοημάτων και ποιοτήτων, τα οποία δεν προκύπτουν μόνο από το σχεδιασμό, αλλά και σε ένα βαθμό τον καθορίζουν. Στην περιοχή μελέτης, ξεχωρίζουν οι ακόλουθες χωρικές «ενότητες». Η πλατεία Φιλοπάππου, σε καίριο σημείο της γειτονιάς, σε επαφή με κεντρικούς δρόμους, όπως η οδός Γενναίου Κολοκοτρώνη και σε μικρή απόσταση από την πλατεία Μερκούρη, λειτουργεί ως κόμβος, που «συλλέγει» την κίνηση από τους γύρω δρόμους και την «κατανέμει» στον πεζόδρομο Αγνάντων, στην πλατεία Ελπίδος και στους γύρω μικρότερους δρόμους. Ο πεζόδρομος Αγνάντων αποτελεί προέκταση των αυλών των γύρω σπιτιών, καταλήγει σε αδιέξοδο και συνιστά έναν εσωστρεφή, φυτεμένο περίπατο μήκους 100m. Η οδός Πραμάντων, συνδέει τις δύο πλατείες και παραλαμβάνει την υψομετρική τους διαφορά, είναι δε δρόμος ήπιας κυκλοφορίας, όπως οι περισσότεροι της γειτονιάς. Τέλος, η πλατεία Ελπίδος, αποτελεί έναν κατεξοχήν χώρο στάσης, με μεγάλο εμβαδό και μόνο μειονέκτημα τη γειτνίαση με τη λεωφόρο Καλλιρρόης, της οποίας ο θόρυβος την κατακλύζει.

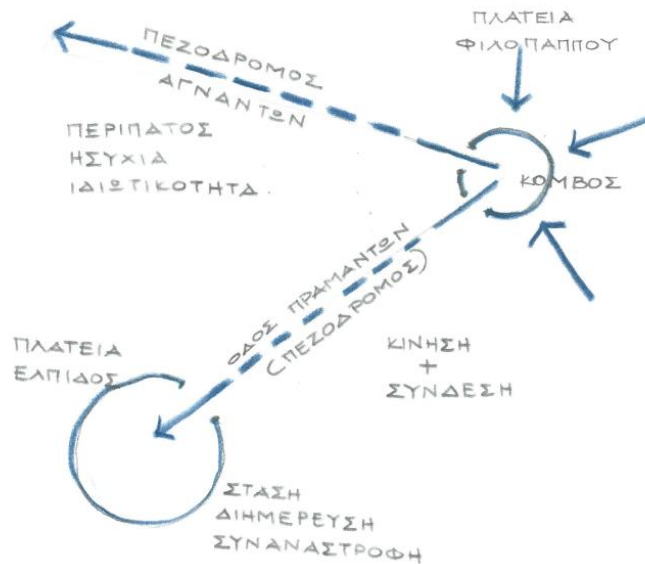




Εικόνα 7.8: Σχεδιάγραμμα χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, όπως είναι σήμερα

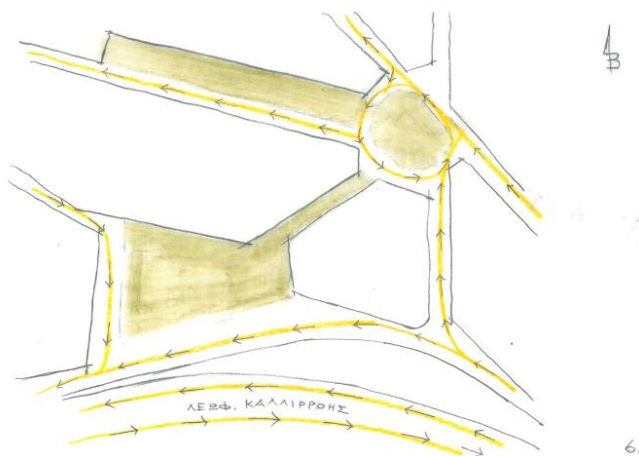
Κατά την προσπάθεια ανασυγκρότησης των δύο πλατειών, δεν αποδίδονται νέες ιδιότητες στο χώρο, αλλά αναδεικνύονται με τα κατάλληλα μέτρα, αυτές που είναι ήδη πρόδηλες και που έχουν προκύψει από την υπάρχουσα γεωμετρία, η οποία διατηρείται, στα πλαίσια του σχεδιασμού σε υπάρχον κέλυφος, και από τις ανθρώπινες ανάγκες. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το οργανόγραμμα των λειτουργιών που αποδίδονται στην περιοχή μελέτης.

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



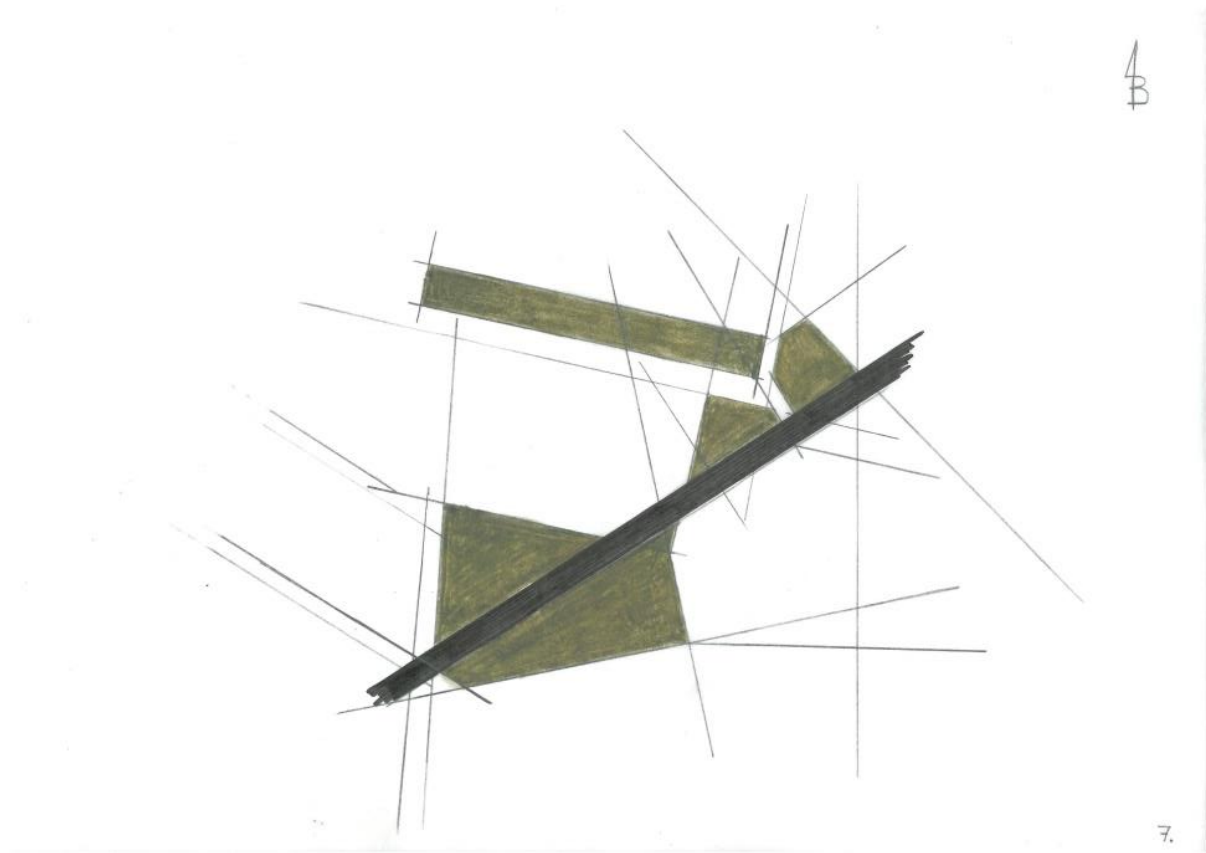
Εικόνα 7.9: Οργανόγραμμα λειτουργιών που μπορούν να φιλοξενήσουν οι δύο πλατείες

Στα πλαίσια της κατά το δυνατόν διατήρησης του περιγράμματος του χώρου, η δραστικότερη επέμβαση που προτείνεται είναι η πεζοδρόμηση της οδού Πραμάντων. Η πρόθεση που αυτό εκφράζει είναι η σύνδεση των ελεύθερων δημόσιων χώρων με «πράσινους διαδρόμους» σε μια ενότητα με κοινές μικροκλιματικές συνθήκες και χωρικές ποιότητες. Ασφαλώς, η επιλογή αυτή τροποποιεί την κυκλοφορία στη γειτονιά, όπως φαίνεται στο επόμενο σκαρίφημα.



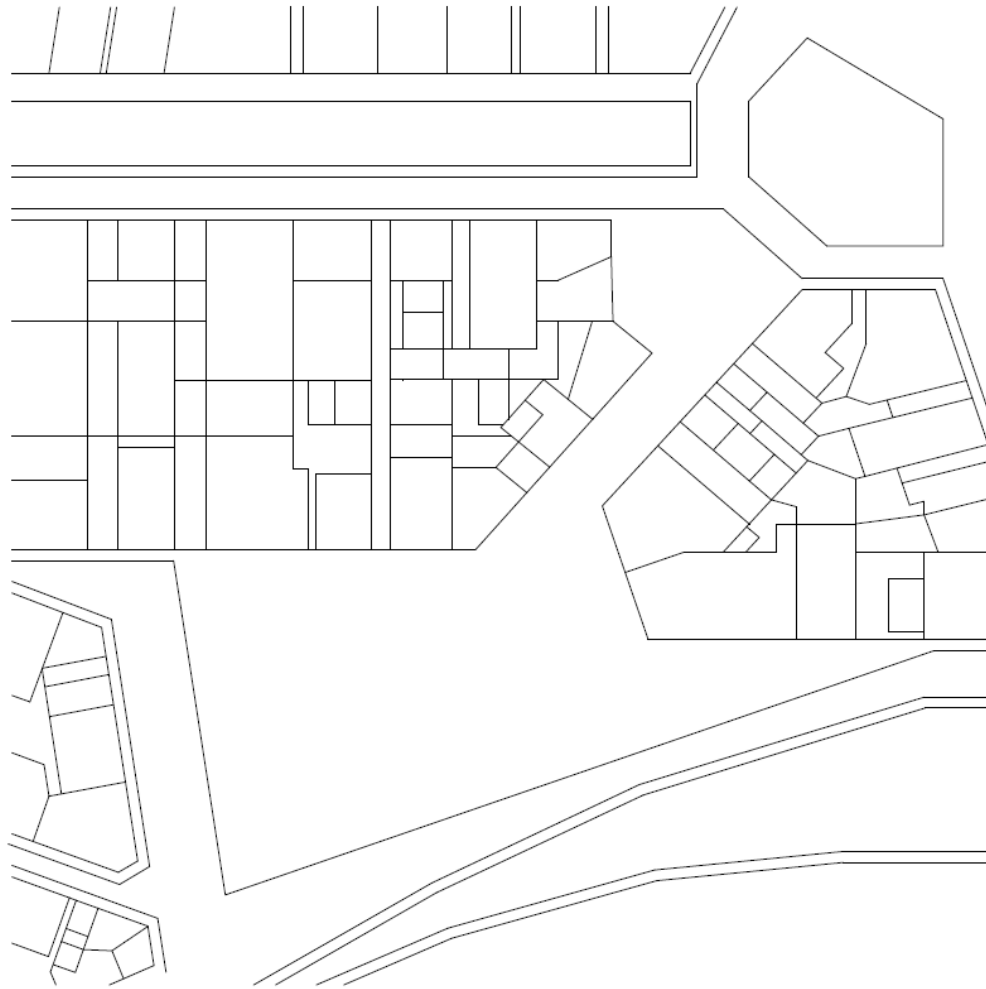
Εικόνα 7.10: Σκαρίφημα διαμόρφωσης της κυκλοφορίας κατόπιν της πεζοδρόμησης της οδού Πραμάντων

Το παρακάτω σκαρίφημα αποτελεί μέρος της διαδικασίας αναζήτησης βελτιωμένου περιγράμματος για το σύμπλεγμα των δύο πλατειών και τον πεζόδρομο Αγνάντων.



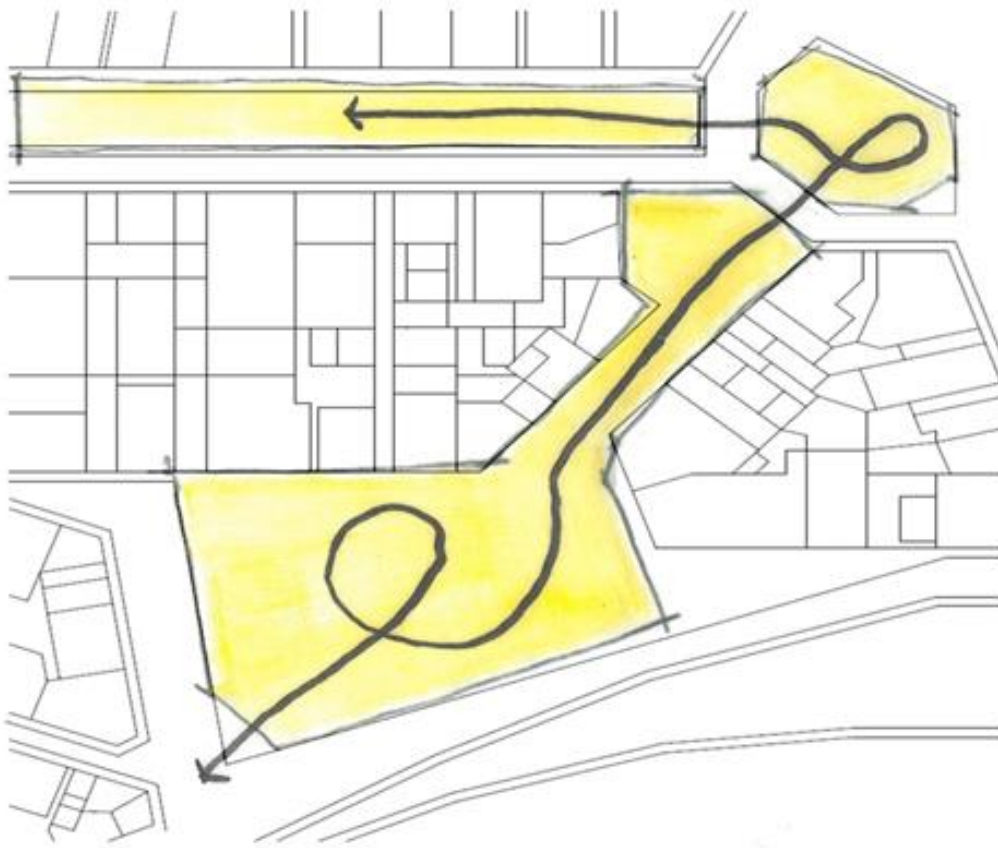
Εικόνα 7.11: Διαδικασία αναζήτησης νέων περιγραμμάτων για την περιοχήμελέτης.

Προϊόν της διαδικασίας αυτής, το νέο σχέδιο της περιοχής, πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί στη συνέχεια ο προτεινόμενος εξοπλισμός και η βλάστηση (Εικόνα 7.12).

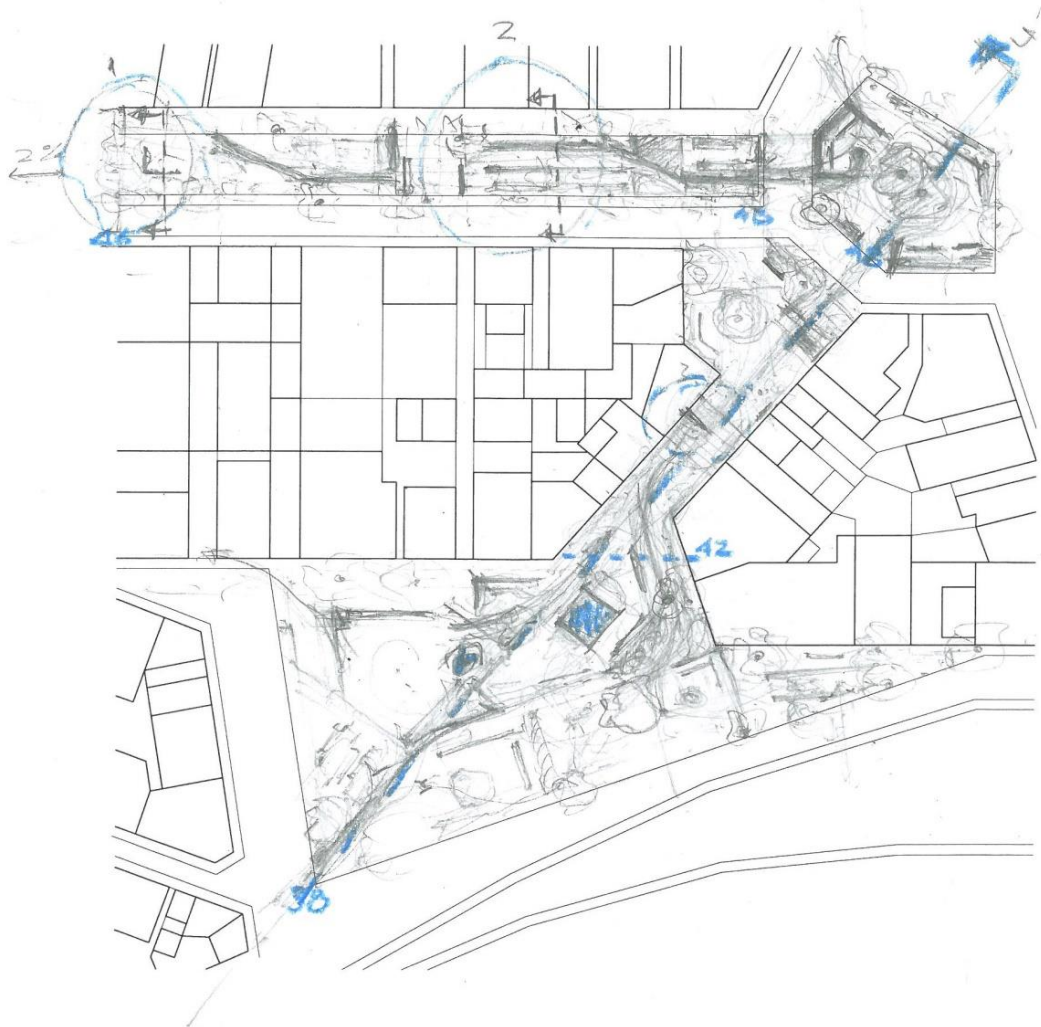


Εικόνα 7.12: Σχέδιο της περιοχής μελέτης, όπως διαμορφώθηκε από τα παραπάνω στάδια διερεύνησης.

Τον καθορισμό περιγραμμάτων ακολουθεί η λεπτομερής διαμόρφωση κάθε περιοχής, η επιλογή φύτευσης και επιστρώσεων, καθώς και η τοποθέτηση κινητού και ακίνητου εξοπλισμού. Ο χώρος που αναδύεται από αυτή τη διαδικασία, επιδιώκεται να προσφέρει ένα ευχάριστο, άνετο και ενδιαφέρον περιβάλλον, στο οποίο να εναλλάσσονται οι περιοχές στάσης και διημέρευσης με τις ζώνες περιπάτου και διέλευσης. Επιπλέον, αναζητώνται τρόποι ενθάρρυνσης της παραμονής στο χώρο και συναναστροφής με τους γείτονες, με σεβασμό στο χαρακτήρα και την ιστορία της περιοχής.



Εικόνα 7.13: Άξονες κίνησης και χώροι διημέρευσης στην περιοχή μελέτης



Εικόνα 7.14: Σκίτσα επίλυσης του ελεύθερου χώρου

Η προτεινόμενη στρατηγική είναι μια αστική συρραφή που επιτυγχάνεται μέσω ενός συνδυασμού βαθμιδωτών και κεκλιμένων επιπέδων. Έτσι, σχηματίζονται κερκίδες από εμφανές μπετόν, η γεωμετρία των οποίων γεφυρώνει την υψομετρική διαφορά μεταξύ των οδών Γενναίου Κολοκοτρώνη και Καλλιρρόης (περίπου 10m). Η γεφύρωση του τοπογραφικού χάσματος αναδεικνύει το χώρο ως συνεχόμενο πεδίο, και μάλιστα οι ράμπες που τοποθετούνται δίπλα στις κερκίδες, επιτρέπουν τη συνεχόμενη κίνηση στον πεζόδρομο, τον οποίο καθιστούν φιλικό προς τους ποδηλάτες και προσβάσιμο σε άτομα με κινητικές δυσκολίες. Η προσβασιμότητα είναι εξάλλου μια από τις βασικότερες αρετές που πρέπει να διακρίνουν το δημόσιο χώρο. Μέρος του πλάτους των κερκίδων διαμορφώνεται- αξιοποιώντας την υψομετρική διαφορά που προκύπτει- σε καθιστικό από μπετόν, όπως φαίνεται στο σχετικό σκαρίφημα. Η αλληλουχία σκαλοπατιών σταθερής διατομής με πλατιά επίπεδα, δημιουργεί έναν χώρο με ενδιαφέρον, η κίνηση διαμέσου του οποίου γίνεται άνετα,

ενώ ταυτόχρονα δίνει αφορμή για τη διαμόρφωση ποικιλίας υπαίθριων καθιστικών και χώρων συνάθροισης. Το πάτημα των σκαλοπατιών είναι 32cm και το ύψος τους 15cm, σύμφωνα με τις προδιαγραφές για τις κλίμακες στο δημόσιο χώρο. Όσο για τις ράμπες, αναφέρεται ότι δεν τηρείται η μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση 7%, εντούτοις, λόγω μικρού μήκους, κάτι τέτοιο επιτρέπεται, χωρίς να εμποδίζεται η κίνηση των αμαξιδίων. Το υλικό που επιλέγεται για τις σκάλες, τις ράμπες και τα τοποθετούμενα καθιστικά (για τα οποία γίνεται λόγος και στα επόμενα) είναι εμφανές μπετόν, υλικό που ταιριάζει στην αυστηρή γεωμετρία του χώρου και στο χαρακτήρα της περιοχής, συμβάλλοντας σε ένα άνετο οπτικό περιβάλλον, χωρίς να προκαλεί θάμβωση και αναδεικνύοντας τους λιτούς πρισματικούς όγκους που διαμορφώνουν τη σύνθεση. Ο πεζόδρομος Πραμάντων και όλοι οι διάδρομοι που δημιουργούνται στις δύο πλατείες, καλύπτονται από οικολογικό λιθόστρωτο, υλικό πορώδες, που επιτρέπει τη φυσική αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων και την ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς των κυβολίθων, παραμένοντας απολύτως ταιριαστό με την αυστηρή γεωμετρία του χώρου. Το αισθητικό αποτέλεσμα ισορροπεί ανάμεσα στο φυσικό και στο τεχνητό, εναρμονίζεται δε πλήρως, τόσο με τα στοιχεία σκυροδέματος και το τσιμεντένιο λιθόστρωτο των περιμετρικών πεζοδρομίων (αμιγώς αστική κατάσταση), όσο και με το φυσικό, πατημένο χώμα που καλύπτει τα παρτέρια. Το υπόβαθρο, επομένως, στα παρτέρια και στα υπαίθρια καθιστικά είναι φυσικό έδαφος, υδατοπερατό και κατάλληλο για την ανάπτυξη των φυτών, αφού βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον. Καλύπτεται από γρασίδι και θάμνους, όχι γκαζόν (πόσω μάλλον τεχνητό), και αποφεύγεται οποιαδήποτε διαμόρφωση έχει αποκλειστικά εξωραϊστικό, διακοσμητικό ρόλο. Ο ρόλος της βλάστησης στην εν λόγω σύνθεση, είναι μείζονος σημασίας. Επιλέγονται φυτά που ταιριάζουν στο χώρο, καθώς ευδοκούν και απαντώνται στην περιοχή και μπορούν να αναπτυχθούν στις υφιστάμενες μικροκλιματικές συνθήκες. Ενθαρρύνεται δε, ο συνδυασμός διαφόρων ειδών, για λόγους αισθητικούς, αλλά και βιοκλιματικούς: οι ανομοιόμορφες συστάδες δέντρων παρέχουν αποδεδειγμένα καλύτερη ηχοπροστασία, ενώ λειτουργούν αποτελεσματικότερα ως ανεμοφράχτες. Προκειμένου να είναι ο χώρος ευχάριστος και τους χειμερινούς μήνες, επιλέγονται φυλλοβόλα δέντρα, των οποίων η ευεργετική συνεισφορά τους θερινούς μήνες, συνδυάζεται με τη διευκόλυνση της διέλευσης του ηλιακού φωτός το χειμώνα, απουσία φυλλώματος. Ενώ, εν γένει δεν προτείνονται βιοκλιματικές προσόψεις και φυτεμένα δώματα, καθώς τα μέτρα αυτά αφορούν στην ιδιωτική πρωτοβουλία και η διερεύνηση του κατά πόσον μπορούν να υποστηριχθούν από τα παλιά σπίτια της γειτονιάς, ξεπερνά τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, προβλέπεται κάλυψη με αναρριχόμενα φυτά των μεσοτοιχιών των όμορων οικοπέδων αυτού που απαλλοτριώνεται (συμβολή Αγνάντων και Πραμάντων). Επιστρέφοντας στο ρόλο της φύτευσης, η εναλλαγή μεταξύ ανοιχτών χώρων και χώρων με περισσότερα δέντρα, εμπλουτίζει την εμπειρία της πλατείας, αποκαλύπτει περιοχές με ποικίλες μικροκλιματικές συνθήκες, οι οποίες μπορούν να φιλοξενήσουν διαφορετικές λειτουργίες, λειτουργεί ως φυσικό διαχωριστικό μεταξύ καθιστικών με διαφορετικό χαρακτήρα και ακόμα ενθαρρύνει την κίνηση και τη στάση, κατά περίπτωση, και υποδεικνύει την είσοδο και έξοδο από την πλατεία. Μέσω της κατάλληλης φύτευσης, γίνεται μια προσπάθεια διαχείρισης του γεγονότος ότι ο χώρος είναι παράγωνος, με τη φροντίδα να αποφεύγονται οι οξείες γωνίες στα παρτέρια, ως μη λειτουργικές. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, η πλατεία διαμορφώνεται ώστε να έχει «μέτωπο» προς την «καρδιά» της συνοικίας, επομένως οι όψεις προς τη Γενναίου Κολοκοτρώνη και το λόφο Φιλοπάππου φροντίζονται, ώστε να είναι ελκυστικές για το διερχόμενο περαστικό, με τα δέντρα να προστατεύουν από την κίνηση του δρόμου, να υποδεικνύουν το περίγραμμα του ελεύθερου χώρου και να υπογραμμίζουν την είσοδο σε αυτόν. Όσο για τη σχέση με τη λεωφόρο Καλλιρρόης, σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει πολύ

μεγαλύτερη ανάγκη προστασίας της πλατείας από την ηχορύπανση και το καυσαέριο της λεωφόρου, και ανάδειξη της σύνδεσής της με τους λόφους Κοίλης και Φιλοπάππου. Άλλωστε, η πλατεία σχεδιάζεται στην κλίμακα του ανθρώπου και του ανθρώπινου βαδίσματος και είναι αδύνατον η ουσία της να επικοινωνηθεί στον κινούμενο με τους ρυθμούς της λεωφόρου. Οι πυκνές και συνεχόμενες δεντροστοιχίες στο νότιο τμήμα της σύνθεσης, εξυπηρετούν το σκοπό αυτό. Έχοντας ολοκληρώσει με τα στοιχεία βλάστησης, η περιγραφή εστιάζεται στον τοποθετούμενο αστικό εξοπλισμό. Οι λύσεις που προτείνει η φύτευση, επιτρέπουν τη δημιουργία καθιστικών με ποικίλες διαστάσεις και μορφές, καθένα από τα οποία μπορεί να επιλεχθεί για άλλη δραστηριότητα ή στιγμή της ημέρας· άλλες μορφές καθιστικού προσφέρουν περισσότερη ησυχία και ιδιωτικότητα, άλλοι, πιο εξωστρεφείς σχηματισμοί μπορούν να φιλοξενήσουν μεγάλες παρέες ή να ενθαρρύνουν την κοινωνική συναναστροφή. Πλησίον των περιμετρικών δρόμων διαμορφώνονται μικρά καθιστικά, δροσερά και σκιερά, που είναι κατάλληλα για τους περαστικούς από την πλατεία, που αναζητούν μια ολιγόλεπτη στάση για ξεκούραση, χωρίς να περιπλανηθούν στο χώρο ή για εκείνους που στέκονται σε αυτή τη θέση περιμένοντας κάποιο λεωφορείο. Στην πλατεία Φιλοπάππου, μέσω των διαμορφώσεων, ενθαρρύνονται αμφότερες η στάση και παραμονή στα περιμετρικά καθιστικά, αλλά και η κίνηση προς τους πεζοδρόμους και την πλατεία Ελπίδος. Πρόκειται, με άλλα λόγια, για τον «εγκέφαλο» της σύνθεσης που δέχεται τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και τα κατανέμει σε λειτουργίες. Αντιθέτως, η πλατεία Ελπίδος, είναι η «καρδιά» της σύνθεσης, που ενσωματώνει την ουσία της διημέρευσης και βίωσης του τόπου. Το δίκτυο μονοπατιών, εξυπηρετεί τη σταδιακή ανακάλυψη στοιχείων ενδιαφέροντος από τον περαστικό, με τη μέριμνα όμως να μην μετατρέπεται ο χώρος σε λαβύρινθο. Για την λειτουργία του χώρου ως πέρασμα, προβλέπεται άμεση σύνδεση εισόδου και εξόδου, ώστε η απλή διέλευση να μπορεί να γίνει σχετικά γρήγορα· μάλιστα, η διαδρομή αυτή χαράσσεται έκκεντρα, προκειμένου να παρακάμπτονται τα καθιστικά από τον διερχόμενο περαστικό και να μην διαταράσσεται η ησυχία τους. Στο κέντρο της πλατείας τοποθετείται συντριβάνι από σκυρόδεμα σχήματος τετραγώνου πλευράς 6m, γύρω από το οποίο ενθαρρύνεται η κίνηση, μέσω των μονοπατιών. Εκατέρωθεν του συντριβανιού, το οποίο αποτελεί τοπόσημο, και η θέα του απολαμβάνεται και από τον πεζόδρομο Πραμάντων, διαμορφώνονται δύο διαφορετικές καταστάσεις. Στο δυτικό τμήμα, η λογική του σχηματισμού καθιστικών και χώρων παραμονής ακολουθεί αυτήν του πεζοδρόμου Αγνάντων. Στην ανατολική πλευρά, όμως, διαμορφώνεται μια ενιαία εξωστρεφής μορφή με επιμήκεις πάγκους από σκυρόδεμα, η οποία μπορεί να φιλοξενήσει συλλογικές δράσεις γειτονιάς, όπως συνελεύσεις, συλλογική κουζίνα, δραστηριότητες για παιδιά και ενήλικες, γιορτές, ή την καθημερινή συνάντηση και συνάθροιση των γειτόνων. Για τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού αναφέρεται ότι οι πάγκοι (από σκυρόδεμα) έχουν πλάτος 50cm όταν έχουν πλάτη και 60cm όταν δεν έχουν. Οι δύο μορφές εναλλάσσονται για να καλύψουν κατά το δυνατόν καλύτερα τις ανάγκες των επισκεπτών του χώρου, αλλά προτιμάται η δεύτερη, καθώς προάγει την πρωτοβουλία ως προς τον προσανατολισμό του καθήμενου. Σε μερικά καθιστικά, ως πρόσθετο μέτρο σκίασης τοποθετείται ξύλινη πέργκολα, επί της οποίας αναπτύσσονται αναρριχητικά φυλλοβόλα φυτά.



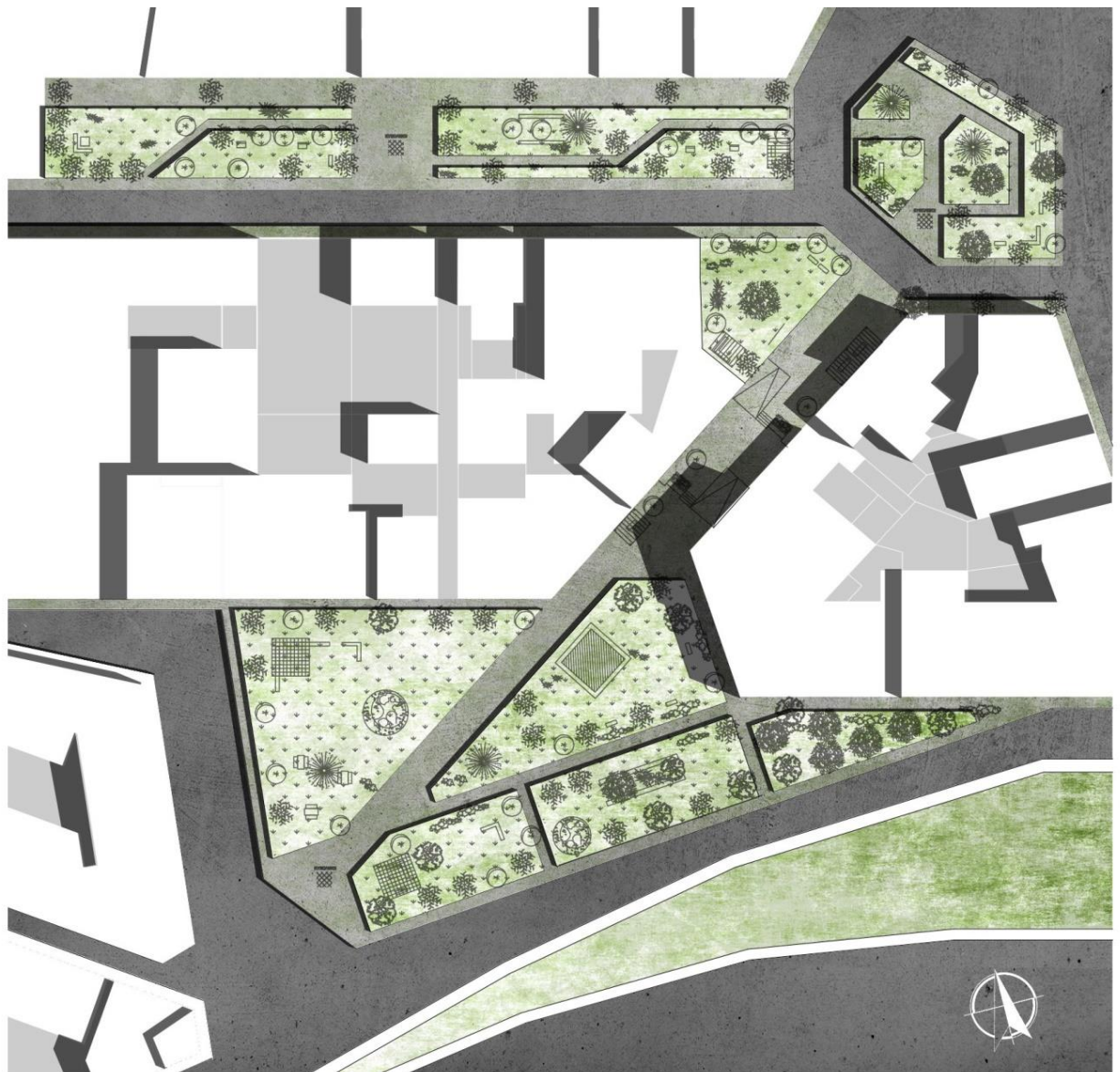


Εικόνα 7.15: Σχεδίαση της πρότασης ανάπλασης στο σχεδιαστικό περιβάλλον Auto Cad

Συγκεφαλαιώνοντας τις επιδιώξεις του σχεδιασμού και τις συνθετικές επιλογές στις οποίες αυτές οδήγησαν, ο χώρος που προτείνεται είναι ένα ευέλικτο σύνολο, που συνδυάζει διαφορετικούς σχηματισμούς, επίπεδα, χωρικές και υλικές διαστάσεις, είναι σχεδιασμένος για παραμονή ή διέλευση, αλλά σε κάθε περίπτωση προς εξερεύνηση από τον επισκέπτη. Επιτρέπει δε πολλαπλές δυνατότητες χρήσης και ερμηνείας, ενθαρρύνοντας την κοινωνική συναναστροφή και ισορροπώντας μεταξύ πάρκου και πλατείας.

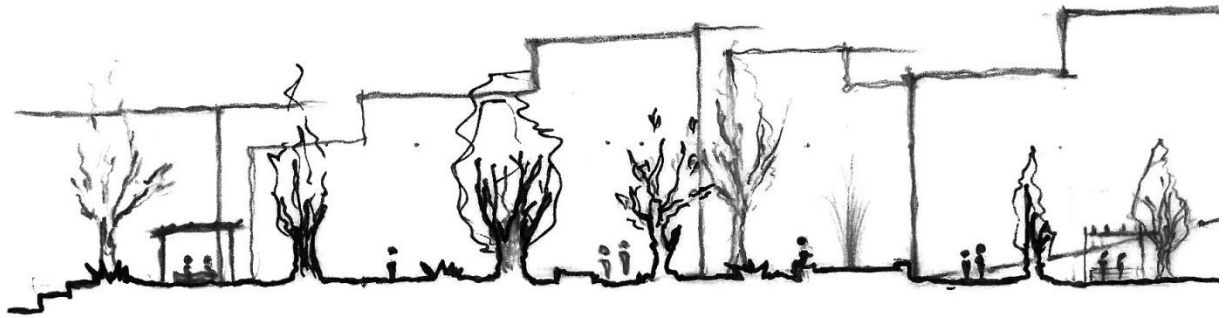


Εικόνα 7.16: Κάτοψη της περιοχής μελέτης- υφιστάμενη κατάσταση.

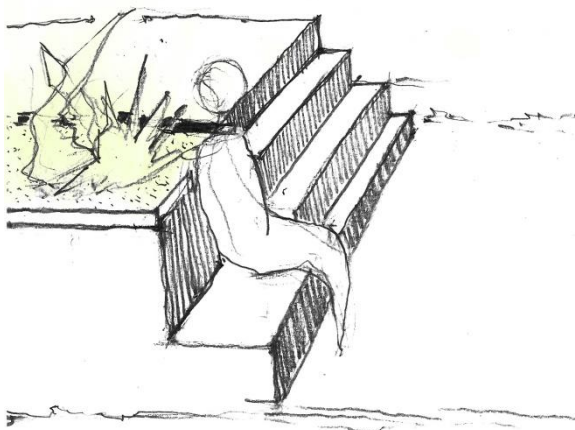


Εικόνα 7.17: Κάτοψη της περιοχής μελέτης- προτεινόμενη ανάπλαση

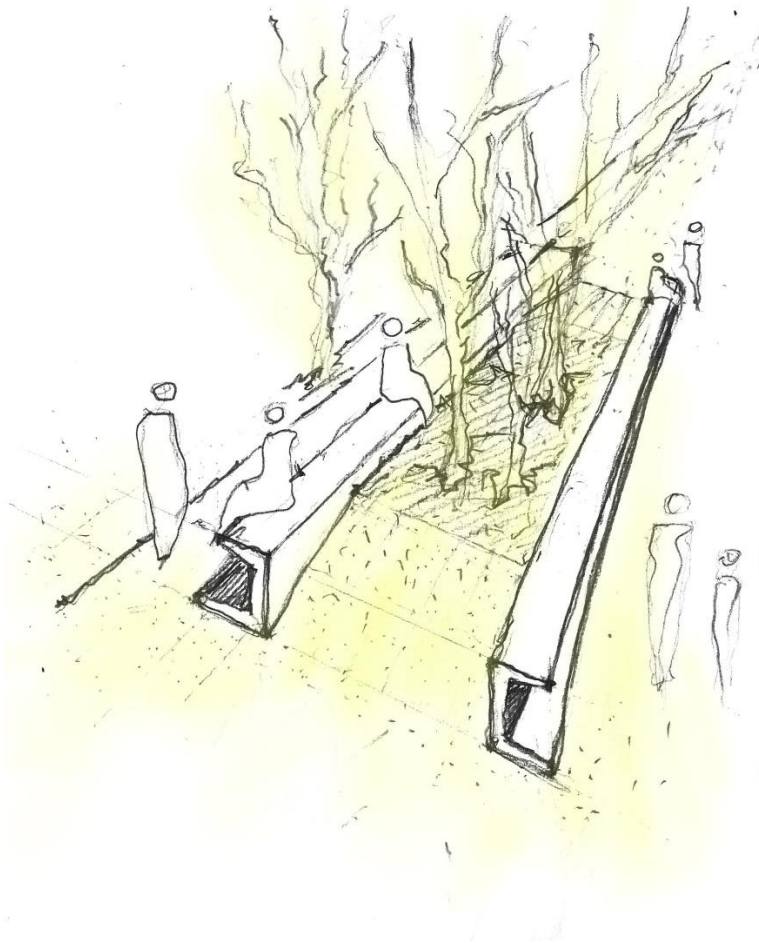
ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 7.18: Σκαριφήμα διαγωνίου τομής (κατά τον άξονα της οδού Πραμάντων)



Εικόνα 7.19 : Σκαριφήματα καθιστικών α)στον πεζόδρομο Πραμάντων και β)στον πεζόδρομο Αγνάντων

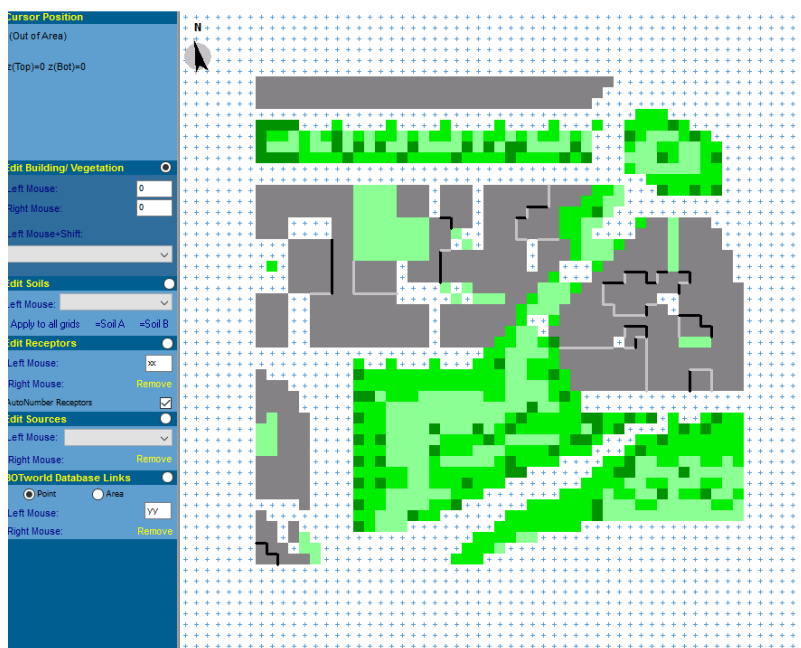




#### 7.4: 5<sup>η</sup> προσομοίωση: πρόταση ανάπλασης- Αρχεία Εισόδου και Αποτελέσματα

##### 7.4.1: Κατάρτιση Αρχείων Εισόδου

Η επιτυχία του σχεδιασμού έγκειται σε μεγάλο βαθμό στην εξασφάλιση βελτιωμένων μικροκλιματικών συνθηκών στην περιοχή μελέτης. Για τη διερεύνηση της επίδρασης των επιλογών που προτείνονται, στο μικροκλίμα, χρειάζεται να εκτελεστεί προσομοίωση της νέας κατάστασης με το λογισμικό ENVI-met, με τις ίδιες αρχικές συνθήκες με τις οποίες εκτελέστηκε η προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης (Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>). Ωστόσο, οι αλλαγές στη γεωμετρία, υπαγορεύουν την κατάρτιση ενός νέου αρχείου εισόδου, στο οποίο καταβάλλεται η μέγιστη προσπάθεια να απεικονιστούν με ακρίβεια οι αλλαγές που έχουν γίνει. Οι κτιριακοί όγκοι παραμένουν οι ίδιοι, ενώ η βλάστηση επεκτείνεται και εμπλουτίζεται, όπως φαίνεται στα σχέδια των εικόνων 7.15 και 7.16. Οι υποδοχείς παραμένουν στις ίδιες θέσεις, επιτρέποντας την ευθεία σύγκριση των αποτελεσμάτων. Η πεζοδρόμηση της οδού Πραμάντων καταργεί τις γραμμικές εκπομπές ρύπων στον άξονά της (Επιλογή sources) και συνεπάγεται τροποποιήσεις στο εδαφικό μοντέλο, καθώς η άσφαλτος αντικαθίσταται από φυσικό χώμα ή πλάκες πεζοδρομίου. Τέλος, για την προσομοίωση του συντριβανιού, η περιοχή που αντιστοιχεί στην προτεινόμενη θέση του υδατικού στοιχείου, καλύπτεται εναλλάξ από κελιά με φυσικό έδαφος (loamy soil) και νερό (deep water), διότι η παρούσα έκδοση του προγράμματος δεν επιτρέπει την προσομοίωση στοιχείων με ρηχό νερό, και αν θεωρήσουμε ότι ολόκληρη η επιφάνεια του συντριβανιού περιέχει νερό σε μεγάλο βάθος, η επίδρασή του στο μικροκλίμα θα υπερεκτιμηθεί. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το νέο αρχείο εισόδου, για την 5<sup>η</sup> κατά σειρά προσομοίωση της παρούσας εργασίας.

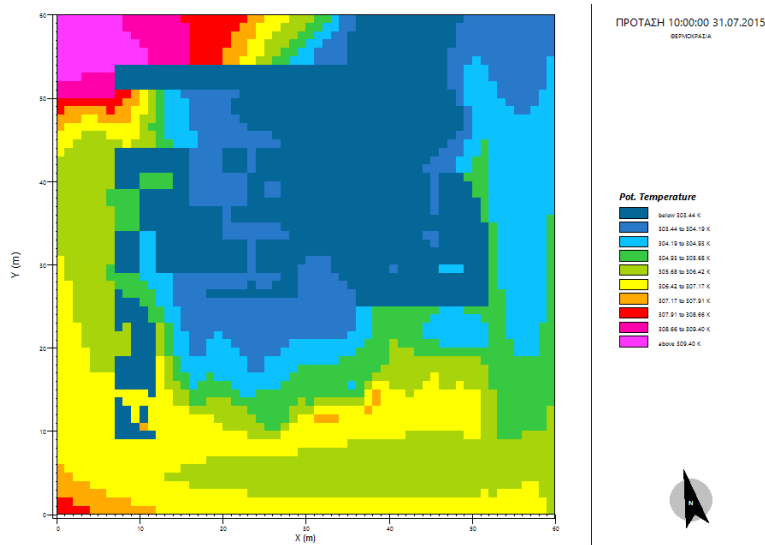


Εικόνα 7.20: Αρχείο εισόδου 5<sup>ης</sup> προσομοίωσης (πρότασης ανάπλασης)

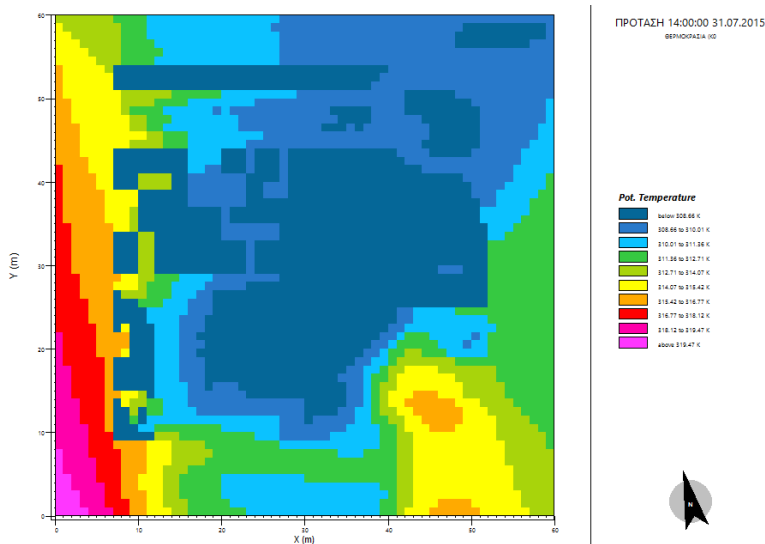
7.4.2: Αποτελέσματα

Στην υποενότητα αυτή, παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή μελέτης και αφορά στην προτεινόμενη λύση ανάπλασης. Αναλυτική σύγκριση με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της υφιστάμενης κατάστασης και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων που προτείνονται, θα γίνει στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Leonardo, παράγονται τα ακόλουθα διαγράμματα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας:

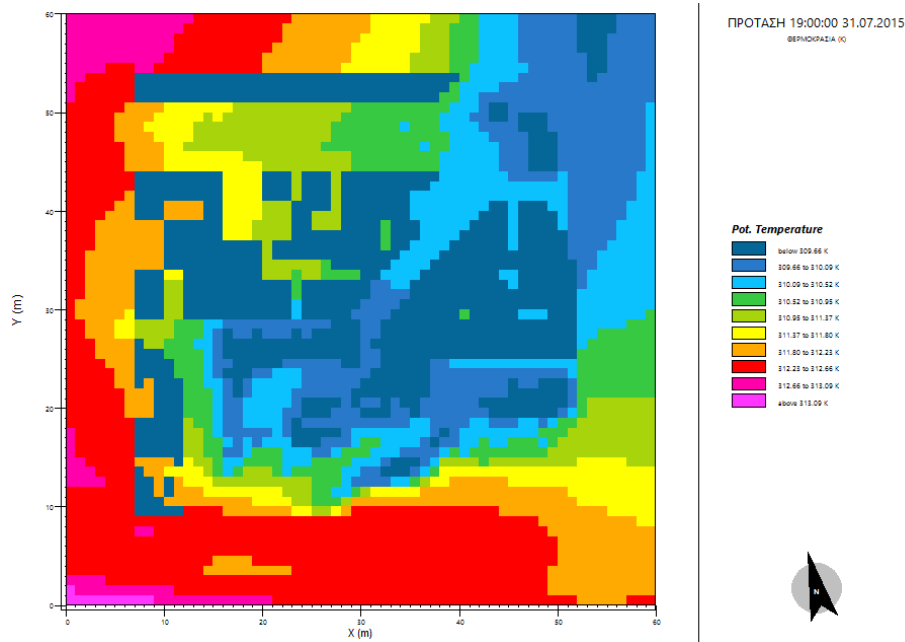


Εικόνα 7.21: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ

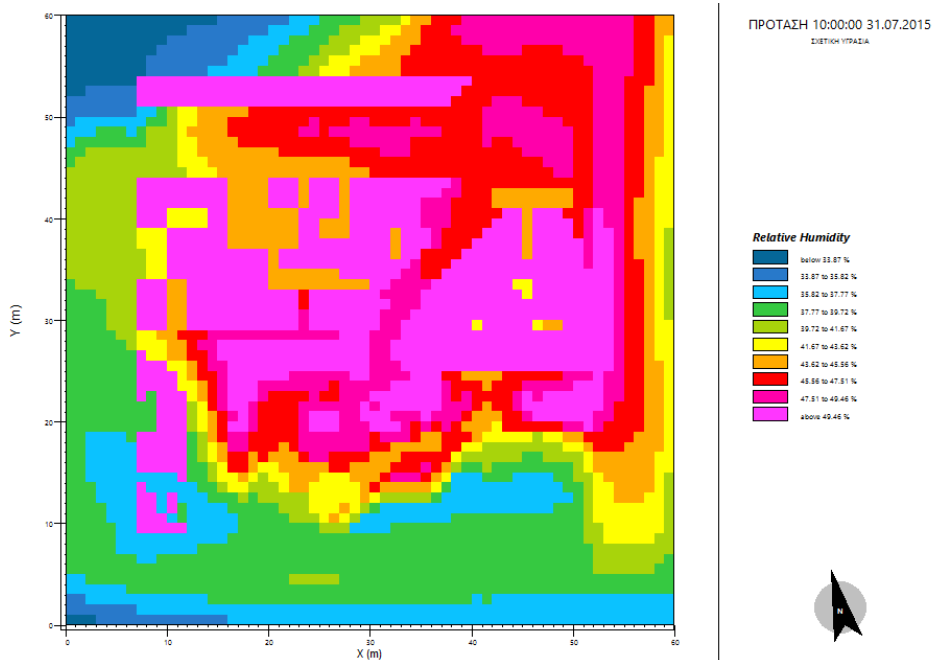


Εικόνα 7.22: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

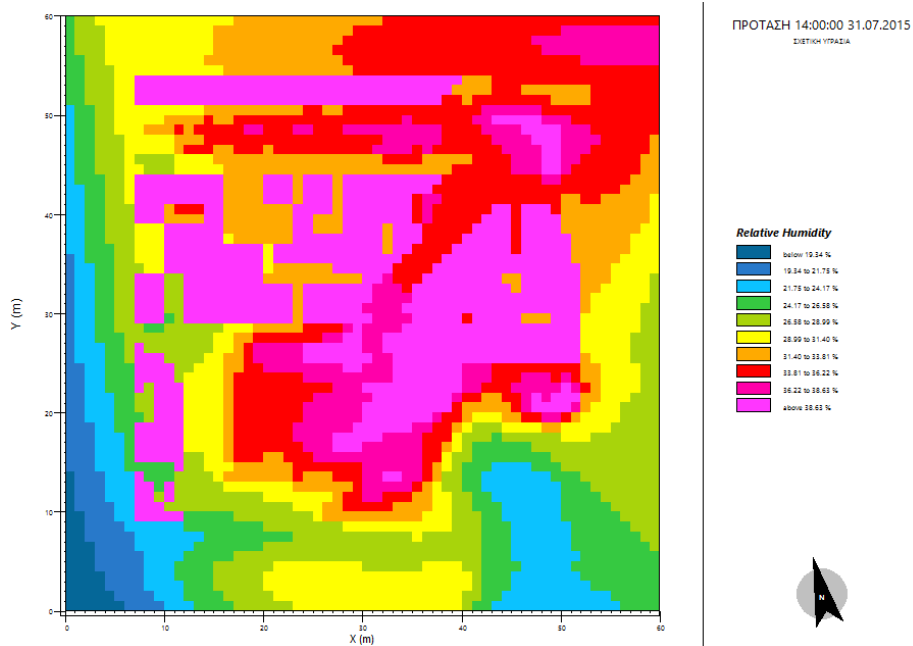


Εικόνα 7.23: Χρωματικός χάρτης θερμοκρασιών για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ

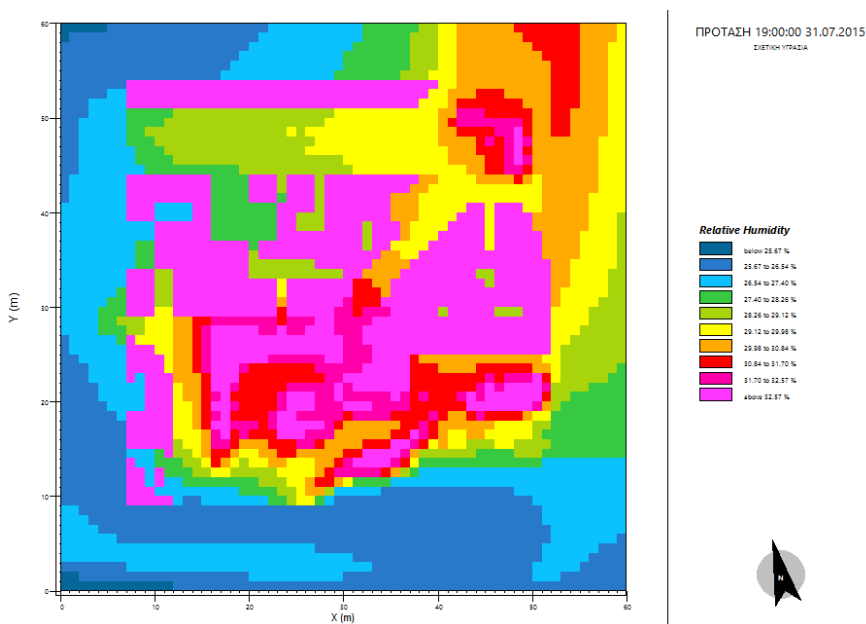


Εικόνα 7.24: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 10:00πμ





Εικόνα 7.25: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 14:00μμ



Εικόνα 7.26: Χρωματικός χάρτης ποσοστού σχετικής υγρασίας για την προτεινόμενη λύση βιοκλιματικής αναβάθμισης, 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, 19:00μμ

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

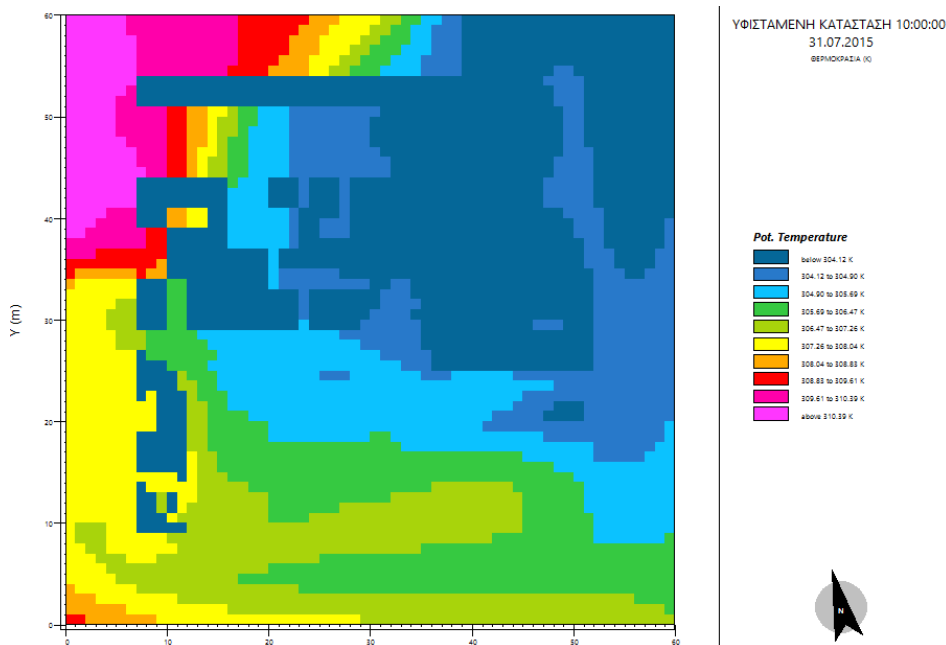
## 8.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται εκτενής παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις των προηγούμενων κεφαλαίων, και συγκριτική θεώρηση αυτών, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των εξεταζόμενων παραμέτρων στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης. Επιπλέον, αξιολογείται η αναμενόμενη αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης λύσης ανάπλασης, που περιγράφηκε στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο και διερευνάται η οικονομική της βιωσιμότητα. Τέλος, προτείνονται κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα στο εν λόγω πεδίο.

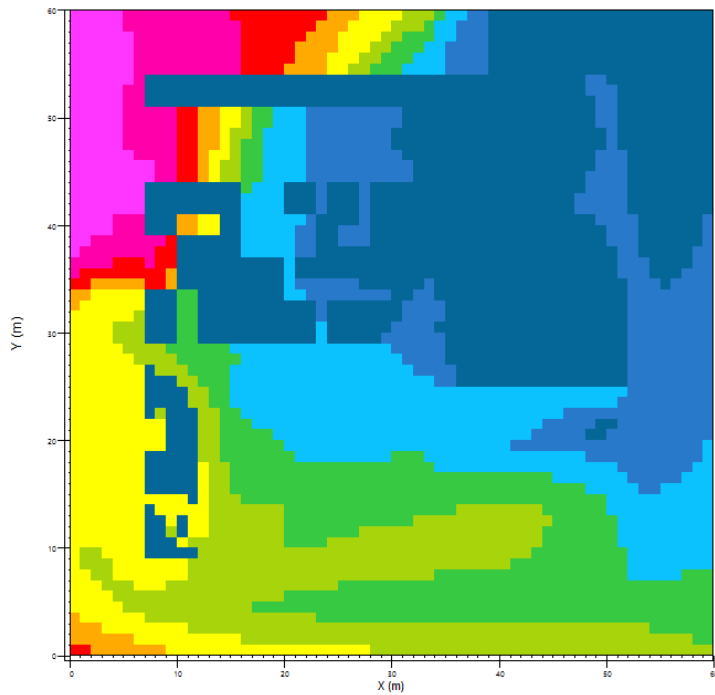
## 8.2 Συγκριτική θεώρηση της επίδρασης της ανακλαστικότητας και της βλάστησης στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης

### 8.2.1: Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Στην εν λόγω υποενότητα, παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα των τεσσάρων πρώτων αναλύσεων της παρούσας εργασίας, προκειμένου να μελετηθούν οι αναμενόμενες αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής. Αναφέρεται ότι οι προσομοιώσεις αυτές αφορούν στην υφιστάμενη κατάσταση, την αντικατάσταση των προσόψεων και των δωματίων από ψυχρά υλικά, την εντατική φύτευση του ελεύθερου χώρου και, τέλος, τη φύτευση των δωματίων. Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται συγκριτικά η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στις 10:00, στις 14:00μμ και στις 19:00μμ για τις τέσσερις αυτές συνθήκες ανάλυσης:

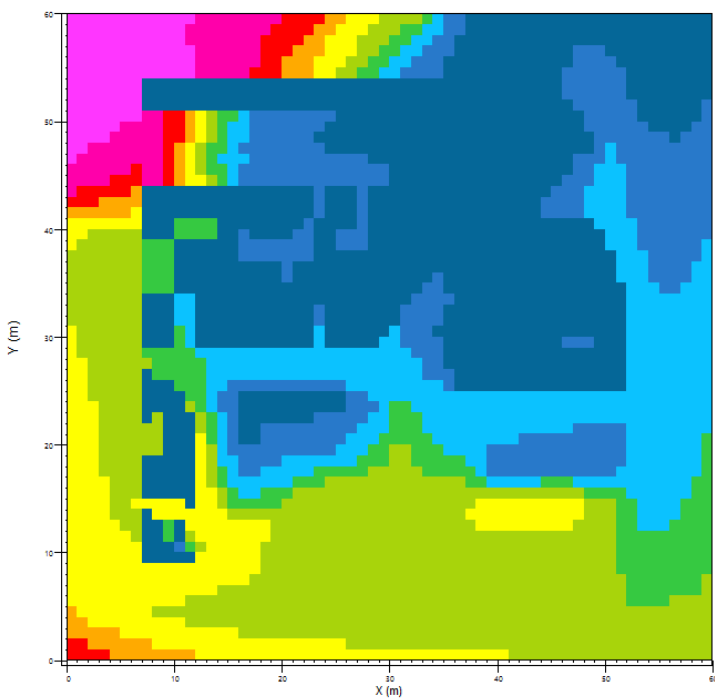


ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ  
10:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

**Pot. Temperature**

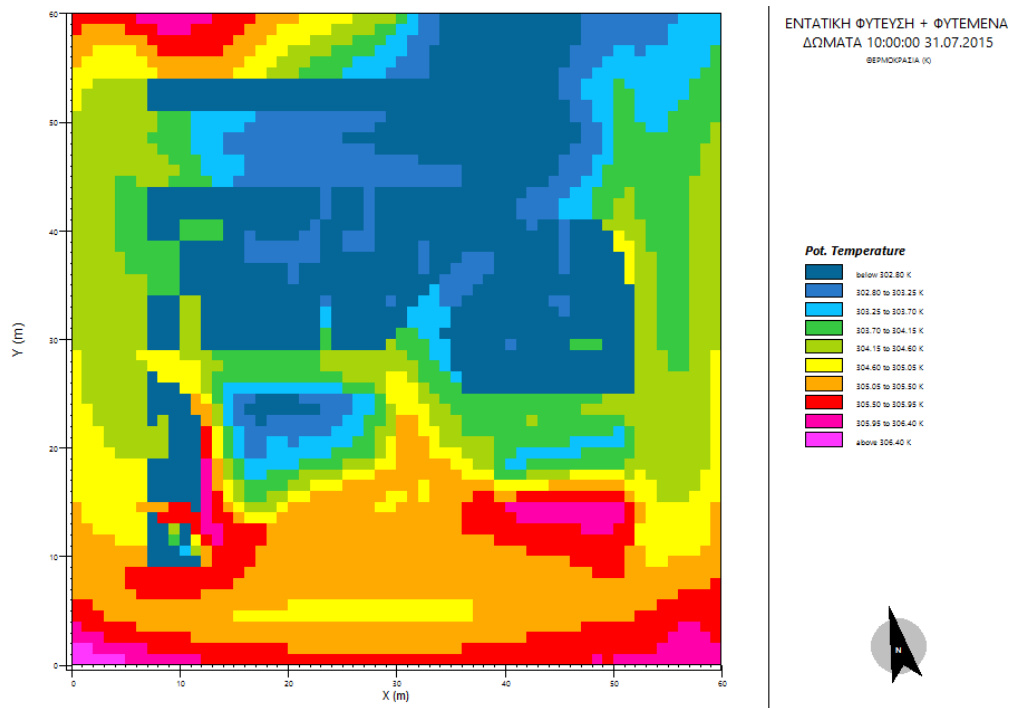


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ  
10:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

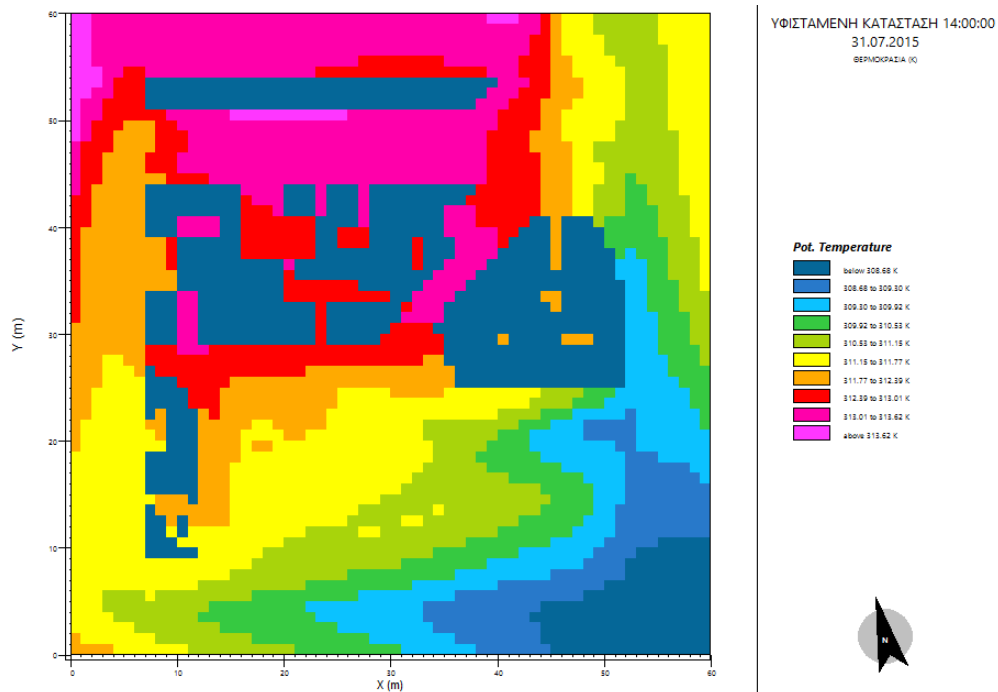
**Pot. Temperature**



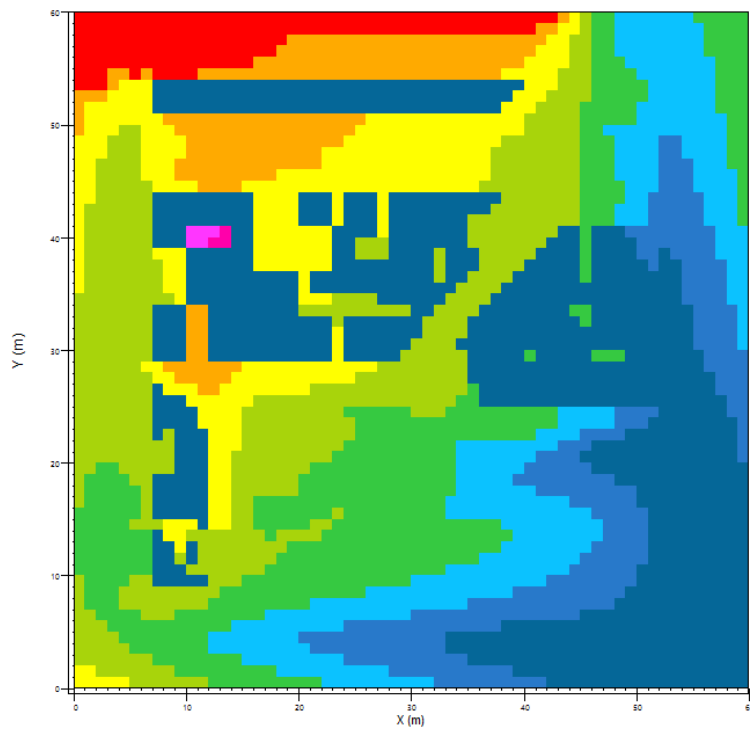
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Εικόνα 8.1: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 10:00πμ, α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητα, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωματίων

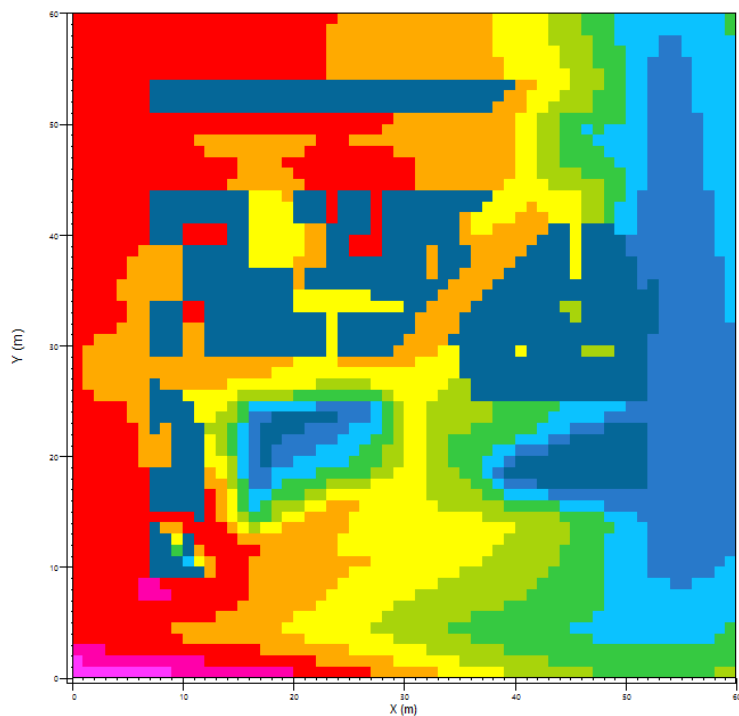


ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ  
14:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

**Pot. Temperature**



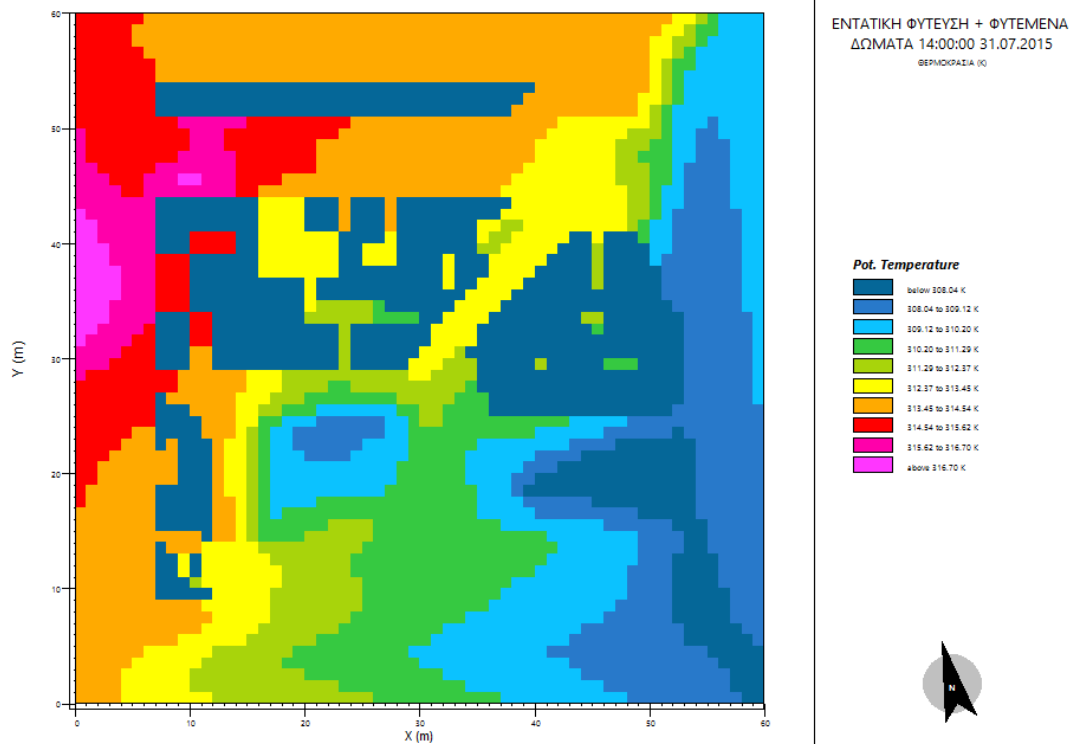
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ  
14:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

**Pot. Temperature**

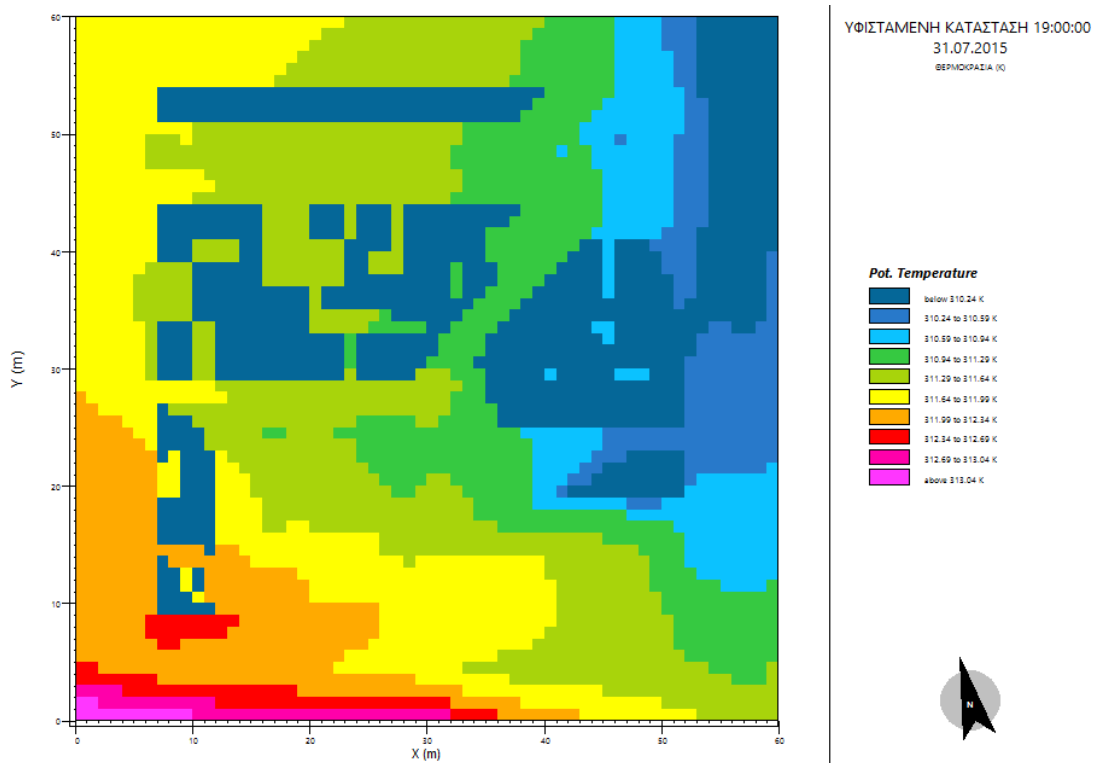




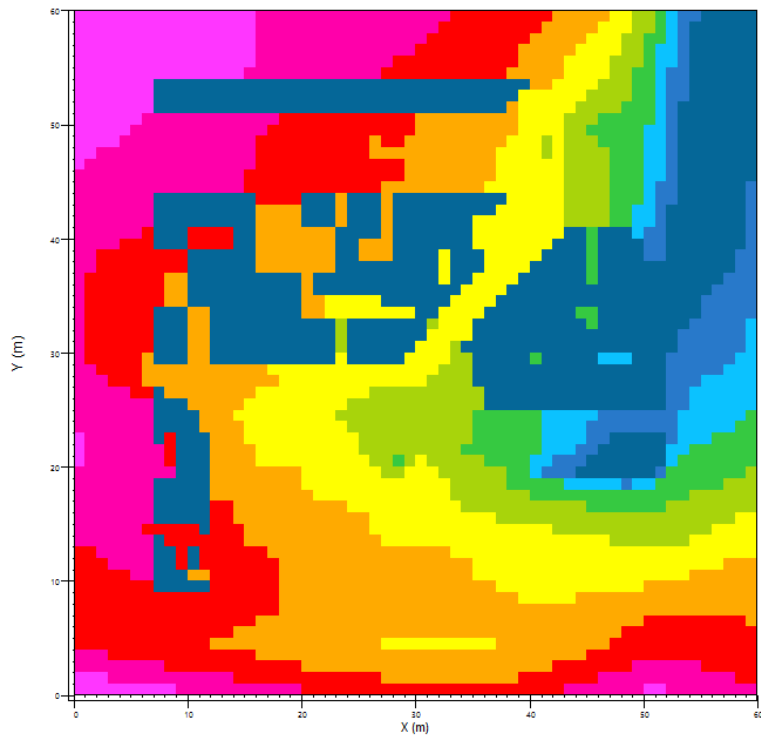
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Εικόνα 8.2: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 14:00μμ α)υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωμάτων



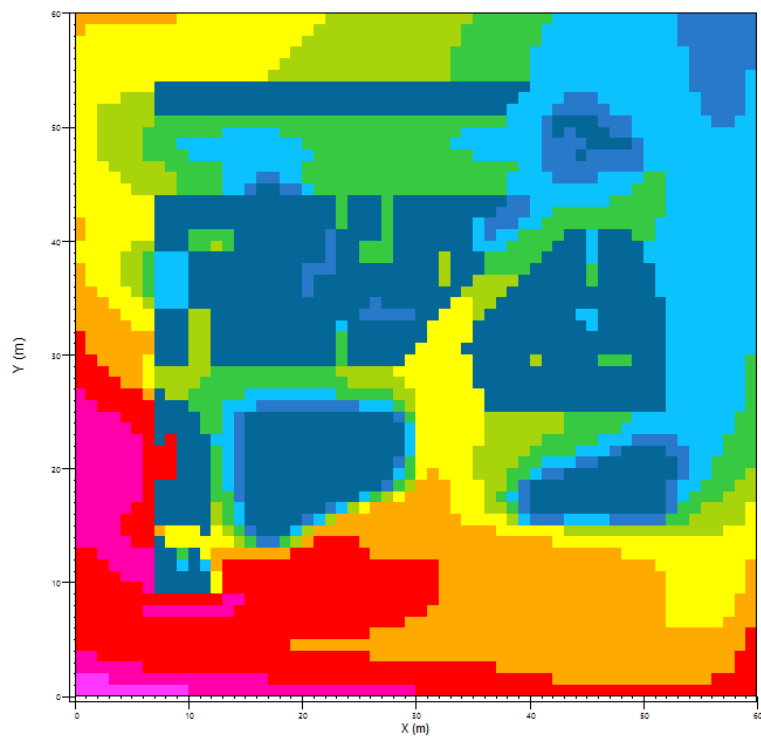
ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ  
19:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

**Pot. Temperature**

below 311.89 K
311.89 to 312.21 K
312.21 to 312.52 K
312.52 to 312.84 K
312.84 to 313.16 K
313.16 to 313.48 K
313.48 to 313.80 K
313.80 to 314.12 K
314.12 to 314.44 K
above 314.44 K



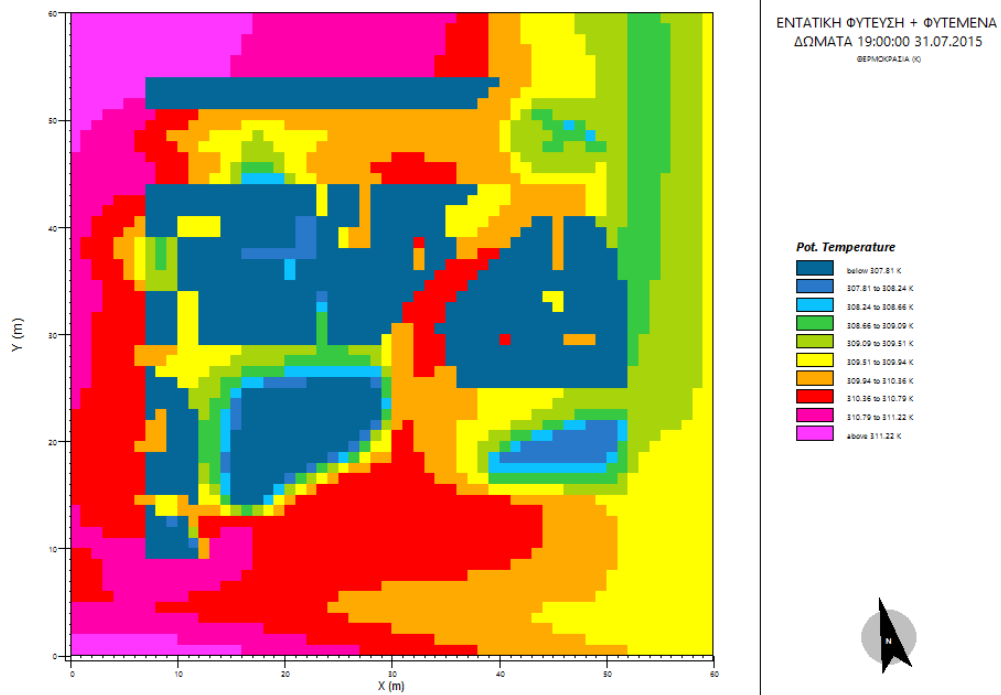
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ  
19:00:00 31.07.2015  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (K)

**Pot. Temperature**

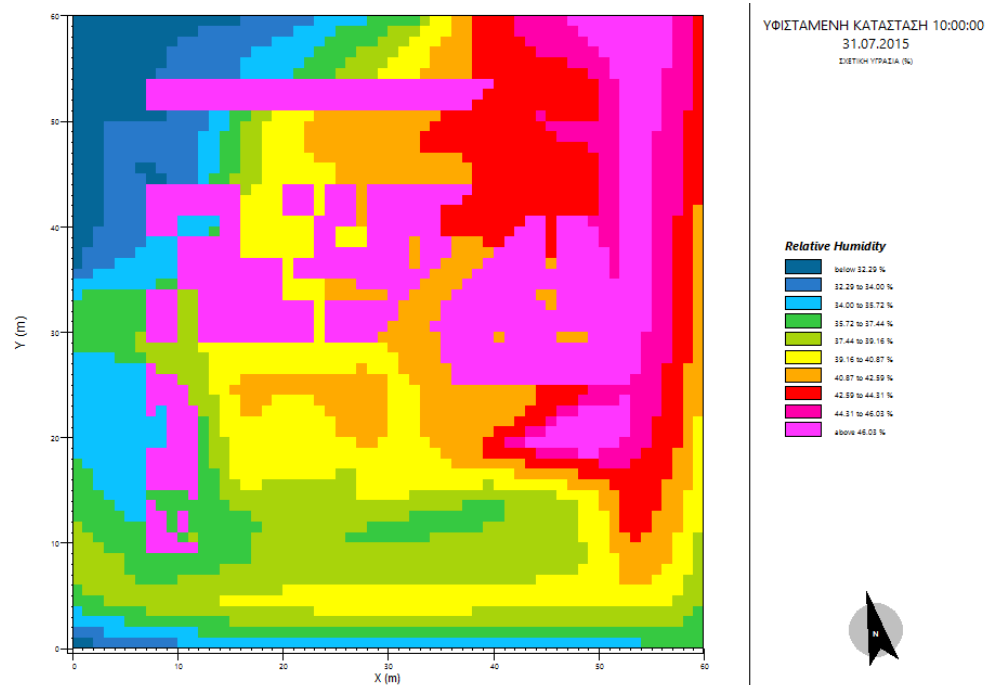
below 309.23 K
309.23 to 309.61 K
309.61 to 309.99 K
309.99 to 310.37 K
310.37 to 310.76 K
310.76 to 311.14 K
311.14 to 311.52 K
311.52 to 311.91 K
311.91 to 312.29 K
above 312.29 K



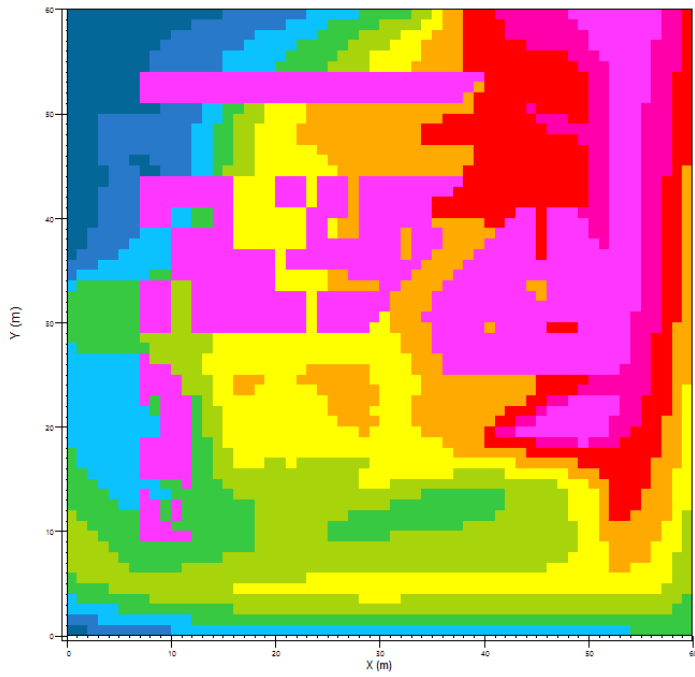
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



Εικόνα 8.3: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασιών, 31/07/2015, 19:00μμ α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωματίων

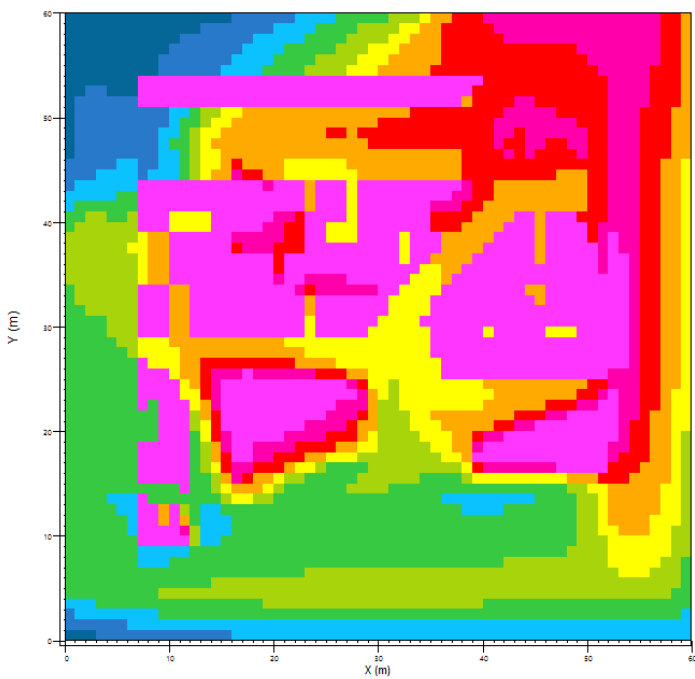


ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



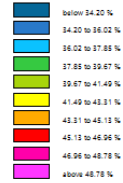
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ  
10:00:00 31.07.2015  
ΠΟΛΙΤΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΠΡΑΣΙΑΣ

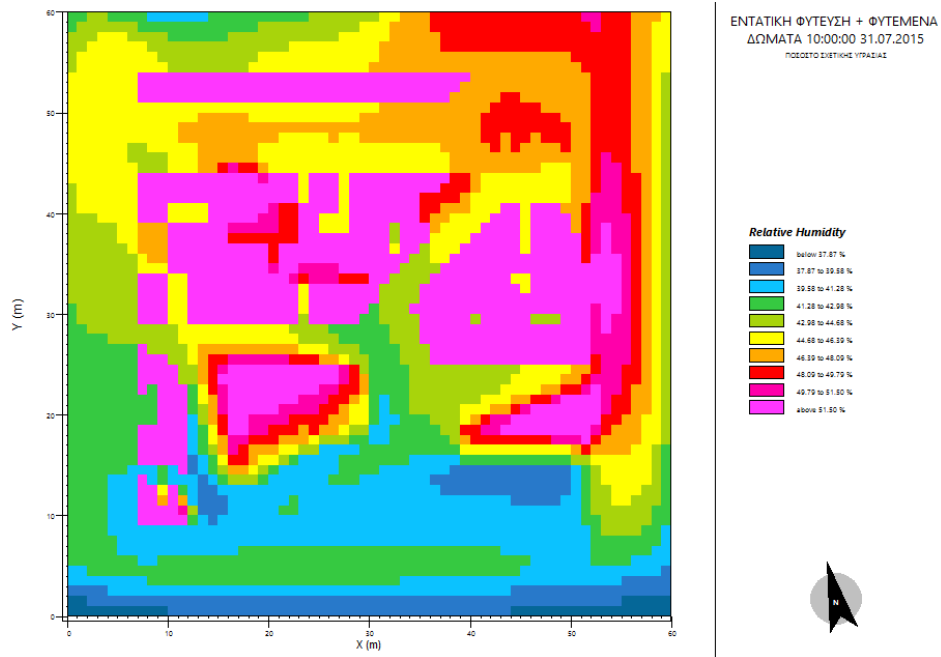
**Relative Humidity**



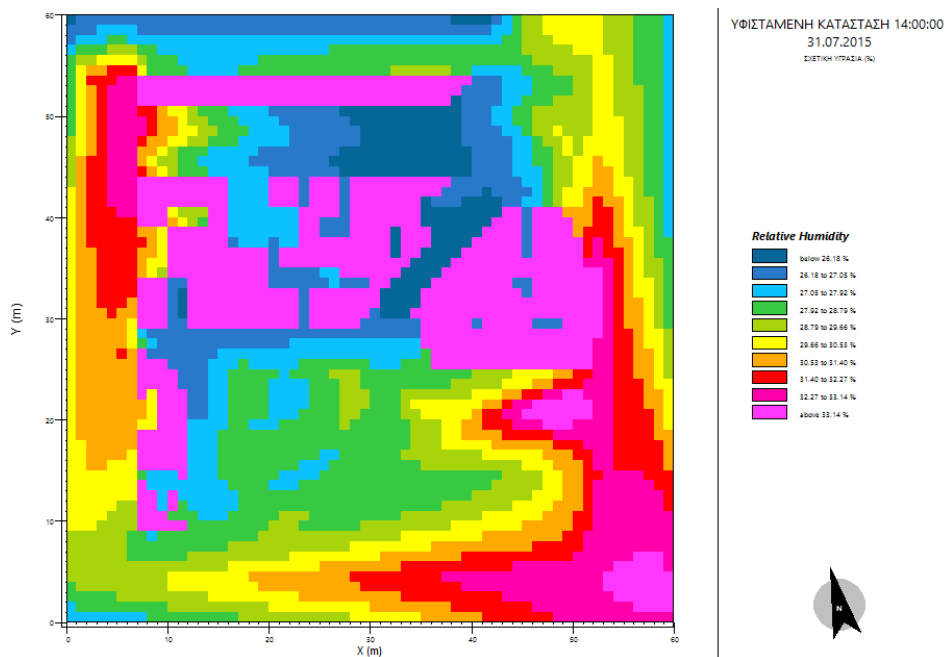
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ  
10:00:00 31.07.2015  
ΠΟΛΙΤΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΠΡΑΣΙΑΣ

**Relative Humidity**

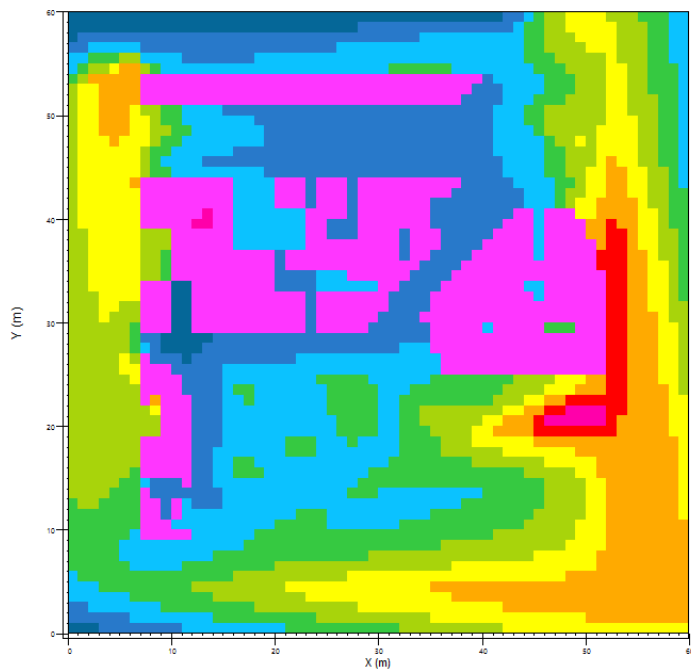




Εικόνα 8.4: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητα, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωματίων

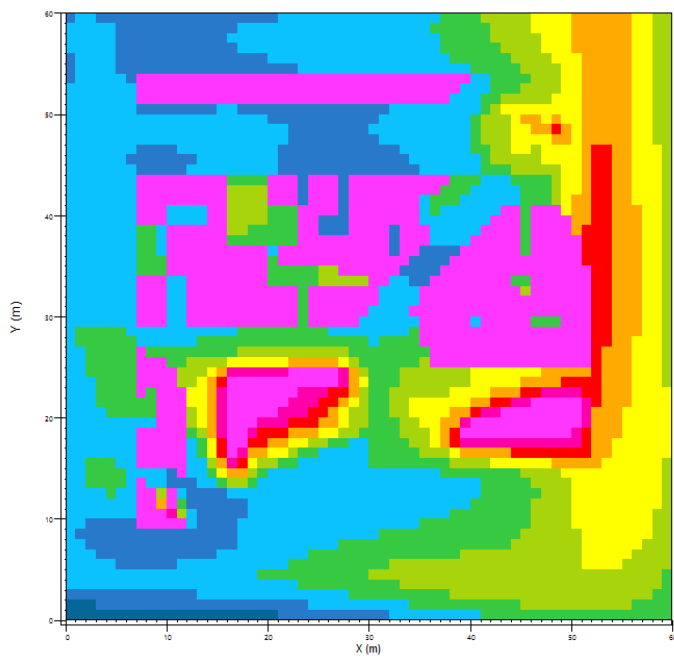
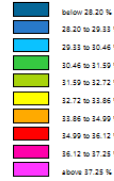


ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ  
14:00:00 31.07.2015  
ΠΟΡΕΥΟ ΣΥΝΕΤΙΚΗ ΥΠΡΑΣΙΑΣ

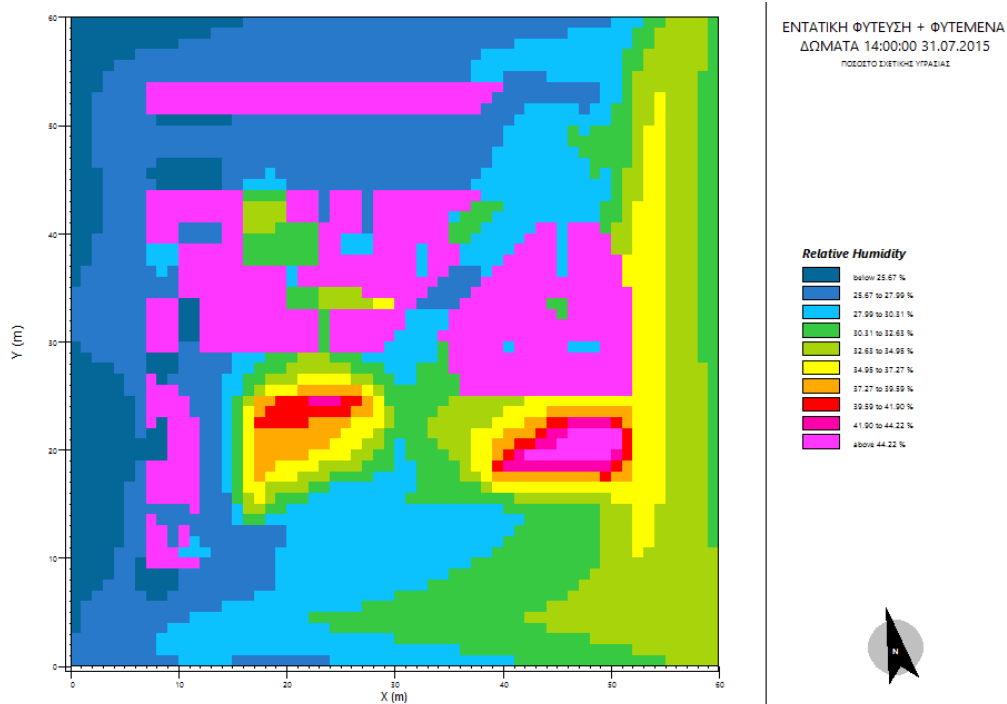
**Relative Humidity**



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ  
14:00:00 31.07.2015  
ΠΟΡΕΥΟ ΣΥΝΕΤΙΚΗ ΥΠΡΑΣΙΑΣ

**Relative Humidity**

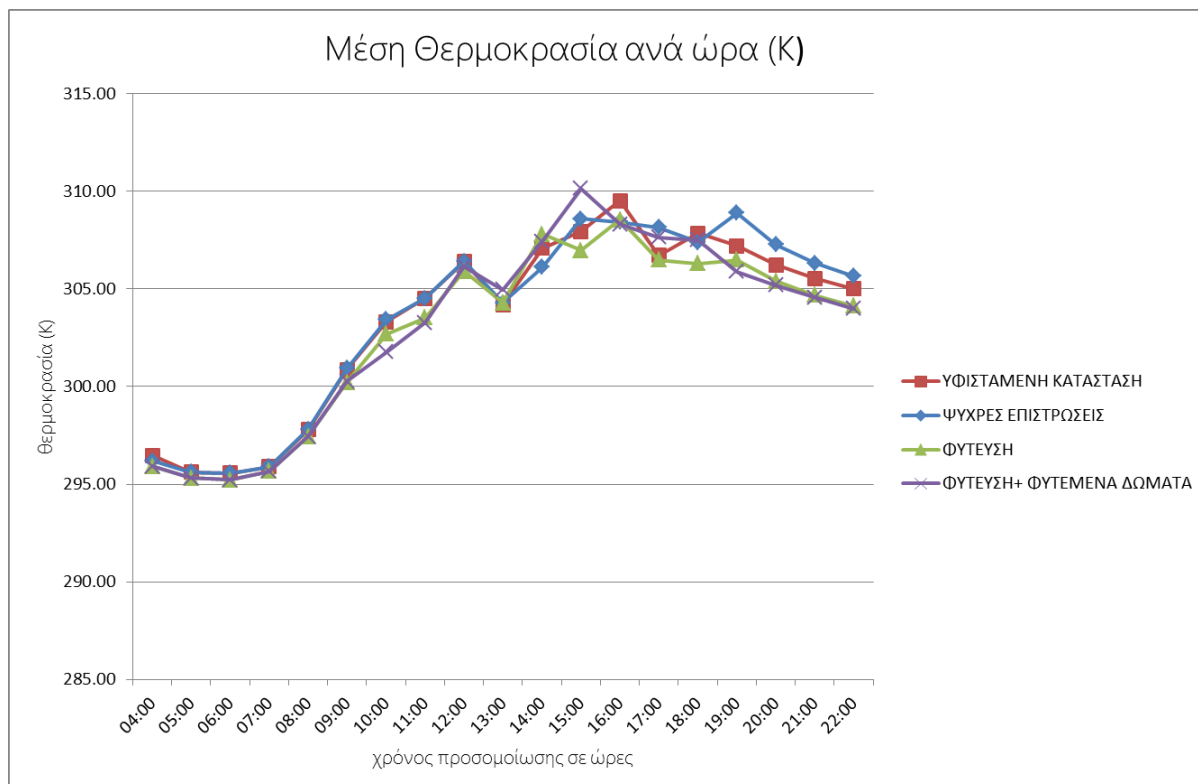




Εικόνα 8.5: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ α) υφιστάμενη κατάσταση, β) επίδραση ανακλαστικότητας, γ) επίδραση φύτευσης και δ) επίδραση φύτευσης και φυτεμένων δωματίων

Στη συνέχεια συγκρίνονται τα διαγράμματα μέσης θερμοκρασίας (σε ύψος 2m από την επιφάνεια του εδάφους)- χρόνου, για τις τέσσερις παραπάνω περιπτώσεις. Σημειώνεται ότι οι τιμές προκύπτουν από τα αρχεία που αποσυμπίεστηκαν στο Xtract και υπέστησαν επεξεργασία στο Microsoft Excel· σε κάθε αρχείο υπολογίστηκε μέση τιμή μεταξύ 3600 περίπου τιμών.

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 8.6: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για τα τέσσερα σενάρια προσομοίωσης

SIM0-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	SIM1- ALBEDO	SIM2- PLANTS	SIM3-ROOFS
296.46	296.18	295.92	295.92
295.62	295.62	295.31	295.31
295.56	295.56	295.23	295.23
295.88	295.89	295.67	295.67
297.79	297.82	297.43	297.43
300.87	300.94	300.21	300.25
303.32	303.43	302.69	301.77
304.52	304.51	303.51	303.26
306.39	306.41	305.90	306.16
304.20	304.29	304.29	304.96
307.08	306.10	307.79	307.43
307.93	308.57	306.97	310.13
309.50	308.41	308.54	308.31
306.72	308.14	306.47	307.64
307.84	307.37	306.30	307.50
307.20	308.88	306.48	305.88
306.22	307.27	305.40	305.18
305.53	306.32	304.67	304.56
305.00	305.64	304.13	303.97

Εικόνα 8.7: Πίνακας τιμών για τη χάραξη του διαγράμματος μέσης θερμοκρασίας- χρόνου



## 8.2.2 Συμπεράσματα

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί άμεσα από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται, τόσο σε μορφή χρωματικού χάρτη, όσο και σε μορφή διαγράμματος, είναι ότι τα τρία εναλλακτικά σενάρια προσομοίωσης περιγράφουν μια κατάσταση βελτιωμένη έναντι της αρχικής, αποτέλεσμα που επαληθεύει την αρχική υπόθεση περί ευεργετικής επίδρασης των μέτρων αυτών στο μικροκλίμα της περιοχής μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα:

- Ως αποτελεσματικότερο εκ των τριών μέτρων εμφανίζεται η εντατική φύτευση ελεύθερων χώρων και δωματίων (3<sup>η</sup> προσομοίωση) με ποσοστιαία μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας κατά 0.38% ήτοι 1.19 K. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης θα ήταν περισσότερο εντυπωσιακά, αν μπορούσε να υπολογιστεί η επίδραση των φυτεμένων δωματίων στη θερμοκρασία του εσωτερικού των κτιρίων και στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, εφόσον έχουν θερμομονωτικές ιδιότητες. Αναφέρεται όμως και πάλι στο σημείο αυτό, ότι το εν λόγω μέτρο δεν έχει πρακτική εφαρμογή, τουλάχιστον όχι με τη μορφή που ελήφθη υπόψη στην ανάλυση. Επιπλέον, σε μια ανάλυση που θα εξέταζε το μέτρο αυτό χωρίς την επίδραση της φύτευσης των ελεύθερων χώρων, η διαφορά θερμοκρασίας θα ήταν αμελητέα στο ύψος των 2m από την επιφάνεια του εδάφους.
- Η αντικατάσταση των υλικών των όψεων και των δωματίων των κτιρίων με ψυχρές επιστρώσεις επιφέρει μείωση της θερμοκρασίας σε ποσοστό 0.35%, δηλαδή, 1.09K. Η έρευνα και η βιβλιογραφία, ελληνική και ξενόγλωσση, γύρω από τα καινοτόμα αυτά υλικά, έχει δημιουργήσει αυξημένες προσδοκίες σε σχέση με την εφαρμογή τους. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σχολιαστεί ότι παρά την αλλαγή των επιστρώσεων, η εσωτερική θερμοκρασία των κτιρίων λαμβάνεται καθολικά ίση με 293 K, επομένως η επίδραση του μέτρου αυτού έχει αναμφίβολα υποτιμηθεί από το πρόγραμμα. Η τοποθέτηση ψυχρών υλικών στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιριακών όγκων αλλάζει άρδην την ενεργειακή τους συμπεριφορά. Από μια ανάλυση στην οποία θα λαμβάνεται υπόψη και αυτή η κρίσιμη παράμετρος, μπορούν να προκύψουν χρήσιμα στοιχεία.
- Η εντατική φύτευση των ελεύθερων χώρων και των εσωτερικών κοινόχρηστων ακαλύπτων των οικοδομικών τετραγώνων, αναμένεται να επιφέρει μείωση της τάξης του 0.31% στη θερμοκρασία του αέρα (0.96 K). Η βλάστηση, όμως συνδέεται με πολλαπλές ευεργετικές αλλαγές στο μικροκλίμα, οι οποίες δεν παρουσιάζονται στα παραπάνω διαγράμματα. Η μείωση της θερμοκρασίας που επιτυγχάνεται, είναι εντονότερη τις νυχτερινές ώρες, λόγω των φυσικών διεργασιών των φυτών. Αποτελεί, λοιπόν, το μέτρο αυτό μια διέξοδο στο πρόβλημα της νυχτερινής αστικής θερμικής νησίδας.

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	
ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	0.35%
ΦΥΤΕΥΣΗ	0.31%
ΦΥΤΕΥΣΗ+ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ	0.38%

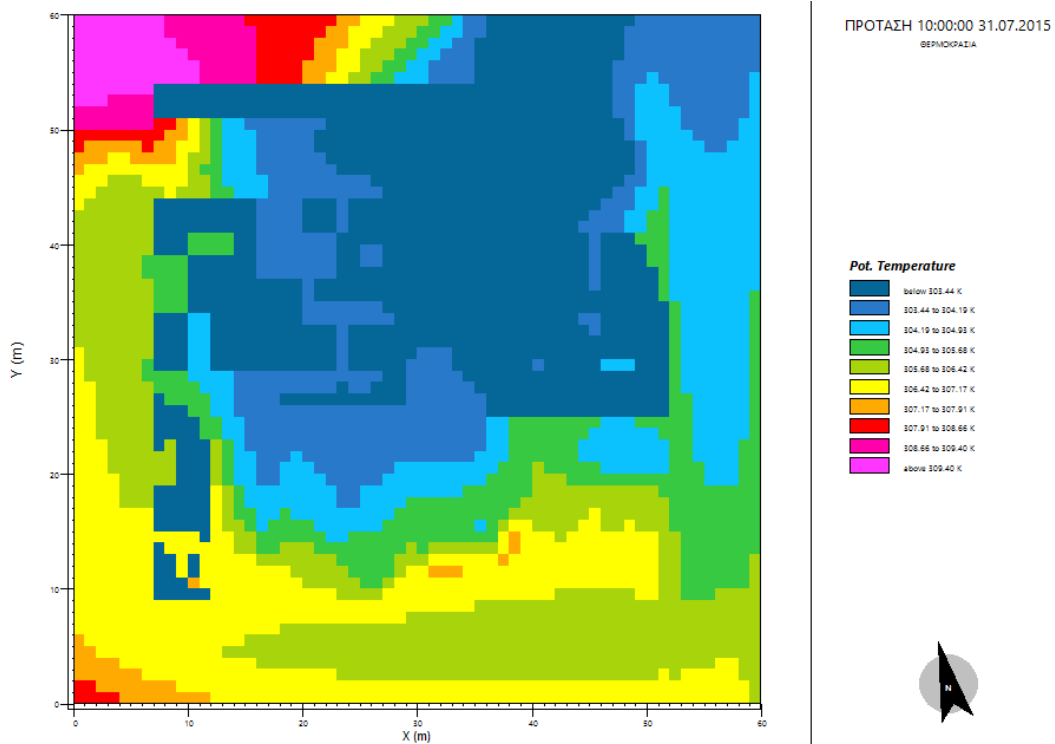
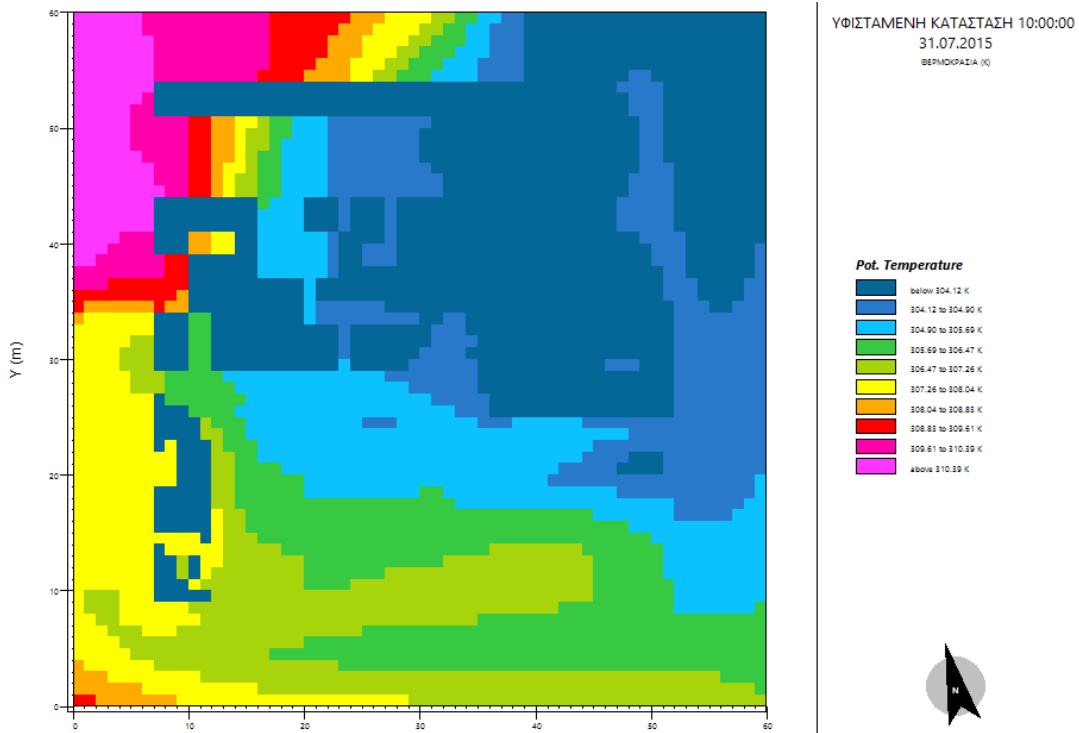
Εικόνα 8.8: Πίνακας ποσοστιαίας μείωσης μέγιστης θερμοκρασίας σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση για τα τρία εναλλακτικά σενάρια προσομοίωσης που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 6.

### 8.3 Συγκριτική θεώρηση υφιστάμενης κατάστασης και πρότασης ανάπλασης (κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>)

#### 8.3.1 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

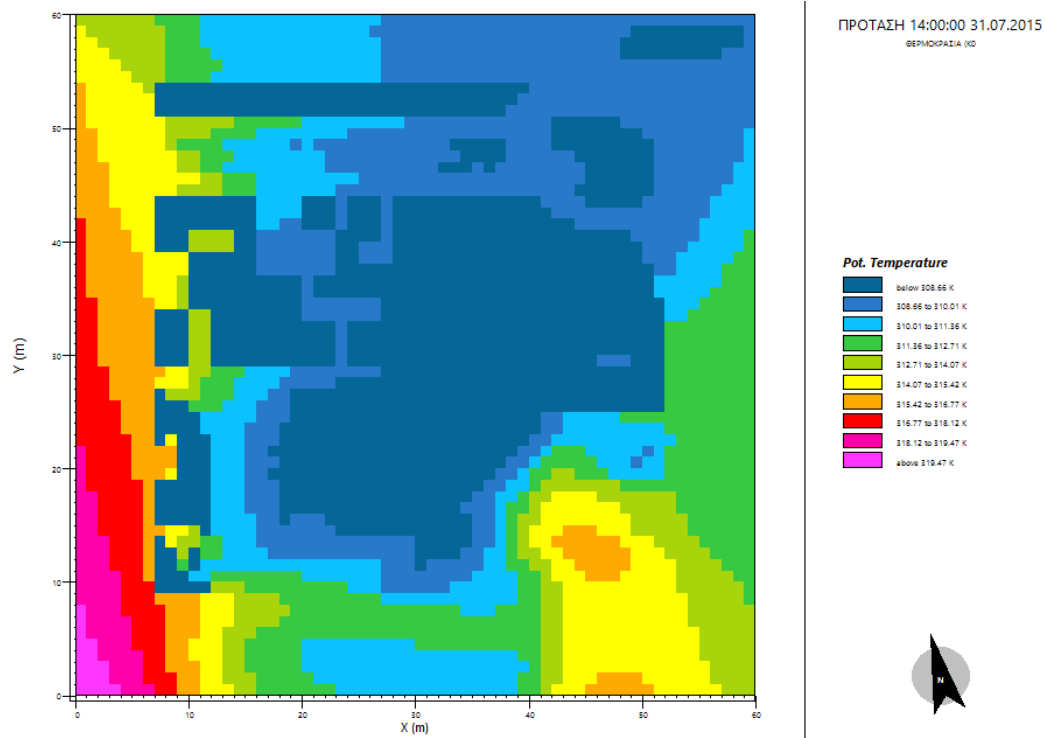
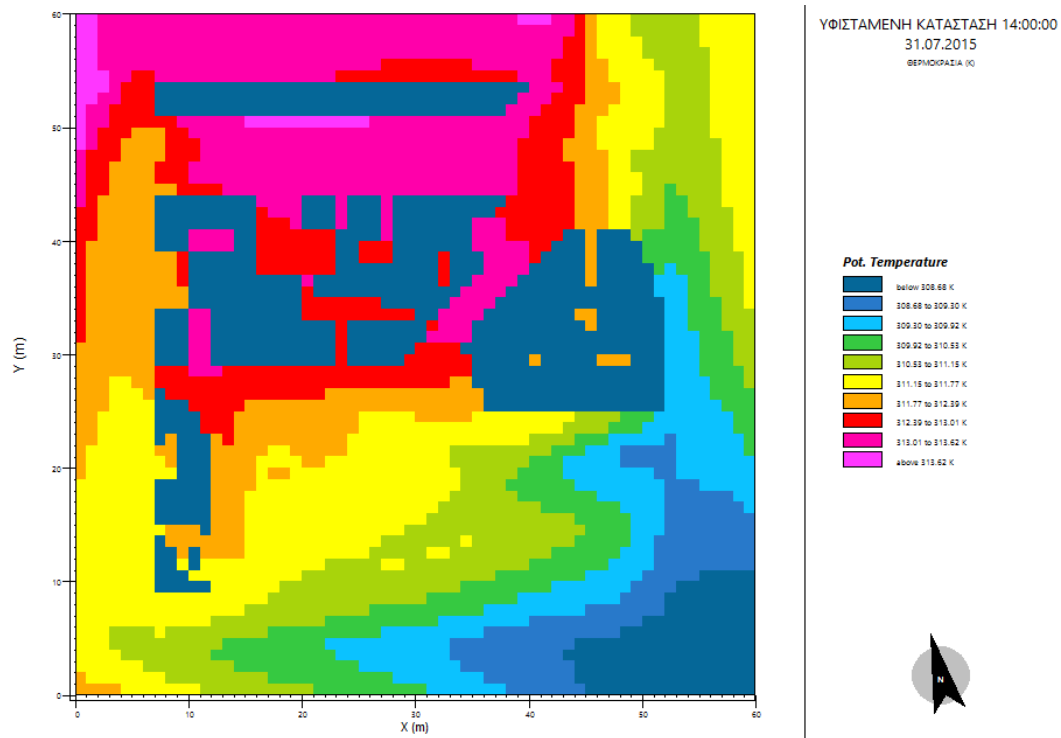
Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της υφιστάμενης κατάστασης στην περιοχή μελέτης (κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>) και της ανάλυσης που έγινε για την προτεινόμενη ανασυγκρότηση των ελεύθερων (κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>), υπό τις ίδιες αρχικές συνθήκες, με το λογισμικό ENVI-met. Συγκρίνονται οι χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που δημιουργήθηκαν στο περιβάλλον της εφαρμογής Leonardo για την 31<sup>η</sup> Ιουλίου 2015, και συγκεκριμένα για τις 10:00 πμ, 14:00μμ και 19:00μμ. Ακολουθούν τα διαγράμματα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου που αφορούν στη συνολική διάρκεια των δύο προσομοιώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



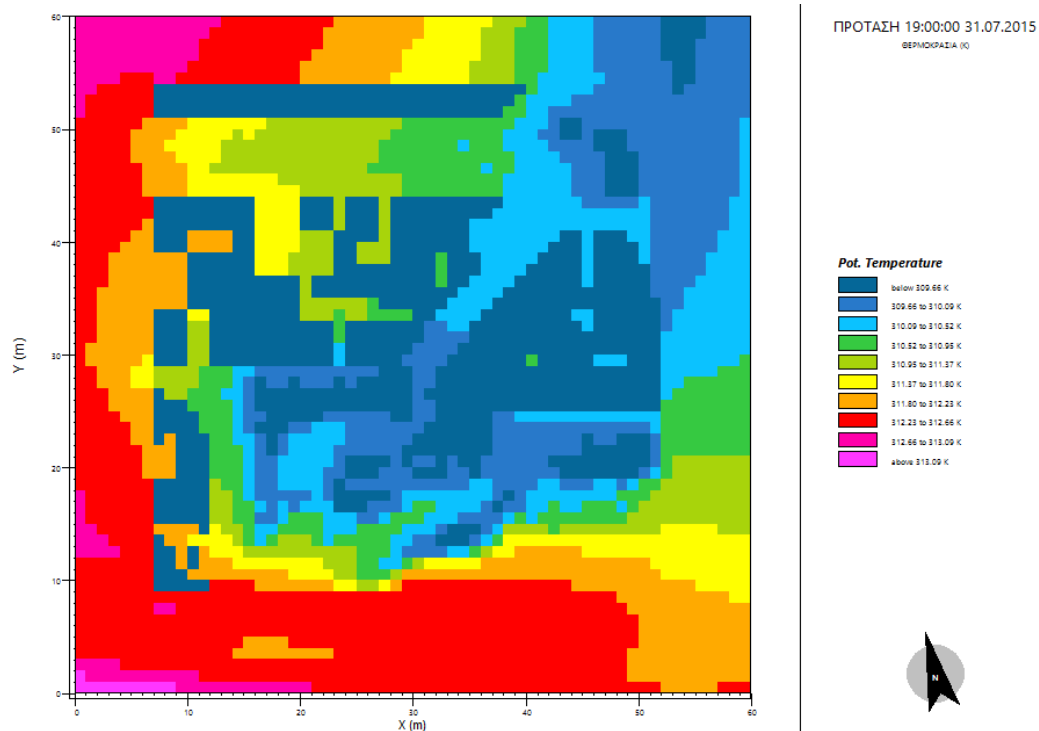
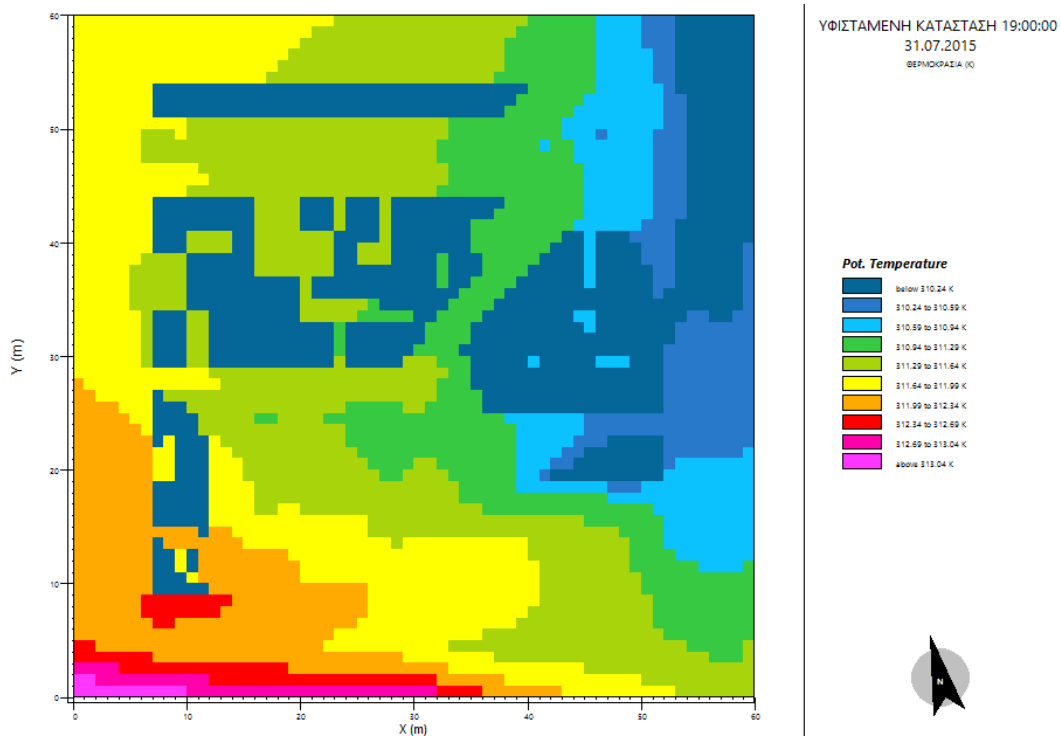
Εικόνα 8.9: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπτυξης

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



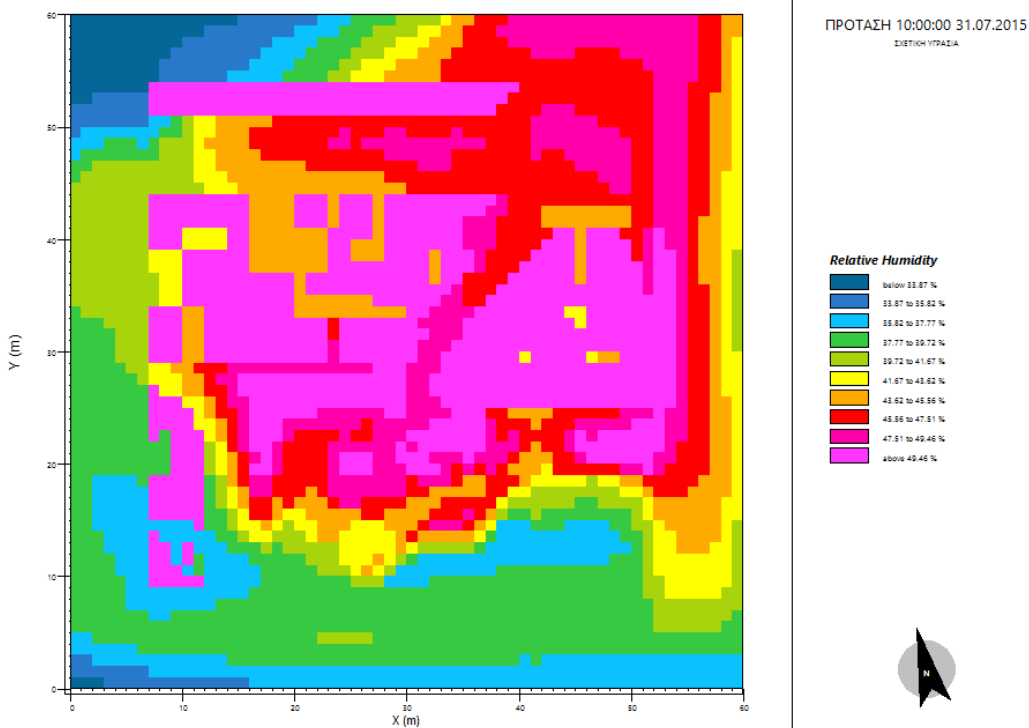
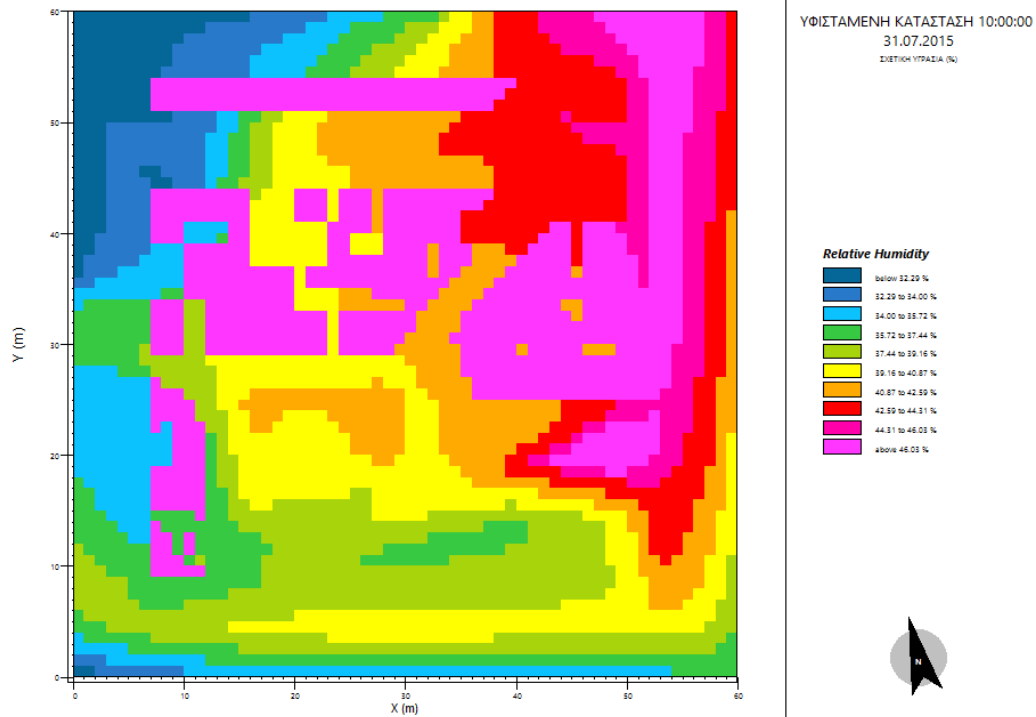
Εικόνα 8.10: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



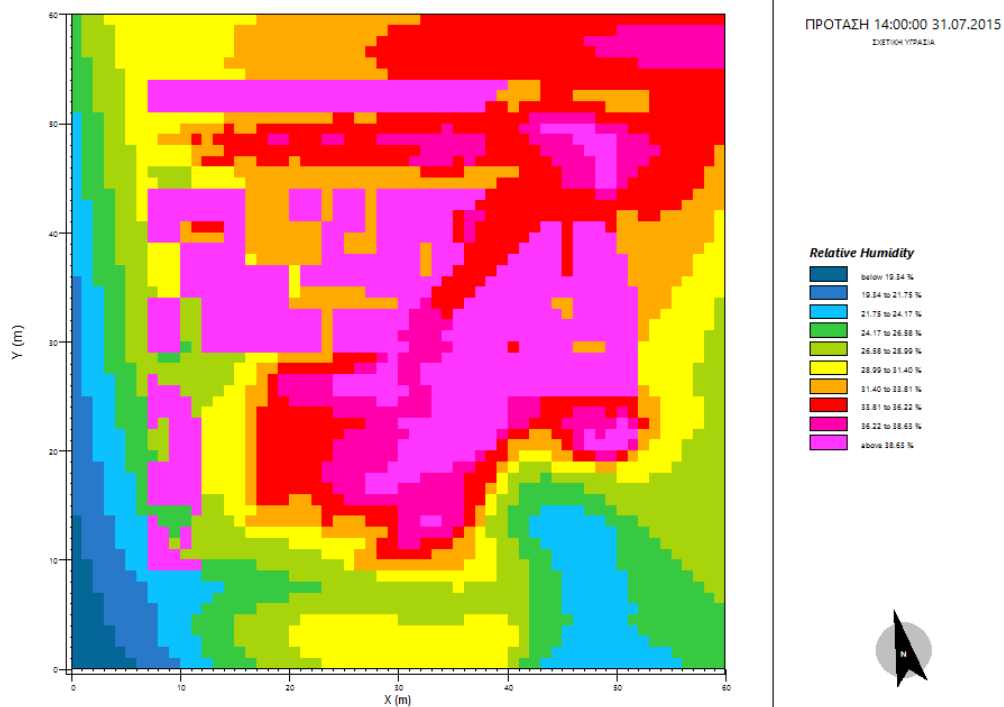
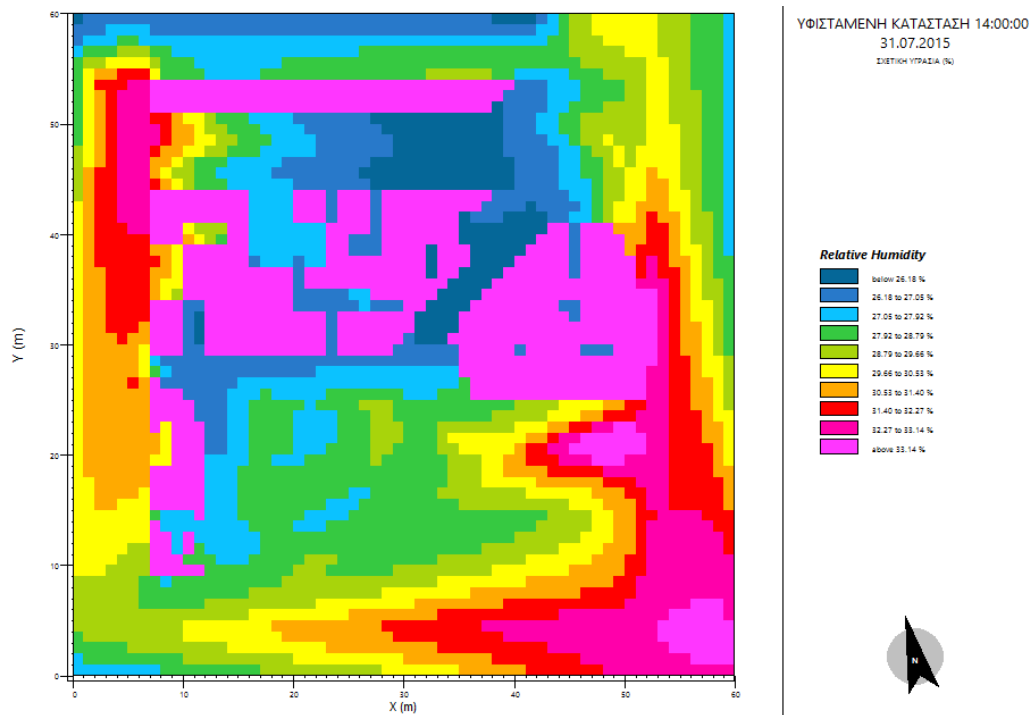
Εικόνα 8.11: Χρωματικοί χάρτες θερμοκρασίας, 31/07/2015, 19:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



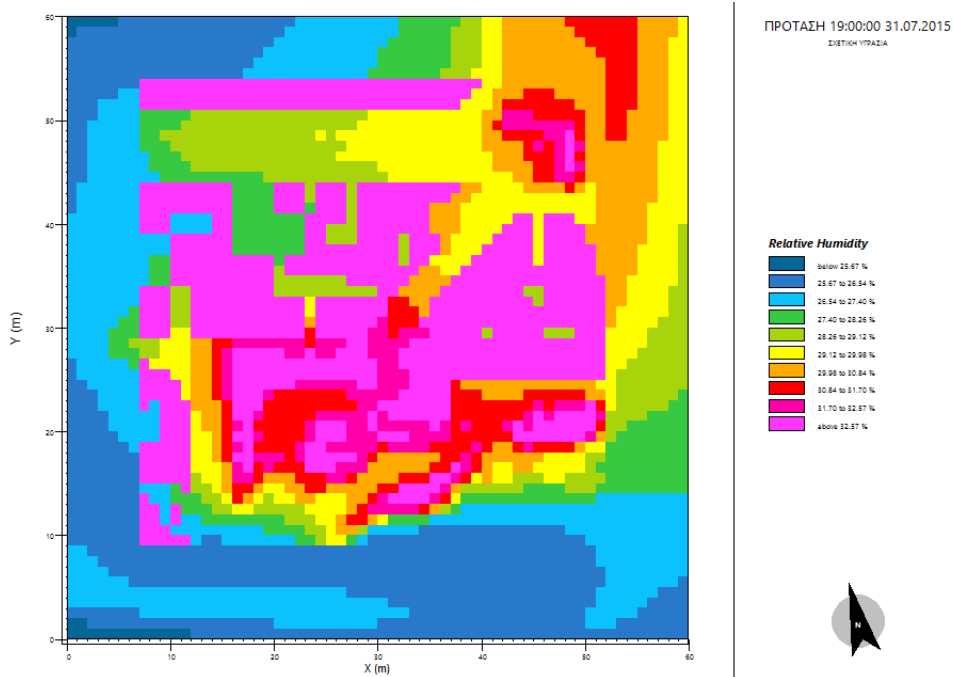
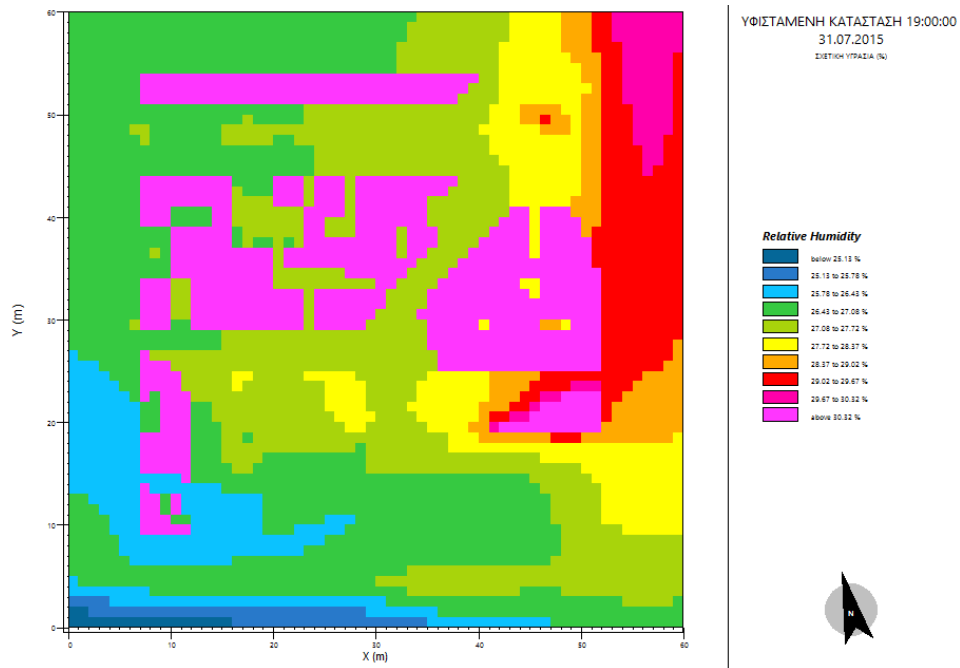
Εικόνα 8.12: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 10:00πμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ



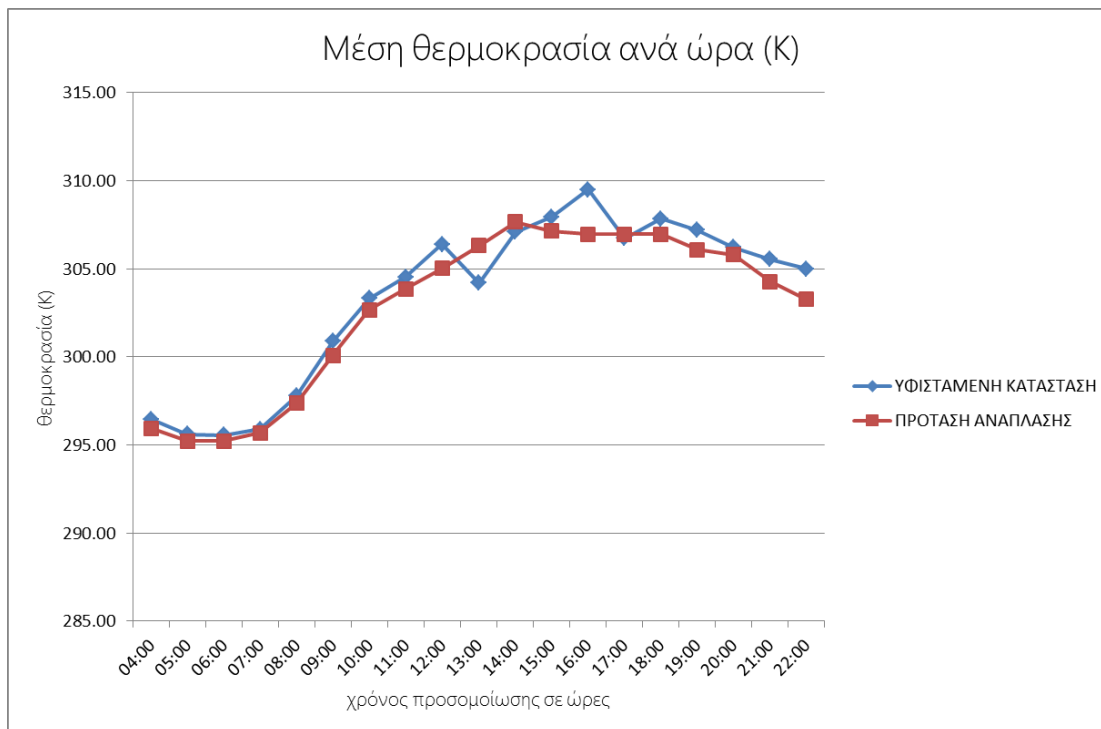
Εικόνα 8.13: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 14:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης

ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 8.14: Χρωματικοί χάρτες σχετικής υγρασίας, 31/07/2015, 19:00μμ α) για την υφιστάμενη κατάσταση και β) για την πρόταση ανάπλασης





Εικόνα 8.15: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για την υφιστάμενη κατάσταση και την πρόταση ανάπλασης στην περιοχή μελέτης

ΩΡΕΣ	SIM0- ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ	SIM5- ΠΡΟΤΑΣΗ
04:00	296.46	295.94
05:00	295.62	295.21
06:00	295.56	295.21
07:00	295.88	295.68
08:00	297.79	297.37
09:00	300.87	300.07
10:00	303.32	302.67
11:00	304.52	303.86
12:00	306.39	305.02
13:00	304.20	306.30
14:00	307.08	307.67
15:00	307.93	307.14
16:00	309.50	306.96
17:00	306.72	306.96
18:00	307.84	306.96
19:00	307.20	306.08
20:00	306.22	305.79
21:00	305.53	304.27
22:00	305.00	303.27

Εικόνα 8.16: Πίνακας τιμών για τη χάραξη του διαγράμματος της εικόνας 8.15

### 8.3.2 Συμπεράσματα

Με μια πρώτη ματιά στους χρωματικούς χάρτες των εικόνων 8.9- 8.14, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η προτεινόμενη ανάπλαση αναμένεται να επιφέρει μείωση της θερμοκρασίας στην περιοχή μελέτης συνολικά και κυρίως στις δύο πλατείες. Η διαφορά στους χρωματικούς χάρτες είναι εντονότερη στις 14:00μμ (εικόνα 8.10), έκβαση ικανοποιητική, δεδομένου ότι οι μεσημεριανές ώρες είναι ιδιαίτερα κρίσιμες το καλοκαίρι και συνδέονται με τις μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα η πρόταση ανάπλασης συνδέεται με μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας κατά 2.42 K, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 0.78%. Λόγω της εντατικής φύτευσης, η μείωση της θερμοκρασίας μεγιστοποιείται τις βραδινές ώρες, με συνεισφορά στον περιορισμό του φαινομένου της νυχτερινής αστικής θερμικής νησίδας. Στη στρατηγική φύτευση οφείλεται, επίσης, η εξομάλυνση της καμπύλης μέσης θερμοκρασίας- χρόνου, αφού όπως αναφέρεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, η βλάστηση αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα ρύθμισης του μικροκλίματος. Επιπλέον, αναμένεται αύξηση της σχετικής υγρασίας, κυρίως στην περιοχή των δύο πλατειών, οι οποίες διακρίνονται χρωματικά από το περιβάλλον τους στους χάρτες Leonardo, συνθήκη που δεν παρατηρείται στους χρωματικούς χάρτες της υφιστάμενης κατάστασης. Παρόλα αυτά, αξίζει να αναφερθεί ότι ευεργετικές επιπτώσεις, όπως ηχοπροστασία, σκίαση και ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, που αναμένεται να προκύψουν από την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων δεν συμπεριλαμβάνονται ποσοτικά στα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης. Αν και τα αποτελέσματα που δύναται να επιφέρει μια βιοκλιματική ανασυγκρότηση των ελεύθερων χώρων της περιοχής μελέτης, όπως η προτεινόμενη, δεν είναι θεαματικά, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν τα εξής σημεία:

- Πρόκειται για μια επέμβαση που, τηρούσα μεν, κατά το δυνατόν, τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, δεν εξετάζει την επίδραση ενός μεμονωμένου παράγοντα στο μικροκλίμα, αλλά συνδυάζει, στο βαθμό του εφικτού, τα διαθέσιμα μέσα για τη δημιουργία ενός χώρου ευχάριστου και με ενδιαφέρον, συνθετικά άρτιου και οικονομικά βιώσιμου. Στα επόμενα, παρατίθεται η ανάλυση κόστους του έργου, σύμφωνα με τα τιμολόγια των δημόσιων έργων.
- Η επιτυχία της πρότασης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μελλοντική χρήση του χώρου, τις λειτουργίες που δυνητικά θα φιλοξενήσει και τη δυνατότητα να αποτελέσει κοινωνικό πυρήνα της γειτονιάς. Η διάσταση όμως αυτή είναι αδύνατο να ποσοτικοποιηθεί στα πλαίσια της παρούσας ανάλυσης.

### 8.4 Ανάλυση κόστους και βιωσιμότητα της προτεινόμενης λύσης

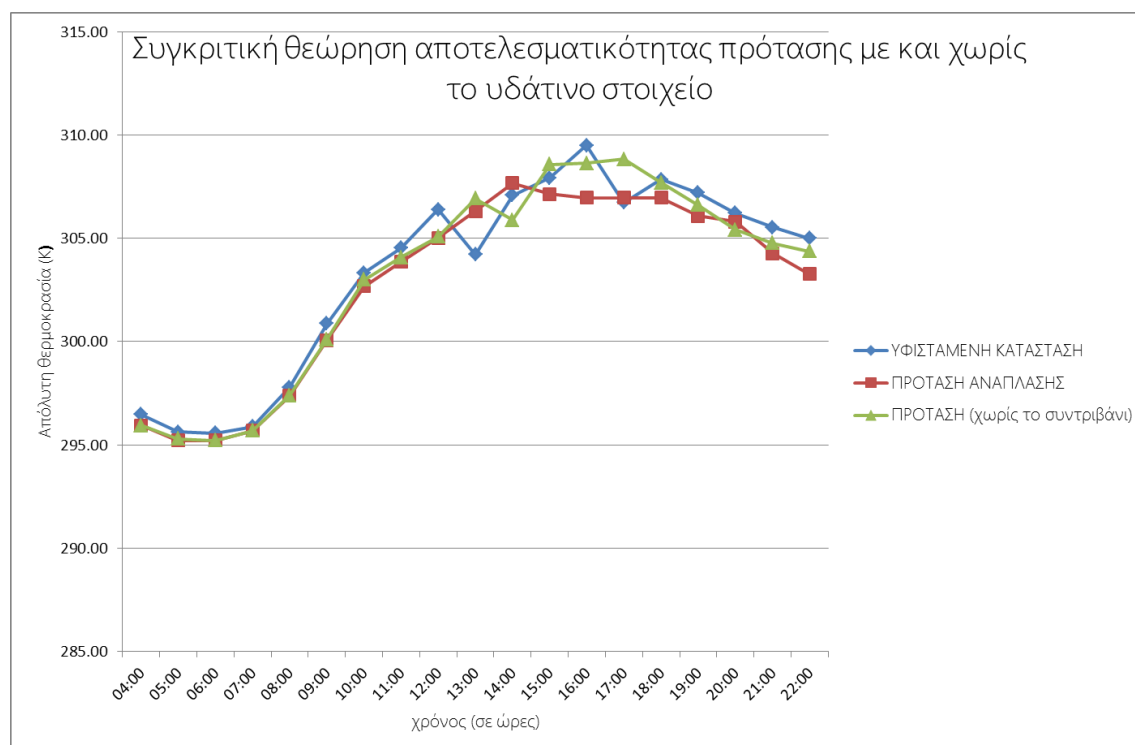
Σύμφωνα με τα επίσημα τιμολόγια για τα δημόσια έργα, πραγματοποιείται διαδικασία προμέτρησης και ενδεικτικής κοστολόγησης του τοποθετούμενου εξοπλισμού και των εργασιών που είναι απαραίτητες για την περάτωση του προτεινόμενου έργου. Τα στοιχεία εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (Εικόνα 8.17)

		Έργο:	Βιοκλιματική Ανάπλαση Πλατείας Πετραλώνων			
		Χρηματοδότηση:	Δημόσιες Επενδύσεις			
<b>ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>						
A/A	Περιγραφή Εργασιών	Μονάδα Μέτρησης	Τιμή Μονάδος	Ποσότητα	Δαπάνη	
1	Αποξήλωση πλακοστρώσεων πεζοδρομίων και ασφαλτικού με την φορτώση και μεταφορά.	m2	2.00	1,900.00	3,800.00	
2	Συμπλήρωση παράπλευρων χώρων οδών και πλατειών σε αστικές περιοχές με κηπευτικό χώμα, χωρίς την προμήθεια του υλικού.	m2	1.50	3,400.00	5,100.00	
3	Προμήθεια κηπευτικού χώματος	m3	8.50	1,360.00	11,560.00	
4	Καλλωπιστικό Δένδρο σχετ.Κατηγορίας Δ4	τεμ.	29.00	120.00	3,480.00	
5	Καλλωπιστικό Δένδρο σχετ.Κατηγορίας Δ7	τεμ.	130.00	18.00	2,340.00	
6	Καλλωπιστικός θάμνος σχετ. Κατηγορίας θ5	τεμ.	30.00	27.00	810.00	
7	Κατασκευή ρείθρων, τραπ.τάφρων, στρώσεων προστασίας, στεγάνωσης γεφυρών κλπ με σκυρόδεμα C16/20	m3	77.80	29.11	2,264.76	
8	Μικροκατασκευές (φρεάτια, ορθ. Τάφροι κλπ) με σκυρόδεμα C16/20	m3	104.00	27.00	2,808.00	
9	Ξύλινη πέργολα πολυγωνικού σχήματος	m2	90.00	122.00	10,980.00	
10	Επιστρώσεις δαπέδων με κυβολίθους από γρανίτη	m2	40.00	1,900.00	76,000.00	
11	Κατασκευή πλήρους συντριβανιού	τεμ.	15,000.00	1.00	15,000.00	
				<b>Άθροισμα δαπανών εργασιών κατά την μελέτη ΣΣ:</b>	<b>134,142.76 €</b>	
				<b>Γ.Ε &amp; Ο.Ε. 18% :</b>	<b>24,145.70 €</b>	
				<b>Συνολική Δαπάνη Έργου κατά την μελέτη ΣΣ:</b>	<b>158,288.45 €</b>	
				<b>Απρόβλεπτα 15%:</b>	<b>23,743.27 €</b>	
				<b>Σύνολο (Σ1):</b>	<b>182,031.72 €</b>	
				<b>Αναθεώρηση:</b>	<b>1,032.79 €</b>	
				<b>Σύνολο (Σ2):</b>	<b>183,064.52 €</b>	
				<b>Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (Φ.Π.Α.) 24% :</b>	<b>43,935.48 €</b>	
				<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΟΥ:</b>	<b>227,000.00 €</b>	

Εικόνα 8.17: Πίνακας ανάλυσης κόστους υλικών και εργασιών για την ολοκλήρωση του προτεινόμενου έργου ανάπλασης

Στις παραπάνω τιμές δεν συνυπολογίζεται το κόστος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, εφόσον δεν έχει πραγματοποιηθεί η σχετική μελέτη. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ενεργειακή κατανάλωση του ελεύθερου χώρου, η οποία προτείνεται να είναι η ελάχιστη δυνατή, και το κόστος συντήρησης. Αναφέρεται ότι στις εργασίες πραγματοποίησης του έργου, αλλά και φροντίδας αυτού, κατόπιν της κατασκευής, ενεργός αναμένεται να είναι η συμμετοχή των κατοίκων της γειτονιάς, των οποίων μάλιστα η γνώμη θα μπορούσε να επηρεάσει τις διαδικασίες και το τελικό αποτέλεσμα του έργου, στη λογική ότι η ανάπλαση δεν επιτελεί απλώς εξωραϊστικό ρόλο, αλλά αμιγώς κοινωνικό και οικολογικό. Για τη διερεύνηση της συμβολής στο μικροκλίμα του συντριβανιού και την αξιολόγηση του κόστους κατασκευής του, πραγματοποιήθηκε ακόμα μία προσομοίωση, με αρχείο επεξεργασίας το ίδιο με αυτό της πρότασης ανάπλασης και αρχείο εισόδου στο οποίο το συντριβάνι αντικαθίσταται από οικολογικό λιθόστρωτο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

## ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Εικόνα 8.18: Διάγραμμα μέσης θερμοκρασίας- χρόνου για την υφιστάμενη κατάσταση και την πρόταση ανάπλασης με και χωρίς το υδάτινο στοιχείο

Από την ανάλυση στο ENVI-met και τη σύγκριση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων, προκύπτει ότι η κατασκευή του συντριβανιού στην πλατεία Ελπίδος συνεπάγεται αύξηση του κόστους του έργου κατά 7.08%, με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας (σε σχέση με την πρόταση χωρίς το συντριβάνι) κατά 0.37%. Συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα των λοιπών μέτρων, μπορεί να θεωρηθεί ότι η περαιτέρω συμβολή του υδάτινου στοιχείου στο μικροκλίμα δεν δικαιολογεί επαρκώς το κόστος κατασκευής του. Άλλωστε, η μικροκλιματική του επίδραση έχει αυστηρά τοπικό χαρακτήρα. Το κόστος κατασκευής του συντριβανιού, επαυξάνεται, αν αναλογιστούμε και το κόστος συντήρησης. Η εικόνα των στοιχείων νερού, που δεν φροντίζονται ικανοποιητικά και εν τέλει εγκαταλείπονται είναι θλιβερή για τον ελεύθερο χώρο και οπωσδήποτε δεν συνδέεται με καμία ευεργετική για το μικροκλίμα επίδραση. Παρ'όλα αυτά, στη δεδομένη περίπτωση, το στοιχείο νερού επιτελεί συγκεκριμένο συνθετικό ρόλο, συνιστά σημείο συνάντησης, τοπόσημο και πόλο έλξης για τους περαστικούς, εξασφαλίζοντας ένα πολύ ευχάριστο μικροπεριβάλλον γύρω του.

## 8.5 Προτάσεις

1. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, αξιολογήθηκε η αξιοπιστία του λογισμικού ENVI-met V3.1, μέσω σύγκρισης με τις τιμές των μετεωρολογικών σταθμών του Ε.Α.Α. στο Γκάζι και στη Νέα Σμύρνη. Από αυτά τα δεδομένα, παρατηρήθηκε ικανή σύγκλιση, προκειμένου για το πεδίο θερμοκρασίας· δεν συνέβη το ίδιο όμως με τις τιμές της σχετικής υγρασίας (%), και του πεδίου ανέμου, ως προς την ένταση και την κατεύθυνση. Θα ήταν ενδιαφέρον να προκύψουν οι τιμές των αντίστοιχων μεγεθών από επί τόπου μετρήσεις με κατάλληλο εξοπλισμό, προκειμένου να διερευνηθεί η αξιοπιστία του προγράμματος και να διευρυνθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης με αυτό.
2. Στην παρούσα ανάλυση, κάθε εναλλακτικό σενάριο προσομοιώθηκε για τη θερμότερη μέρα του έτους 2015. Στη βάση της φιλοσοφίας, όμως, ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός καλείται να προτείνει λύσεις που προσφέρουν ευχάριστο μικροπεριβάλλον καθ'όλη τη διάρκεια του έτους, κρίνεται σημαντική η μελέτη της επίδρασης των προτεινόμενων μέτρων στο μικροκλίμα, κατά τους χειμερινούς μήνες. Τα στάδια της εν λόγω διαδικασίας, θα μπορούσαν να επαναληφθούν για μια τυπική χειμερινή ημέρα του ίδιου έτους.
3. Με τη γνώση ότι τα θερινά κύματα καύσωνα στις χώρες με μεσογειακό κλίμα, αναμένεται να κλιμακωθούν ως προς τη συχνότητα, την ένταση και τη διάρκεια, παρουσιάζει ενδιαφέρον η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης ανάπλασης, μέσω αντίστοιχων προσομοιώσεων με τιμές εισόδου που αφορούν στην αναμενόμενη θερμότερη μέρα του έτους 2016 ή σε προβλέψεις για τα επόμενα έτη.
4. Δεδομένου ότι πλέον είναι ευρέως διαθέσιμη η επόμενη και στο σύνολό της βελτιωμένη έκδοση του ENVI-met (V4.0), προτείνεται η περαιτέρω ανάλυση της προτεινόμενης βιοκλιματικής αναβάθμισης με το νέο αυτό λογισμικό, προκειμένου να εξαχθούν καταλληλότερα και πλέον αξιόπιστα αποτελέσματα για το ενεργειακό αποτύπωμα των κτιρίων υπό τις νέες συνθήκες στο χώρο, να προσομοιωθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η τοποθετούμενη βλάστηση και η επίδραση των υλικών επίστρωσης που επιλέγονται καθώς και του τοποθετούμενου εξοπλισμού (καθιστικά, σκίαστρα και λοιπά).
5. Με χρήση του ENVI-met V4.0, θα ήταν σκόπιμη η εκ νέου διερεύνηση της συμβολής υδάτινων στοιχείων στο μικροκλίμα, καθώς το τοποθετούμενο συντριβάνι συμπεριλήφθη στους υπολογισμούς με μη ικανοποιητική ακρίβεια και κάνοντας αρκετές αναγκαίες παραδοχές.
6. Ένα από τα σενάρια ανάπλασης που έγινε προσπάθεια να συμπεριληφθεί στην εργασία αυτή, αλλά υπερέβαινε τις δυνατότητες της χρησιμοποιούμενης έκδοσης του ENVI-met, αφορά στην περίπτωση της δημιουργίας ενός βυθισμένου ελεύθερου χώρου. Σύμφωνα με έρευνες, το μέτρο αυτό εμφανίζεται εξαιρετικά αποδοτικό και θα παρουσίαζε ενδιαφέρον να προσομοιωθεί, στο περιβάλλον του ENVI-met V4.0.

7. Η παρούσα πρόταση, είναι ελλιπής ως προς τα εξής σημεία, τα οποία θα είχε ενδιαφέρον να συμπληρωθούν: α) ηλεκτρομηχανολογική μελέτη, ώστε να γίνει πρόβλεψη για επαρκή φωτισμό και οποιονδήποτε άλλο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό είναι απαραίτητος. Σημειώνεται ότι η εξασφάλιση άνετου οπτικού περιβάλλοντος τις βραδινές ώρες και η δημιουργία αίσθησης ασφάλειας μέσω επαρκούς φωτισμού, είναι καθοριστικοί παράγοντες για τη χρήση του χώρου μετά τη δύση του ήλιου. Επιπλέον, μια διεξοδική ηλεκτρομηχανολογική μελέτη, θα μπορούσε να προσφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για την ενεργειακή κατανάλωση του ελεύθερου χώρου. Προτείνεται η ανάγκες του χώρου να καλύπτονται μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν στις πέργκολες ή σε άλλες κατάλληλα διαμορφωμένες επιφάνειες, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το ενεργειακό του αποτύπωμα. β) κυκλοφοριακή μελέτη και μελέτη προσβάσεων: όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο ελεύθερος χώρος και οι προσβάσεις σε αυτόν συναρτώνται άμεσα με τις συνθήκες κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή. Θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να διερευνηθούν οι επιπτώσεις στην κυκλοφορία των γύρω οδών από την πεζοδρόμηση της οδού Πραμάντων και οι αναμενόμενοι τρόποι προσέγγισης του χώρου από τους υποψήφιους χρήστες του. Σημειώνεται πως η εν λόγω πρόταση στερείται πρόβλεψης χώρου στάθμευσης γύρω από τις δύο πλατείες.
8. Ολοκληρώνοντας τις προτάσεις για περαιτέρω εμβάθυνση στην περίπτωση των πλατειών Ελπίδος και Φιλοπάππου, και ξεφεύγοντας από το πεδίο έρευνας και τις δυνατότητες της παρούσας εργασίας, αναφέρεται ως ενδιαφέρουσα και εξαιρετικά ωφέλιμη η καταγραφή των ελεύθερων χώρων και των περασμάτων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, προκειμένου να συνταχθεί ένα διαχειριστικό σχέδιο για κάθε πάρκο, άλσος και προστατευόμενο χώρο πρασίνου. Με τη σύσταση ενός φορέα προστασίας και ανάδειξης των ελεύθερων χώρων και τη δημιουργία νέων, η πόλη μπορεί να κερδίσει ξανά το δημόσιο χώρο της. Μέσω της οργανικής δικτύωσης των χώρων πρασίνου στους δήμους της Αθήνας και της σύνδεσής τους με «πράσινους διαδρόμους», τα οφέλη στο μικροκλίμα θα είναι εντυπωσιακά. Κατ'επέκταση, θεαματική θα είναι και η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιριακών όγκων της πόλης, καθώς και η βελτίωση των συνθηκών ζωής των πολιτών. Ο ελεύθερος δημόσιος χώρος στη σύγχρονη πόλη, είναι κρίσιμο να σχεδιάζεται σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της αειφορίας και να βιώνεται ως αναντικατάστατος «πνεύμονας» πρασίνου, ως ιδεολογική έδρα κάθε συνοικίας, κι ακόμη, ως ζωντανός τόπος διήμερευσης, ψυχαγωγίας και κοινωνικής συναναστροφής.



ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Givoni, B. (1989). *Urban Design for Different Climates*. 2nd ed. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
2. Le Corbusier, (1987). *Η Χάρτα των Αθηνών*. Εκδόσεις Ύψιλον.
3. Le Corbusier, (2009). *Κείμενα για την Ελλάδα*. Αθήνα: Εκδόσεις Άγρα.

### Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

4. Αραβαντινός, Α. (1997). *Πολεοδομικός σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
5. Αραβαντινός, Α., Κοσμάκη, Π. (1988). *Υπαίθριοι χώροι στην πόλη: Θέματα ανάλυσης και πολεοδομικής οργάνωσης αστικών ελεύθερων χώρων και πρασίνου*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετών.
6. Βουγιούκα, Μ, Μεγαρίδης, Β. (2009). *Πετράλωνα- μια συνοικία Άνω- Κάτω*. Αθήνα: Εκδόσεις Φιλιππότη.
7. Δεσποτόπουλος, Ι. (1997). *Η ιδεολογική δομή των πόλεων*. Αθήνα: Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.
8. Δοξιάδης, Κ. (1960). *Η πρωτεύουσά μας και το μέλλον της*. Αθήνα: εκδ. Τεχνικά Γραφεία Δοξιάδη.
9. Μπίρης, Κ. (1966). *Αι Αθήναι- από τον 19ον εις τον 20ον αιώνα*. Αθήνα: Μέλισσα.
10. Παπαϊωάννου, Τ. (2008). *Η αρχιτεκτονική και η πόλη*. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
11. Παπαϊωάννου, Τ. (2005). *Η αρχιτεκτονική του καθημερινού*. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
12. Σαρηγιάννης, Γ. (2000). *Αθήνα 1830- 2000 ΕΞΕΛΙΞΗ- ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ- ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ*. Αθήνα: Συμμετρία.
13. Στεφάνου, Ι., Στεφάνου, Ι. (1999). *Περιγραφή της εικόνας της πόλης*. Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
14. Τζικά- Χατζοπούλου, Α. (2003). *Πολεοδομικό Δίκαιο*. Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

### Άρθρα- Δημοσιεύσεις

15. Beck et al., M. (1993). Construction and evaluation of models in environmental systems in modeling and change in environmental systems. *John Wiley & sons Ltd.*, A. J. Jakerman et al.
16. Bruse, M. (1998). ENVI-met 3.0: Updated Model Overview. *Update of Environmental Modelling and Software*.
17. Bruse, M. (2008). Particle filtering capacity of urban vegetation: A microscale numerical approach.
18. Bruse, M. and Fleer, H. (1998). Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environ. Modell. Softw*, 13, pp.373-384.

19. Bruse, M., Ozkeresteci, I., Grewe, K. and Brazel, A. (2010). Use and evaluation of the ENVI-met Model for environmental design & planning: an experiment on linear parks.
20. De Ridder, K. (2003). BUGS: Benefits of Urban Green space: first research Brief. *Vito- Tap*.
21. Kyvelou, S., Sapounaki- Dracaki, L. and Papadopoulos, A. Planning and building a South European eco- neighborhood. From concepts and strategies to practices and assessment tools.
22. Mayer, H. and Matzarakis, A. (2008). Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert- Ludwigs- Universitat Freiburg. *5th Japanese- German meeting on Urban Climatology*, October 2008(Nr. 18), pp.307-312.
23. Skjonsberg, M. and Geuze, A. (2014). *Second Nature: New Territories for the Exiled. Landscape Infrastructure*, 2nd Edition, Chinese Edition.
24. Αραβαντινός, Α., Γετίμη, Π., Πρωτοψάλτη, Γ., Χριστοφιλοπούλου, Δ. (1987). Ανάπλαση προβληματικών περιοχών κατοικίας και υψηλών πυκνοτήτων στα αστικά κέντρα. *T.E.E.*
25. Αστικό Πράσινο: η ανάσα της πόλης χάνεται. *Κείμενο παρέμβασης του WWF Ελλάς για τους κοινόχρηστους χώρους πρασίνου.*
26. Αυγελής, Α. (2009). Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων- μείωση των ψυκτικών φορτίων κατά το σχεδιασμό των κτιρίων. *Σεμινάριο: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων, T.E.E..*
27. Ελαφρός, Γ. (2015). Πράσινοι διάδρομοι στην Αθήνα με διπλό όφελος. *Καθημερινή*: <http://www.kathimerini.gr> [4 Ιουν. 2015].
28. Καπετάνιος, Α. (2010). Σιωπηλές πλατείες: σκέψεις για την ελληνική πλατεία (Α΄ & Β΄ μέρος). <http://www.greekarchitects.gr/> [Ιουλ. 2010].
29. Καραδήμου- Γερολύμπου, Α., Παπαμίχος, Ν. (2004). Μοντέλα οργάνωσης του χώρου της νεοελληνικής πόλης: από τον 20ο στον 21ο αιώνα. *Τεχνικά Χρονικά*.
30. Μέλισσας, Δ. (2009). Αστικό πράσινο και η διαχείρισή του από τους ΟΤΑ. *Μελέτη Ινστιτούτου Τοπικής Αυτοδιοίκησης Αθήνας*.
31. Πασχάλη, Ε., Μυριούνη, Ε. (2011). Ενοποίηση και επανασχεδίαση ανοιχτών αστικών χώρων στην περιοχή των Εξαρχείων. *ΧΩΡΟγραφίες*, Τόμος 2(Αρ. 01), σελ.49-54.
32. Πετράκης, Μ. Κλιματική αλλαγή και αστικό περιβάλλον. *Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών- Ινστιτούτο ερευνών περιβάλλοντος*.
33. Πράσινος αστικός σχεδιασμός και υπαίθριοι χώροι στην Ελλάδα: Αναγκαιότητα και πρόκληση για το σχεδιασμό αστικών υπαίθριων χώρων με βιοκλιματικά κριτήρια. <http://www.citybranding.gr>.
34. Σγούρος, Δ. (2007). Η προοπτική του αστικού περιβάλλοντος. <http://www.greekarchitects.gr> [Απρ. 2007].
35. Στεφάνου, Ι. (2007). *Η αστική ανάπλαση ως ευκαιρία για την ανάδειξη της φυσιογνωμίας της πόλης. T.E.E.*
36. Σχεδιασμός του χώρου και αστική κρίση. (2014). *κύκλος συζητήσεων Εργαστηρίου αστικού περιβάλλοντος Ε.Μ.Π..*
37. Ψυλλίδης, Α. (2005). Στρατηγικές για μια περιβαλλοντικά βιώσιμη αστική ανασυγκρότηση. [online<http://www.greekarchitects.gr/>] [1 Ιουλ.. 2005].

## Διπλωματικές- Ερευνητικές εργασίες

38. Bruse, M. (1999). *The influence of local environmental design on microclimate*. PhD Thesis, University of Bochum
39. Αξαρλή, Κ. *Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων- Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού*. Διπλωματική εργασία- Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των κτιρίων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.
40. Κωστήνου, Π. (2011). *Πλατεία και ακάλυπτοι*. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας- Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
41. Μπουτσιβάρη, Έ. (2013). *Συμβιωτικές σχέσεις στον ακάλυπτο*. Διπλωματική εργασία, Α.Π.Θ.- Πολυτεχνική Σχολή- Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
42. Οικονομόπουλος, Γ., Παπαζάνη, Ι. (2009). *Το νερό ως στοιχείο ελέγχου του μικροκλίματος στις πλατείες της Αθήνας*. Ερευνητική εργασία, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Ε.Μ.Π.
43. Πανούση, Ε. *Λειτουργική θεώρηση και περιβαλλοντική συμβολή των ακάλυπτων χώρων σε κεντρικές περιοχές με συνεχές οικοδομικό σύστημα- η περίπτωση της περιοχής Αμπελοκήπων*. Μεταπτυχιακή εργασία του Δ.Π.Μ.Σ. Πολεοδομία- Χωροταξία, Ε.Μ.Π.
44. Πατούνης, Χ., Σίμος, Ν. (2012). *Βιοκλιματική θεώρηση αστικών χώρων- οι περιπτώσεις των πλατειών Κοτζιά και Δικαιοσύνης στην Αθήνα*. Διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Π.- Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα Οκτ. 2012
45. Πολυχρονόπουλος, Δ. *Η ένταξη βιοκλιματικών αρχών στον αστικό σχεδιασμό*. Διδακτορική διατριβή- Τομέας Πολεοδομίας- Χωροταξίας, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Ε.Μ.Π.
46. Τσαγδής, Χ. (2014). *Ενεργειακή αξιολόγηση τεχνικών ανάπλασης εξωτερικών δημόσιων χώρων*. Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης- Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

## Ιστότοποι

47. [www.greekarchitects.gr](http://www.greekarchitects.gr)
48. <http://gis.ktimanet.gr>
49. <https://en.wikipedia.org>
50. [www.envimet.com](http://www.envimet.com)
51. [www.ktizontastomellon.gr/bibliothiki](http://www.ktizontastomellon.gr/bibliothiki)
52. [www.anelixi.org](http://www.anelixi.org)
53. [www.oikosteges.org](http://www.oikosteges.org)
54. [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)
55. [www.citybranding.gr](http://www.citybranding.gr)
56. [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
57. [www.noa.gr](http://www.noa.gr)
58. [www.cityofathens.gr](http://www.cityofathens.gr)

