



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ - ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ

του

Θεοχάρη Κυριατζί



Προπτυχιακή Διατριβή

Λάρισα, 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ - ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ

του
Θεοχάρη Κυριατζή

Προπτυχιακή Διατριβή

Λάρισα, 2025

Εγκρίθηκε από την επιτροπή τελικής εξέτασης:

Επιβλέπων: Δρ. Νικόλαος Αλαμανής

Ημερομηνίας εγκρίσεως: [04/02/2025]

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινέστατη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου, ιδίως στους γονείς μου και τα αδέρφια μου, για την αδιάκοπη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους διδάσκοντες του τμήματός μου, Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, για όλες τις γνώσεις, τη καθοδήγηση και την συνεχή υποστήριξή τους καθ' όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ

ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΚΥΡΙΑΤΖΗΣ

Τμήμα Γεωπονίας - Αγροτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2025

Επιβλέπων: Δρ. Νικόλαος Αλαμανής

Αναπληρωτής καθηγητής, Γεωτεχνικής Μηχανικής

Περίληψη

Αναμφίβολα, η σημασία της ύπαρξης πλατειών και πάρκων σε αστικοποιημένες και υπέρ αστικοποιημένες περιοχές είναι καθοριστικής σημασίας για τους κατοίκους. Τα οφέλη είναι αμέτρητα, μια πλατεία διά μέσου των φυτικών οργανισμών που υπάρχουν σε αυτήν, μπορεί να απορροφήσει από 0.2–2.5 μm ακτινοβολίας (συμπεριλαμβανόμενης της υπεριώδους που είναι επιβλαβής για την υγεία), να ρυθμίσει τους παράγοντες της θερμοκρασίας και της υγρασίας όλο το έτος με τη σωστή επιλογή των φυτών και των δένδρων (λ.χ τα αειθαλή δένδρα και οι θάμνοι τον χειμώνα παρέχουν περισσότερη ζέστη λόγω της μικρής εξατμισοδιαπνοής τους, γεγονός που συμβάλλει στην ύπαρξη λιγότερης υγρασίας) και ως αποτέλεσμα να παρέχει μια πιο βέλτιστη θερμική άνεση.

Επιπρόσθετα, διακατέχουν και σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, όπου με τη κατάλληλη γεωμετρική τοποθέτηση της βλάστησης και των δομικών στοιχείων στους ανοικτούς χώρους δημιουργούνται συνθήκες σκίασης κατά τη θερινή περίοδο και αντιστρόφως, ηλιασμού κατά την χειμερινή περίοδο. Οι φυτικοί οργανισμοί που τοποθετούνται στις πλατείες και στα πάρκα απελευθερώνουν διαρκώς οξυγόνο δίνοντας μια καθαρότερη πνοή από τα βλαβερά καυσαέρια των πόλεων και φιλτράροντας ταυτόχρονα την σκόνη και διάφορα μικροσωματίδια που υπάρχουν στον αέρα, προστατεύοντας από τη διάβρωση και φροντίζουν να μην υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις βακτηρίων διά μέσου της έκλυσης τους.

Είναι αξιοσημείωτο και το γεγονός ότι η προσφορά τους δε σταματάει εκεί, αλλά συνεχίζει και στον οπτικό τομέα με την παροχή οπτικής ανέσεως. Αναλυτικότερα, μέσω της αντανάκλασης του φωτός από τους θάμνους και τα δέντρα, μικρότερα ποσοστά ηλιαχτίδων

προσπίπτουν στον περιβάλλοντα χώρο και οι άνθρωποι μπορούν να απολαύσουν την βόλτα τους χωρίς την ενόχληση της θάμβωσης από τον ήλιο.

Λέξεις - κλειδιά: Ακτινοβολία, θερμοκρασία, εξατμισοδιαπνοή, σκίαση, αντανάκλαση

THE CONTRIBUTION OF PLANTING AT LANDSCAPE ARCHITECTURE

THEOXARIS KYRIATZIS

Department of Agriculture - Agrotechnology, University of Thessaly, 2025

Supervisor: Dr. Nikolaos Alamanis,
Associate Professor, Geotechnical Engineering

Abstract

Undoubtedly, the importance of the existence of squares and parks in urbanized and hyper-urbanized areas is crucial for residents. The benefits are countless, a square, through the plant organisms present in it, can absorb from 0.2–2.5 μm of radiation (including ultraviolet which is harmful to health), to regulate temperature and humidity factors throughout the year with the right choice of plants and trees (e.g. evergreen trees and shrubs in winter provide more heat due to their low evapotranspiration, which contributes to the existence of less humidity) and as a result to provide a more optimal thermal comfort.

Additionally, they play an important role in improving the quality of the atmosphere, where the appropriate geometric placement of vegetation and structural elements in open spaces creates shading conditions during the summer season and, conversely, sunlight during the winter season. The plant organisms placed in squares and parks constantly release oxygen, providing cleaner air from the harmful exhaust gases of cities and at the same time filtering dust and various micro particles present in the air, protecting against corrosion and ensuring that there are no large concentrations of bacteria through their release.

It is also noteworthy that their offer does not stop there, but continues in the optical sector by providing visual comfort. More specifically, through the reflection of light from bushes and trees, smaller percentages of sunlight fall on the surrounding area and people can enjoy their walk without the discomfort of glare from the sun.

Keywords: Radiation, temperature, evapotranspiration, shading, reflection

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1.Εισαγωγή.....	1
1.1 Μελετώμενο πεδίο	2
1.2 Οργάνωση της διατριβής.....	2
Κεφάλαιο 2.Αστικό κλίμα	3
2.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι που καθορίζουν τη ποιότητα του κλίματος	3
2.1.1 Αστική μορφολογία	4
2.1.2 Πεδίο ακτινοβολίας.....	4
2.1.3 Πεδίο ανέμου.....	6
2.1.4 Υγρασία & θερμοκρασία	9
2.2 Μικροκλιματικά φαινόμενα στον αστικό χώρο	9
2.2.1 Αστική θερμική νησίδα	9
2.2.2 Αστική οδική χαράδρα	10
2.3 Θερμική άνεση & Βιοκλιματισμός Σχεδιασμός	10
2.3.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων	11
2.3.2 Ευχέρεια θερμικότητας.....	11
Κεφάλαιο 3.Αστικό μικροκλίμα και βελτίωση αυτού.....	17
3.1 Ρόλος της φυτοκάλυψης στην ποιότητα της ατμόσφαιρας	18
3.1.1 Έλεγχος της ανεμορροής	19
3.1.2 Παροχή προστασίας από την ακτινοβολία του ήλιου	23
3.1.3 Εξατμισοδιαπνοή	24
3.1.4 Οπτική άνεση.....	25
3.1.5 Ηχοπροστασία.....	25
3.1.6 Ποιότητα περιβάλλοντος	26
3.2 Υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων	26
3.3 Συμβολή των φυτοκαλυμμένων επιφανειών.....	29
3.3.1 Εγκάθετη εγκατάσταση φυτών.....	36
3.4 Περιβαλλοντικά οφέλη πράσινων δωματίων και κάθετων φυτεύσεων.....	43
3.4.1 Βελτίωση της ποιότητας του αέρα	43
3.4.2 Ελάττωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.....	44
3.4.3 Συγκράτηση ύδατος από τις βροχοπτώσεις.....	45
3.4.4 Διάσωση πανίδας και χλωρίδας.....	45
3.4.5 Ηχομόνωση	46
3.4.6 Αστικές καλλιέργειες.....	46
Κεφάλαιο 4.Περιοχή μελέτης.....	47
4.1 Δεδομένα για τη περιοχή μελέτης.....	47
4.1.1 Γεωγραφική θέση	47
4.1.2 Κλιματικές συνθήκες.....	53
4.1.3 Συλλογή στοιχείων για τη μελέτη.....	55

4.2	Blueprint περιοχής μελέτης	56
4.3	Λογισμικό ENVI-met.....	64
	Κεφάλαιο 5.Συμπεράσματα	68
	Βιβλιογραφία	69

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ιδιότητες υλικών που χρησιμοποιούνται σε δαπεδοστρώσεις. Οι τιμές με (*) προέρχονται από επιτόπιες μετρήσεις σε υπαίθριους χώρους στη Θεσσαλονίκη	27
Πίνακας 2: Μετεωρολογικά δεδομένα για την Λάρισα	54

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κύριες συνιστώσες ακτινοβολίας στο αστικό περιβάλλον. Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να είναι είτε άμεση (κατευθείαν από τον ηλιακό δίσκο), είτε διάχυτη κατόπιν σκέδασης της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα), είτε ανακλώμενη (κατόπιν κατόπιν ανάκλασης της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από τα διάφορα στοιχεία της αστικής επιφάνειας). Η θερμική ακτινοβολία που δέχεται το ανθρώπινο σώμα, είναι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας που εκπέμπεται τόσο από τα στοιχεία της αστικής επιφάνειας όσο και απ' την ατμόσφαιρα ...5	5
Εικόνα 2: Παράδειγμα πυρανόμετρου (αριστερά) και πυργεώμετρου (δεξιά).....6	6
Εικόνα 3: Κατακόρυφη κατανομή της ταχύτητας του ανέμου για τρεις διαφορετικές περιοχές. Η τραχύτητα (α) της επιφάνειας είναι μεγαλύτερη σε πυκνοδομημένη πόλη με ψηλά κτίρια.....8	8
Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση ροής ανέμου σε αστική περιοχή. Ο άνεμος που έρχεται από τις περιαστικές περιοχές διαφοροποιείται στον αστικό θόλο.....8	8
Εικόνα 5: Διοχέτευση θερινών ανέμων στο κτίριο, με τη βοήθεια σχηματισμού φυλλοβόλων δέντρων20	20
Εικόνα 6: Δημιουργία υπήνεμων περιοχών: (α) επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή. (β) μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή. (γ, δ) μια συστάδα με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δένδρων με επίπεδη κόμη21	21
Εικόνα 7: Οι συμπαγείς φράκτες δημιουργούν στροβιλισμούς, ενώ οι συνδυασμοί δέντρων και θάμνων αυξάνουν την ηρεμία22	22
Εικόνα 8: Σκίαση νότιας όψης κτιρίου από φυλλοβόλο δέντρο τη θερινή περίοδο, χωρίς να παρεμποδίζεται σημαντικά ο ηλιασμός του τη χειμερινή περίοδο.....23	23
Εικόνα 9: Προτεινόμενα ύψη φύτευσης, ανάλογως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό24	24
Εικόνα 10: Μετρήσεις επιφανειακών θερμοκρασιών σε φυτευμένη επιφάνεια με γρασίδι και σε ασφαλτο κατά τη διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι, στο κέντρο της Αθήνας27	27
Εικόνα 11: Εκτατικού τύπου φυτεμένο δώμα (αριστερά). Ημιεντατικού τύπου φυτεμένο δώμα (κέντρο). Εντατικού τύπου φυτεμένο δώμα στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών.....32	32
Εικόνα 12: Επίπεδα φυτεμένου δώματος33	33
Εικόνα 13: Πράσινη πρόσοψη τύπου «Modular trellis panel system»38	38
Εικόνα 14: Πράσινη πρόσοψη τύπου «Cable wire – rope net system».....38	38

Εικόνα 15: Ο ψηλότερος κάθετος κήπος 150 μέτρων του Patrick Blanc στο Σύδνεϋ Αυστραλίας	41
Εικόνα 16: Ζωντανός τοίχος με ενότητες χωρίς και με υπόστρωμα & φυτικό υλικό.....	41
Εικόνα 17: Μηχανισμός φυτικού τοίχου «Βιοφίλτρου»	42
Εικόνα 18: Παράδειγμα φυτικών τοίχων τοπίου.....	43
Εικόνα 19: Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, στα 396 μέτρα, υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D).....	48
Εικόνα 20: Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, στα 307 μέτρα, υπό δισδιάστατη απεικόνιση (2D).....	49
Εικόνα 21: Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, μέσω των «επιπέδων», υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D)	49
Εικόνα 22: Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, μέσω των «επιπέδων», υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D)	50
Εικόνα 23: Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Παναγούλη και της οδού Παπακυριαζή	50
Εικόνα 24: Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Παναγούλη και της οδού Πρωτοπαπαδάκη	51
Εικόνα 25: Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Ρούσβελτ και της οδού Πρωτοπαπαδάκη	52
Εικόνα 26: Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Ρούσβελτ και της οδού Παπακυριαζή	53
Εικόνα 27: Παράδειγμα τρισδιάστατης απεικόνισης ενός οικοδομικού τετραγώνου μίας περιοχής μελέτης με τη βοήθεια του Google SketchUp	56
Εικόνα 28: Blueprint πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα.....	57
Εικόνα 29: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, ενός παρτεριού, ενός φρεατίου, καθώς και διάφορων θάμνων	58
Εικόνα 30: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, διάφορων δένδρων, παρτεριών, της παιδικής χαράς, δύο περιπτέρων, καθώς και ενός θάμνου	59
Εικόνα 31: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, της παιδικής χαράς, διαφόρων δένδρων, ενός περιπτέρου, ενός κάδου απορριμμάτων και δύο άμπών της ΔΕΗ.....	60
Εικόνα 32: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, ενός περιπτέρου, διαφόρων δένδρων και από παγκάκια	61

Εικόνα 33: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, του σιντριβανιού, ενός αγωγού καταφύγιων πολέμου, δύο φρεατίων και διαφόρων δένδρων	62
Εικόνα 34: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, τεσσάρων περιπτέρων, μιας λάμπας ΔΕΗ, διαφόρων δένδρων, παρτεριών και από παγκάκια	63
Εικόνα 35: Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, διαφόρων δένδρων και ενός αγωγού καταφύγιων πολέμου.....	64
Εικόνα 36: Το μοντέλο ENVI-met	66

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, οι σύγχρονες πόλεις βιώνουν πιο συχνά και έντονα κύματα ζέστης, τα οποία έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία [1] [2] [3]. Τα κύματα καύσωνα, που είναι συνδεδεμένα άρρηκτα με περιόδους ασυνήθιστα υψηλών θερμοκρασιών και έλλειψης νυχτερινής ψύξης, επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία με διάφορους τρόπους [4], συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης θνησιμότητας σε ευάλωτα άτομα και σε πληθυσμούς [5] [6] [7].

Αν και οι αστικοί χώροι πρασίνου είναι απαραίτητοι για την επίτευξη των Βιώσιμων Αναπτυξιακών Στόχων του ΟΗΕ [8], και αποτελούν σημαντικό εργαλείο προσαρμογής των πόλεων στην κλιματική αλλαγή, υπάρχει έλλειψη γνώσης για τον βέλτιστο σχεδιασμό της φύτευσης αστικών χώρων και του αντίκτυπο στη θερμική άνεση ενός εξωτερικού χώρου. Ένας τέτοιος σχεδιασμός θα εξισορροπούσε αποτελεσματικά τις διαφορετικές ανθρώπινες θερμικές ανάγκες σε εύκρατα κλίματα, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά όσο και τη νύχτα και κατά τη διάρκεια διαφορετικών εποχών, ιδιαίτερα στη Γερμανία. Επί του παρόντος, η πλειοψηφία των ερευνών σε αυτόν τον τομέα συγκεντρώνεται στην Κίνα, την Ιταλία και την Ελλάδα [9].

Η μορφολογία των αστικών περιοχών αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την θερμική άνεση του ατόμου στην ύπαιθρο [10] [11] [12] [13]. Η αστική μορφολογία συσχετίζεται με το γνωστό φαινόμενο ως το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας «Urban Heat Island» (UHI) [14], το οποίο αναφέρεται στις υψηλές θερμοκρασίες του αέρα στα πιο πυκνοδομημένα μέρη των πόλεων εν συγκρίσει με τη γύρω περιοχή. Ο συντελεστής προβολής του ουρανού «Sky View Factor» (SVF) είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε αυτό το πλαίσιο, καθώς περιγράφει την αναλογία της ακτινοβολίας που λαμβάνεται από τον ουρανό από μια επίπεδη επιφάνεια σε σύγκριση με την ακτινοβολία που λαμβάνεται από ολόκληρο το ημισφαίριο [15]. Εκτός από το κλάσμα της ακτινοβολίας που φτάνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο SVF είναι επίσης ένα μέτρο της απώλειας ακτινοβολίας μακρών κυμάτων τη νύκτα. Σε πυκνοδομημένες περιοχές, οι δρόμοι περιβάλλονται από υψηλά κτίρια και στις δύο πλευρές εκατέρωθεν, δημιουργώντας αυτό που

είναι γνωστό ως αστικό φαράγγι. Με χαμηλό SVF, η ακτινοβολία μακρών κυμάτων διατηρείται σε στενά φαράγγια, αποτρέποντας την απώλεια του στην ατμόσφαιρα. Μία από τις κύριες αιτίες της εντατικοποίησης της ζέστης, είναι η αντικατάσταση φυτικών και διαπερατών επιφανειών με χτισμένες και άλλες σφραγισμένες επιφάνειες με χαμηλότερο δείκτη ανακλαστικότητας (albedo) και μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένα αισθητές ροές θερμότητας σε βάρος της λανθάνουσας θερμότητας [14]. Κατά συνέπεια, η θερμική άνεση του ανθρώπου να επηρεάζεται αρνητικά, ιδιαίτερα τη νύχτα κατά τις ζεστές εποχές.

1.1 Μελετώμενο τοπίο

Η παρούσα προπτυχιακή διατριβή λαμβάνει χώρο στην πόλη της Λάρισας, Ελλάδα. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του πληθυσμού (23 Οκτωβρίου 2020 – 23 Νοεμβρίου 2020), η πόλη της Λάρισας ανέρχεται στους 146.377 μόνιμους κατοίκους, ενώ η σημερινή της έκταση είναι 88.167 km².

Οι συντεταγμένες της πόλεως της Λάρισας είναι 39°38.5'Β 22°25'Α, ενώ, η περιοχή μελέτης είναι μία από τις σαράντα πέντε (45) πλατείες της πόλης, αυτήν της πλατείας Ταχυδρομείου (γνωστή και ως Εθνάρχου Μακαρίου), η οποία έχει συντεταγμένες 39°38'13"Β 22°25'06"Α, καθιστώντας έτσι ως μία από τις κεντρικότερες, σπουδαιότερες και πολυσύχναστες πλατείες της πόλης.

Ο σκοπός της πτυχιακής διατριβής είναι να αναδειχθεί το πόσο σημαντική είναι η όλη φύτευση και εγκατάσταση φυτών στην καθημερινότητα των ανθρώπων, καθώς επίσης και τα αντίκτυπα της συμβολής της φύτευσης.

Στο Κεφάλαιο 4 και πιο συγκεκριμένα, στην 1^η ενότητα του κεφαλαίου (4.1) θα γίνει περαιτέρω ανάλυση της περιοχής της μελέτης της διατριβής.

1.2 Οργάνωση της διατριβής

Το υπόλοιπο της προπτυχιακής διατριβής διαχωρίζεται στα Κεφάλαια 2 – 4 αντίστοιχα. Αναλυτικότερα:

Στο Κεφάλαιο 2, αναλύεται το αστικό κλίμα, καθώς και τα συστατικά αυτού.

Στο Κεφάλαιο 3, γίνεται ανάλυση του μικροκλίματος και η βελτίωση αυτού.

Στο Κεφάλαιο 4, παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης.

Στο Κεφάλαιο 5, υπάρχουν συνοπτικά τα συμπεράσματα με το πέρας της διατριβής.

Κεφάλαιο 2. Αστικό κλίμα

Με τον όρο αστικό κλίμα γίνεται αναφορά στις κλιματολογικές συνθήκες τις περιοχής που είναι επικρατούσες σε έναν χώρο αστικό, (λόγου χάριν πλατεία ή πάρκο) οι οποίες είναι εφικτό να δείχνουν σημαντικές αλλαγές εν συγκρίσει με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούνε στην μεγαλύτερη περιοχή. Η μορφολογία του αστού έχει επιρροή στις μικροκλιματικές συνθήκες διότι έχει καθοριστικό ρόλο:

- Στη σκίαση
- Στον αερισμό [16]

Διαφοροποιημένες συνθήκες μπορούν να υπάρχουνε και μέσα στον ίδιο αστικό ιστό σε συγκεκριμένα σημεία του τα οποία μπορεί να έχουν απόσταση μόλις λίγα μέτρα μαζί τους όπως λόγου χάριν με μια οδός με πολύ κυκλοφοριακή συμφόρηση με ένα διπλανό αστικό πάρκο ε το δεύτερο να είναι μια όαση ιδίως κατά τους ζεστούς εαρινούς μήνες στις πόλεις που έχουν μεσογειακό κλίμα όπως η Αθήνα [17]. Είναι λοιπόν αναμφισβήτητη η ύπαρξη μιας σημαντικής απόκλισης μεταξύ των δεδομένων των μετρήσεων σε μακρινούς μετεωρολογικούς σταθμούς και του κλίματος των επικρατών συνθηκών σε χώρους χωρίς κτίρια εντός της πόλεως πως απορροή της δραστηριότητας των ανθρώπων και του δομικού σχεδιασμού των κτιρίων. Η εναλλαγή αυτή στις κλιματικές συνθήκες, μέσα στις πόλεις, αλλά και ανάμεσα σε διάφορα σημεία αυτής, προτείνει την ύπαρξη ενός μικροκλίματος που διαφέρει, αλλά, παράλληλα επικρατεί και σε κάθε ένα από αυτά τα σημεία.

2.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι που καθορίζουν τη ποιότητα του κλίματος

Οι κύριοι παράμετροι του περιβάλλοντος που απαρτίζουν την ποιότητα του κλίματος είναι:

- Πεδίο ακτινοβολίας
- Πεδίο ανέμου

όπως αυτά καθορίζονται από τη γεωμετρία των τριών διαστάσεων καθώς και από το μέσο που καλύπτουν την επιφάνεια του αστού. Τα τοπικά διαμορφωμένα πεδία ακτινοβολίας και ανέμου, διαμορφώνουν με τη σειρά τους τα πεδία της θερμοκρασίας και της υγρασίας, με άλλα λόγια τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Η κλιματική ποιότητα στον εξωτερικό αστικό χώρο, καθορίζεται πρωτίστως από τη θερμική ευχέρεια, για να αναλυθεί η συγκεκριμένη, πρέπει ο ερευνητής να λάβει υπόψιν την κατανομή του χώρου που πέφτει η ακτινοβολία και το μήκος από τον άνεμο που προσπίπτει σε κάθε σημείο της επιφάνειας του αστού, δηλαδή τους χώρους του ανέμου και της ακτινοβολίας όπως αυτά προκύπτουν τοπικά από τις ιδιότητες της επιφάνειας του αστού [18].

2.1.1 Αστική μορφολογία

Με τον όρο μορφολογία του αστού γίνεται έκφραση της γεωμετρίας των τριών διαστάσεων της επιφάνειας του αστού. Απαρτίζει έναν από τους κύριους παράγοντες που διαμορφώνουν το μικροκλίμα διότι καθορίζει την πλειοψηφία της σκίασης της επιφάνειας και της ροής του αέρα από την ατμόσφαιρα μεταξύ των κτιρίων. Η μετατόπιση της μορφολογίας του αστού είναι εφικτό να αλλάξει σε τοπικό επίπεδο της συνθήκες της ατμόσφαιρας και της τιμές των παραμέτρων ποικίλων βιοκλιματικών δεδομένων όπως για παράδειγμα, η επικρατούσα θερμοκρασία, και η περιβαλλοντική υγρασία, η ταχύτητα και η μεριά του αέρα όπως επίσης και οι ακτινοβολίες. Σε μελέτες βιοκλίματος μορφολογία του αστού χρησιμοποιείται στον ουράνιο συντελεστή θέασης (SVF - Sky View Factor). Η ύπαρξη αυτού του συντελεστή χρησιμοποιείται στη μορφολογία του αστού για διάφορα μοντέλα μαθηματικών τα οποία είναι για την εκτίμηση του ποσού των ιδιοτήτων του μικροκλίματος στον αστό [18]. Επιπλέον, σημαντικός παράγοντας για την επιφάνεια του αστού πέραν της γεωμετρίας τριών διαστάσεων είναι η επικάλυψη. Ένα σημαντικό εργαλείο για τη καταγραφή της επικάλυψης είναι η τηλεπισκόπηση με εικόνες δορυφόρων ή φωτογραφίες αέρος με μεγάλη χωρική ικανότητα διάκρισης ($> 1\text{m}$). Προκειμένου να είναι εφικτό να γίνει αξιοποίηση τέτοιου είδους εικόνων εντός των πλαισίων μιας μελέτης βιοκλίματος θα πρέπει να γίνει ενσωμάτωση με σωστό τρόπο σε ένα GIS σύστημα, τουτέστιν επιβάλλεται η προβολή των χαρτών σε ένα κατάλληλο σύστημα με αναφορά.

2.1.2 Πεδίο ακτινοβολίας

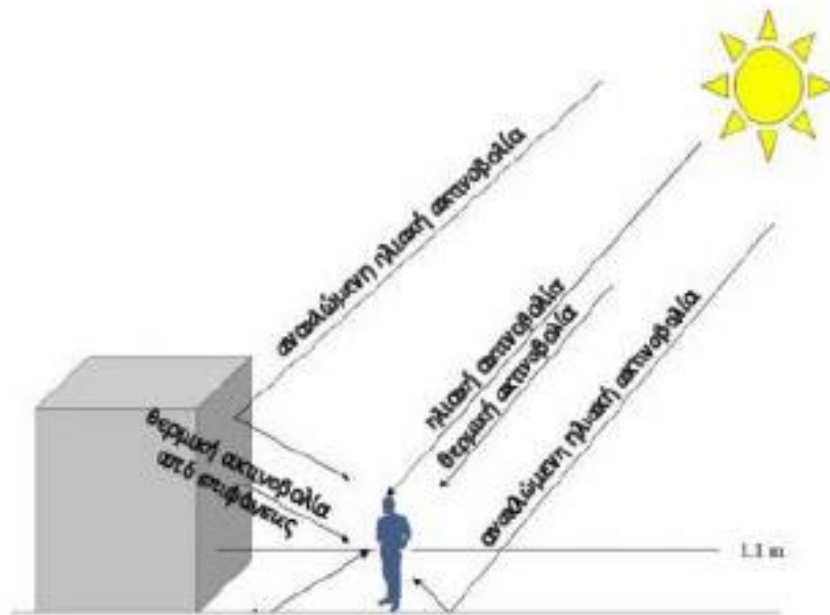
Το πεδίο ακτινοβολίας σε μία αστική περιοχή περιλαμβάνει την ακτινοβολία του ήλιου, η οποία μπορεί να είναι άμεση, διάχυτη ή να προέρχεται από ανάκλαση στις ποικίλες

επιφάνειες, καθώς και τη θερμική ακτινοβολία ή «ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος» (long-wave radiation), που εκπέμπεται από το έδαφος, τις επιφάνειες (λ.χ. κτίρια) και την ατμόσφαιρα (Εικόνα 1). Η ακτινοβολία του ήλιου ορίζεται στην έκταση των 0.2 - 2.5 μm , όπου κυριαρχεί το φάσμα του ηλίου. Αποτελείται από:

- A. Την υπεριώδη ακτινοβολία (0.2-0.4 μm) με συνεισφορά περίπου 5%
- B. Την ορατή ακτινοβολία (0.4-0.7 μm) με συνεισφορά περίπου 55%
- C. Την ακτινοβολία κοντινού υπέρυθρου (0.7-2.5 μm) συνεισφέροντας κοντά σε 40%

στο ολικό άθροισμα της ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος.

Για μήκη κυμάτων $>5.0 \mu\text{m}$, η ακτινοβολία ονομάζεται θερμική και μετέπειτα γίνεται αναφορά στην φασματική έκταση κατά την οποία έναντι της ηλιακής, υπάρχει κυριαρχία της ακτινοβολίας, όπου γίνεται εκπομπή από την επιφάνεια του πλανήτη ή των υλικών, και η οποία είναι άμεσα εξαρτώμενη κυρίως από την θερμοκρασία που επικρατεί στη επιφάνεια. Οι μονάδες που μετρείται η ροή της ακτινοβολίας είναι $\frac{W}{m^2}$. Για να μετρηθεί η ηλιακή ακτινοβολία γίνεται χρήση πυρανόμετρων, ενώ για την εκπεμπόμενη ακτινοβολία της θερμότητας από το έδαφος, την ατμόσφαιρα και τις ποικίλες επιφάνειες γίνεται χρήση των πυργεωμέτρων (Εικόνα 2). Σε έρευνες οι οποίες αφορούν παραμέτρους βιοκλίματος περιοχών αστού το πεδίο της ακτινοβολίας είναι αξιοσημείωτο και παρουσιάζεται συνήθως διαμέσου της σημασίας της μέσης θερμοκρασίας της ακτινοβολίας. Αυτήν έχει τον ορισμό της ως μια θερμοκρασία όμοιας κατανομής μιας θεωρητικής επιφάνειας σφαίρας η οποία περιτριγυρίζει το άτομο και η οποία γίνεται ή αιτία της ίδιας εναλλαγής της ενέργειας με το άτομο όπως το αληθινό πεδίο της ακτινοβολίας στον χώρο που περιβάλλει. Η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία είναι αξιοσημείωτη στις έρευνες γιατί θερμική ευχέρεια διότι διακατέχει τον μεγαλύτερο ρόλο στις ιδιότητες που απαρτίζουν το ενεργειακό ισοζύγιο μεταξύ του ανθρώπου και των περιβάλλοντα χώρο στον οποίο υπάρχει [19].



Εικόνα 1. Κύριες συνιστώσες ακτινοβολίας στο αστικό περιβάλλον. Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να είναι είτε άμεση (κατευθείαν από τον ηλιακό δίσκο), είτε διάχυτη (κατόπιν σκέδασης της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα), είτε ανακλώμενη (κατόπιν ανάκλασης της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας από τα διάφορα στοιχεία της αστικής επιφάνειας). Η θερμική ακτινοβολία που δέχεται το ανθρώπινο σώμα, είναι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπεται τόσο από τα στοιχεία της αστικής επιφάνειας όσο και από την ατμόσφαιρα (Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2011, πρόγραμμα βιοκλιματικών αναβαθμίσεων δημόσιων ανοικτών χώρων).



Εικόνα 2. Παραδείγματα πυρανόμετρου (αριστερά) και πυργεώμετρου (δεξιά) (Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2011, πρόγραμμα βιοκλιματικών αναβαθμίσεων δημόσιων ανοικτών χώρων).

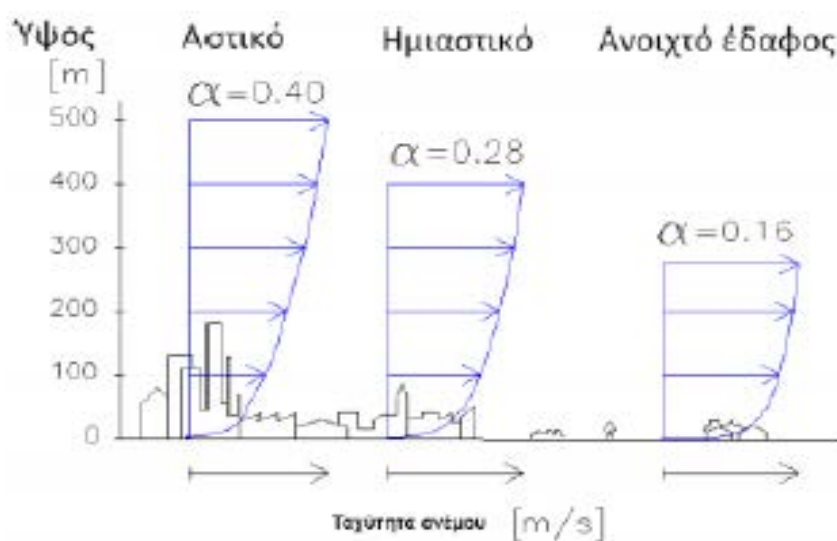
2.1.3 Πεδίο ανέμου

Τα δεδομένα που διαμορφώνουν την κατάσταση του ανέμου επιδρούν στις ποικίλες παγκόσμιες περιφερειακές και τοπικές καταστάσεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο ο άνεμος έχει προέλευση των αέρα ο οποίος κινείται από περιοχές με υψηλή πίεση προς τις αντίστοιχες με χαμηλή πίεση. Επίσης αυτός διαφέρει σε σημαντικό επίπεδο ως προς την κατεύθυνση και την ισχύ και της διαφορετικές καταστάσεις οι οποίες ενδέχεται να είναι σε εποχική βάση ή ετήσια. Οι τοπολογία ανά περιφέρεια και τοπικότητα επηρεάζεται από τα προκαλούμενα συστήματα του καιρού σε παγκόσμια βάση που αντιστοίχως διαμορφώνονται από την ταχύτητα και τη διεύθυνση του αέρα.

Ο αδέσμευτος και χωρίς εμπόδια άνεμος επάνω από την επιφάνεια του πλανήτη καλείται γεωστροφικός άνεμος. Το ύψος του κυμαίνεται από ~275-500 μέτρα, αναλόγως με την τραχύτητα (α) του επιφανειακού στρώματος του πλανήτη, όπου διαφαίνεται παρακάτω (Εικόνα 3). Προκειμένου να εκτιμηθεί ο άνεμος σε μία στάθμη μικροκλίματος επιβάλλεται η ένωση δεδομένων μετεωρολογικής μορφής, με δεδομένα για τη μορφολογία του αστικού κλίματος και τον τύπο κάλυψης της επιφάνειας. Τα μετεωρολογικά δεδομένα μπορεί να είναι μετρήσεις από μετεωρολογικούς σταθμούς, διορθωμένες για τις επιδράσεις του

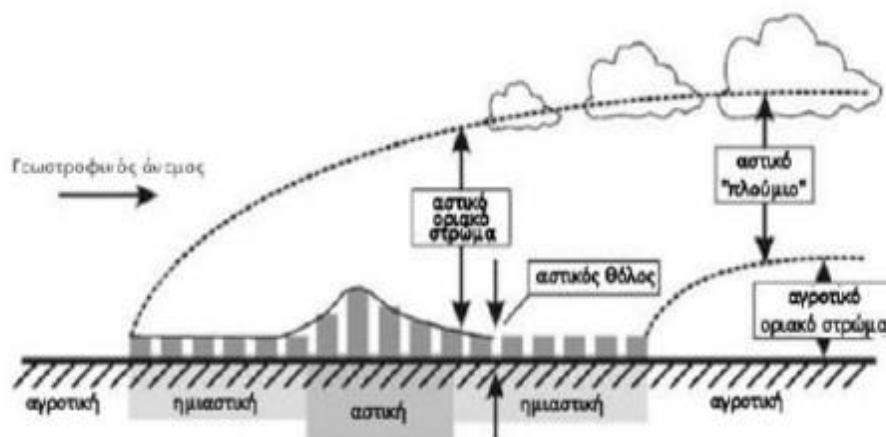
περιβάλλοντος χώρου, όπως δρόμοι, δάση και γειτονικά χωριά. Τα μετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνουν τιμές ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου σε ύψος 10 m. Τα δεδομένα που παρέχονται από τον αντίστοιχο σταθμό της εθνικής μετεωρολογικής υπηρεσίας είναι απαραίτητο να μεταφερθούν στα επίπεδα των πόλεων. Όταν υπάρχει η ένταση ανέμου από μία περιοχή περαστική σε μία αστική τότε είναι απαραίτητο να συμβεί αντίστοιχη ρύθμιση στα αντίστοιχα δεδομένα που διαμορφώνουν την κατάσταση στα σύνορα της πόλης (Εικόνα 3). Η μινιμαλιστικές μεταβάσεις στην τοπογραφία της περιοχής έχουν ως αποτέλεσμα γιγαντιαίες εναλλαγές στην ένταση του ανέμου.

Όταν ο άνεμος κινείται από μία περαστική σε μια αστική περιοχή τα καινούρια συνοριακά δεδομένα τα οποία οριοθετούν την πόλη θα πρέπει να υπάρχουν κατά νου. Ο επονομαζόμενος θόλος του αστού επεκτείνεται από την εδαφική επιφάνεια μέχρι το ύψος των κτιρίων, ενώ το επονομαζόμενο στρώμα αστικών ορίων επεκτείνεται επάνω από τις σκεπές των κτιρίων όπως φαίνεται στην Εικόνα 4. Η ένταση του ανέμου στον θόλο του αστού προβάλλει διαφοροποιημένες εντάσεις περιοχή που περιβάλλει όπου αντίστοιχα υπάρχει εξάρτηση από: την τοπογραφία, τη γεωμετρία των κτιρίων, τους δρόμους, την κίνηση και άλλα τοπικά χαρακτηριστικά (π.χ παρουσία δέντρων). Σε γενικές γραμμές, η ένταση του ανέμου στον θόλο του αστού παρουσιάζει ελάττωση σε σύγκριση με τη με την ένταση του ανέμου σε γύρω περιαστικές περιοχές. Οι υπολογισμοί της έντασης του ανέμου στον θόλο του αστού είναι εφικτό να συμβούν τόσο με εξομοιώσεις σε σήραγγες αέρος όσο και με την χρησιμοποίηση μαθηματικών μοντέλων εντάσεων.



Εικόνα 3. Κατακόρυφη κατανομή της ταχύτητας του ανέμου για τρεις διαφορετικές περιοχές. Η τραχύτητα (α) της επιφάνειας είναι μεγαλύτερη σε πυκνοδομημένη πόλη με ψηλά

κτίρια (Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2011, πρόγραμμα βιοκλιματικών αναβαθμίσεων δημόσιων ανοικτών χώρων).



Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση ροής ανέμου σε αστική περιοχή . Ο άνεμος που έρχεται από τις περιαστικές περιοχές διαφοροποιείται στον αστικό θόλο (Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2011, πρόγραμμα βιοκλιματικών αναβαθμίσεων δημόσιων ανοικτών χώρων).

2.1.4 Υγρασία & θερμοκρασία

Η θερμοκρασία στην πόλη διαπλάθεται τόσο δια μέσου της μετάδοσης της θερμότητας με ακτινοβολίες όσο και δια μέσου της μεταδόσεως της θερμότητας με τη μετακίνηση. Η θερμοκρασία του αέρα παίζει καθοριστικό ρόλο, διότι, έχει επιρροή στις αλλαγές της υγρασίας και της μεταφοράς της θερμότητας στην επιφάνεια της πόλης. Τυτέστιν λοιπόν, ο χώρος της θερμοκρασίας και ο χώρος της υγρασίας εξαρτώνται άμεσα από τον χώρο της ακτινοβολίας και του αέρα. Οι χώροι των θερμοκρασιών και των υγρασιών υπάρχουν στο νου για τους υπολογισμούς της θερμικής ευχέρειας:

- Οι περιστάσεις με ελάχιστη ταχύτητα ανέμου, όπως, λόγου χάριν, η T_{mean} της ακτινοβολίας έχει σχεδόν την ίδια επιρροή στο θερμικό ισοζύγιο που υπάρχει στο ανθρώπινο σώμα, όπως και η θερμοκρασία που υπάρχει στον αέρα.
- Οι περιστάσεις με δυνατότερη ένταση ανέμου, όπως, λόγου χάριν, η θερμοκρασία του αέρα, είναι πιο σημαντική από τη T_{mean} ακτινοβολίας, επειδή υπάρχει κυριαρχία στην εναλλαγή θερμότητας. Η σχετική υγρασία επηρεάζει

εξίσου τη θερμική ευχέρεια με επιρροή στην δερματική υγρασία και τον ιδρώτα.

2.2 Μικροκλιματικά φαινόμενα στον αστικό χώρο

Στη πόλη, διαφαίνονται ποίκιλα φαινόμενα μικροκλίματος, για παράδειγμα η αστική θερμική νησίδα (Urban Heat Island) και η αστική οδική χαράδρα (Urban Street Canyon). Ο ορισμός του πρώτου είναι παρουσία θερμοκρασίας υψηλής σε πόλεις όπου οι δόμησή τους είναι πυκνή εν συγκρίσει με τον περαιτέρω χώρο της πόλης και τα σύνορα του. Ο ορισμός του δεύτερου συσχετίζεται ως επί το πλείστον με την ελάττωση της ταχύτητας και την μεταβολή της κατεύθυνσης του ανέμου σε έναν δρόμο της πόλεως όπως και την δημιουργία στρώματος θερμοκρασίας εντός αυτής [16].

2.2.1 Αστική θερμική νησίδα

Υπάρχει σε κάθε πόλη και είναι η απόδειξη της κλιματικής αλλαγής η οποία προέρχεται από την μετατροπή μιας περιοχής σε αστικό κέντρο. Είναι ένα ρυθμιστικό φαινόμενο το οποίο είναι το αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Η απορροφώμενη θερμότητα από όλες τις κατασκευές που υπάρχουν στην πόλη κατά τη διάρκεια όπου εκπέμπεται φως, εκπέμπεται πίσω όταν δύει ο ήλιος, με τη δημιουργία έτσι υψηλών θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ της πόλης και του γύρου αγροτικών περιοχών [21]. Η ροή αυτών ανέρχεται μεταξύ 1-10 °C, σύμφωνα με την ροή των θερμοκρασιακών πηγών της περιοχής. Στην πρωτεύουσα ύστερα από δεδομένα πολλαπλών ετών, διεξήχθη το αποτέλεσμα πως η μέγιστη η ροή αυτών ανέρχεται σε τιμές κοντά στους δέκα βαθμούς Κελσίου, ενώ, η αντήχηση της διεργασίας στην δαπάνη της ενέργειας από τα κτίρια είναι ιδιαίτερα σοβαρή. Ποικίλες μεθοδολογίες έχουν διατυπωθεί προκειμένου να περιορίσουν αυτό το φαινόμενο, όπως υλικά που αντανακλούν, άσπρα χρώματα και στρώματα μη κλειστού, cooling coloring. Τα πιο πρόσφατα έτη, η συνδρομή της περιοχής φυτοκάλυψης στο μπαλανσάρισμα του κλίματος της πόλης έχει διερευνηθεί πολύ σε όλη την υφήλιο. Η φυτική οργανισμοί και η περιοχή φυτοκάλυψης συμβάλλει πολύ στο δρόσισμα των αστικών περιοχών επειδή η εξατμισοδιαπνοή από τα στομάτια των φυτικών οργανισμών δροσίζουν και ελαττώνουν τη θερμοκρασία του αέρα και επαυξάνουν την υγρασία. Μια περιοχή με φυτοκάλυψη είναι κατά μακράν πιο δροσερή στην διάρκεια της ημέρας εν συγκρίσει με όλα τα άλλα στοιχεία της

πόλεως. Η θερμοκρασία στην σκίαση από τα δέντρα έχει αναφερθεί πως είναι ελαττωμένη ~0.7-3.6 °C από τα μέρη δίχως βλάστηση [22].

2.2.2 Αστική οδική χαράδρα

Σε μία πόλη τυπικά το $\frac{1}{4}$ καλύπτεται από δρόμους και η διαμόρφωση τους έχει επιρροή στο μικροκλίμα όπου, ως αποτέλεσμα υπάρχει επιρροή στην θερμοκρασία του αέρα την υγρασία όπως και στην διεύθυνση και τη ροή του ανέμου δια μέσω των οδών [23]. Η μεταφορά του αέρα και το ακριβές μοίρασμα της θερμοκρασίας αυτού δια μέσω των αστικών χαραδρών διακατέχει κομβικής σημασίας ρόλο στην εξάπλωση των ουσιών που βλάπτουν το περιβάλλον, στην εναλλαγή θερμότητας ανάμεσα στα κτίρια και στον αέρα στη χαράδρα κ.ο.κ. Τα συμπεφωνημένα κτίρια στα ανοίγματα της πόλης ξοδεύουν πιο πολύ ενέργεια για κλιματισμούς και φωτισμούς. Το πιο σύνηθες γεγονός αποτελεί η ελαφρά δυσανασχέτηση των κατοίκων όπου δημιουργείται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και των ασυνήθιστων αναταραχών του αέρα [24]. Ο παθητικός δροσισμός των δρόμων από τις εξασθενήσεις των ηλιακών θερμάνσεων είναι άμεσα εξαρτώμενος από την κατεύθυνση του δρόμου και των γεωμετριών του. Ετούτη η γεωμετρία και η κατεύθυνση διακατέχουν κομβικό ρόλο στον προσδιορισμό των κλιματολογικών φαινομένων. Διαμορφώνουν το ποσοστό της παρείσφρησης των ηλιακών ακτινοβολιών, των περιοχών που σκιάζονται και του SVF.

2.3 Θερμική άνεση & Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

2.3.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων

Το κλίμα του τόπου, προκειμένου να εξασφαλιστούν ευνοϊκές συνθήκες στην θερμότητα και στην όραση, με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας ανανεώσιμων πηγών, αλλά και των φυσικών φαινομένων του κλίματος. Ο σκοπός του, είναι η ανοικοδόμηση των μονάδων που είναι κατασκευασμένες από τσιμέντο, προκειμένου μεν να επέλθει πλήρης κάλυψη ενεργειακών αναγκών ενώ, δε, να επέλθουν και να υπάρξουν μηδαμινές επιβαρύνσεις των περιβαλλόντων χώρων με εκπομπή επιβλαβών αέριων. Ένας έτερος σκοπός των βιοκλιματικών σχεδιασμών είναι η ανοικοδόμηση των τσιμεντένιων μονάδων που έχουν ενεργειακές ανάγκες, στον τομέα της θέρμανσης και της ψύξης, καλύπτονται πλήρως μέσω συστημάτων εκμετάλλευσης των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων, στα οποία η αναγκαία

και της αντλίας θερμότητας ηλεκτρική ενέργεια παράγεται δια μέσου φωτοβολταϊκών μονάδων. Εν κατακλείδι, η ανοικοδόμηση των τσιμεντένιων μονάδων εντός του πλαισίου συνηθισμένων κοστών της κατασκευής, αλλά ως σε βάζουμε στον περιορισμό των πόρων του περιβάλλοντα χώρου, απαρτίζει έναν στόχο των αντίστοιχων σχεδιασμών. Ειδικότερα:

- Την διασφάλιση ηλιακού φωτός το αποχείμωνο
- Την προάσπιση των δυνατών ανέμων του αποχείμωνο
- Της μείωσης στο ελάχιστο απώλειας θερμότητας το αποχείμωνο
- Της ηλιακής προάσπιση στο καλοκαίρι
- Της χρήσης των πόρων του δροσερού ανέμου κατά την εαρινή περίοδο
- Της μετακίνησης της επιπρόσθετης θερμότητας κατά την εαρινή περίοδο

Ο γενικός όρος αυτού ορίζει πως η πλευρά του νότου των κτιρίων επιβάλλεται να χρησιμοποιηθεί για να θερμανθεί ηλιακός παθητικά, από την άλλη, πλευρά του βορρά έχει ως χρήση την προάσπιση των ανέμων και των ανασχέσεων των θερμοτήτων. Πιο συγκεκριμένα η αφετηρία αυτού έχει συσχέτιση με τις αρχιτεκτονικές δομές και τους προσανατολισμούς κτιρίων όπως και με τους εκάστοτε περιβάλλοντες χώρους [25].

2.3.2 Ευχέρεια θερμικότητας

Η ευχέρεια της θερμικότητας είναι το στοιχείο που είναι η βάση του μικροκλίματος των εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων. Το άτομο γενικευμένα, μοχθούσε από ανέκαθεν να δημιουργήσει ένα ζεστό αναπauτικό περιβάλλοντα χώρο. Ετούτο διαφαίνεται δια μέσω των παραδόσεων στη δομικότητα των κτιρίων ανά όλη την υφήλιο από την αρχαιότητα έως στη σημερινή εποχή. Πώς αποτέλεσμα με βάση τα προαναφερόμενα απαραίτητη παράμετρος για τη σχεδίαση. Ο όρος της ευχέρειας έχει τρεις διαφοροποιημένες προοπτικές: μια νορμάλ, μία θερμοφυσιολογική και μία βασιζόμενη στο άθροισμα της ενέργειας του ισοζυγίου του σώματος του ανθρώπου [26]. Εν συμφωνία με την αρχική εξέταση καθώς και ορίζεται από τα καλούπια ISO 7730 και ASHRAE 55-92, η ευχέρεια στη θερμότητα για τον άνθρωπο λέγεται " το status του μυαλού το οποίο δείχνει ευχαρίστηση εν συγκρίσει με τον περιβάλλοντα χώρο της θερμότητας".

Η πασιφανής έλλειψη αντικειμενισμού στον προκείμενο καθορισμό είναι η άμεση απήχηση της γενικευμένης της διαδοχικής αυξομείωσης της ευχέρειας θέρμανσης του ανθρώπου. Η θερμικά φυσιολογική πραγμάτευση της ευχέρειας έχει ως βάση την κινητοποίηση των αισθητήριων οργάνων θερμότητας του δέρματος και του υποθαλάμου και καθορίζεται σαν άντρα ελάχιστο ρυθμό νευρικού σήματος εκπεμπόμενο από αυτούς.

Συνοψίζοντας, εν συμφωνία με τον καθορισμό της ενέργειας της κατάστασης της ευχέρειας θερμότητας η οποία επιτυγχάνεται όταν η απορροή της θερμότητας με κατεύθυνση το άτομο είναι σε ισοστάθμιση, εντούτοις, η δερματική θερμοκρασία και η ταχύτητα αυξομείωσης του ιδρώτα αλλά ταλαντεύεται εντός μιας κλιμάκωσης ευχέρειας η οποία είναι άμεσα εξαρτώμενη από μεταβολικές διεργασίες. Οι παράγοντες από τους οποίους είναι εξαρτώμενη η ευχέρεια θερμικότητας, είναι:

- 1) Του περιβάλλοντος, για παράδειγμα η θερμοκρασία αέρα, η T_{mean} που ακτινοβολείται στις επιφάνειες, η πίεση της ατμόσφαιρας, η ταχύτητα αέρα και υγρασία
- 2) Της οργανικότητας, λόγου χάριν, το φύλο, η ηλικία τα κύρια γνωρίσματα του φύλου των κατοίκων
- 3) Της προσωπικότητας λόγου χάριν, η σημαντικότητα της δράσης (εν συγκρίσει με τις μεταβολικές διεργασίες), τα είδη και η βαθμίδα αμφίεσης [27]

Ποικίλες πειραματικές έρευνες έδειξαν ότι οι κύριοι λόγοι επηρεασμού ευχέρειας είναι:

- Θερμοκρασία που υπάρχει στον αέρα: Χαρακτηρίζεται ως "η θερμοκρασία άνυδρου βολβού του αέρα ο οποίος περικλείει τα άτομα σε κάποιον χώρο" [28]. Η θερμοκρασία άνυδρου βολβού είναι απαραίτητη για τον κανονισμό της ευχέρειας, ιδίως σε καταστάσεις παγετού και σχετικής υγρασίας από σαράντα έως εξήντα τοις εκατό. Αυτήν είναι εφικτό να μετριέται, κάνοντας χρήση ενός απλού θερμομέτρου άνυδρου βολβού, διότι απαρτίζει την πιο σπουδαία παράμετρο της ευχέρειας της θερμικότητας, με δημιουργία της αίσθησης "ζεστασιάς" ή της αίσθησης της "δροσιάς" σε έναν προκειμένο τόπο που υπάρχει εσωτερικά. Βέβαια το θετικά συντριπτικό ποσοστό της αποβαλλόμενης από το κορμί του ανθρώπου θερμότητας, εναλλάσσεται στον περιβάλλοντα χώρο, αναλόγως με την επικρατούσα θερμοκρασία.
- Η T_{mean} που ακτινοβολείται (T_{mrt}): Έχει άμεση συσχέτιση με το άτομο, την τοποθεσία, και τη διεύθυνση του εντός του χώρου, καθώς επίσης και με τον τρόπο με τον οποίο κρατά το κορμί του το άτομο. Επομένως, αυτήν είναι εφικτό να είναι διαφορετική μεταξύ ενός ατόμου όρθια στεκόμενου και ενός ετέρου ο οποίος είναι καθιστός σε μια προκειμένη θέση στον χώρο. Προκειμένου να προσδιοριστεί, γίνεται χρήση της θερμοκρασίας ενός σκούρου σφαιριδίου, T_g ($^{\circ}\text{C}$), της θερμοκρασίας του αέρα T_{air} ($^{\circ}\text{C}$) και της

ταχύτητας αυτού $V_{air} (\frac{m}{s})$. Σύμφωνα με τους ερευνητές [29] δίνεται με την επακόλουθη μαθηματική έκφραση:

$$T_{mrt} = ((Tg + 273.15)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 V_{air}^{0.6}}{\varepsilon \times D^{0.4}} \times (Tg - T_{air}))^{0.25} - 273.15 \quad (\text{Εξ. 1})$$

Με: D, τη διάμετρο του σφαιριδίου (μετρημένο σε χιλιοστά)

ε, την ενεργειακή αναλογία που εκπέμπεται από μία στρώση προς την ενέργεια που εκπέμπει μία όμοια στρώση, με ίδιο εμβαδόν, σκούρου χρώματος του σφαιριδίου

Συνήθως προκειμένου να νιώθει το άτομο ευχέρεια θερμική εντός ενός τόπου, επιβάλλεται να υπάρχει διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας αέρα και της επιφάνειας που περιβάλλεται, η οποία να υπερβαίνει τους 3 με 4 βαθμούς Κελσίου, αναλόγως με την περιοχή και την επιφανειακή έκταση περιβάλλοντα χώρου, όπως και με την δυνατότητα απελευθέρωσης θερμότητας.

- Η σχέση της υγρασίας: Αυτήν προσδιορίζει την δυνατότητα της διατήρησης υδρατμών από τον αέρα. Η χαμηλή σχετική υγρασία του αέρα ενισχύει την αποβολή νερού από το ανθρώπινο σώμα (υπό τη μορφή ιδρώτα που εξατμίζεται), προκαλώντας έτσι μια αίσθηση δροσισμού. Το αντίθετο αποτέλεσμα έχει η υψηλή υγρασία, η οποία παρεμποδίζει την εξάτμιση του ιδρώτα, δηλαδή την αποβολή θερμότητας που είναι και ο μόνος τρόπος διατήρησης του θερμικού ισοζυγίου σε υψηλές θερμοκρασίες.

Η σχετική υγρασία δεν έχει νόημα σαν χωριστός περιβαλλοντικός δείκτης, χωρίς τη γνώση της θερμοκρασίας ξηρού βολβού. Γενικά, η σχετική υγρασία σε ένα εσωτερικό χώρο πρέπει να κυμαίνεται ανάμεσα στο 30-70%. Τιμή μικρότερη του 30%, προκαλεί ξηρότητα των βλεννογόνων του λαιμού, ακόμη και προβλήματα στην όραση, ενώ σχετική υγρασία μεγαλύτερη του 70% μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό μούχλας στο χώρο.

- Η ταχύτητα του αέρα: Η μετακίνηση αυτού ανάμεσα στο κορμί του ανθρώπου μπορεί να επηρεάσει το αίσθημα της θερμικής άνεσης καθορίζοντας, αφενός την ανταλλαγή της θερμότητας, με μεταφορά (συναγωγή), ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον, και αφετέρου την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς. Έτσι, η απώλεια θερμότητας με συναγωγή από το ανθρώπινο σώμα, εξαρτάται από την ένταση του αέρα και τη θερμοκρασιακή

διαφορά ανάμεσα στο δέρμα και το περιβάλλον. Όταν, λοιπόν, η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, η δημιουργία ρεύματος προκαλεί την αίσθηση του ψύχους και δημιουργεί δυσφορία στους ενοίκους. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, βελτιώνουν την αίσθηση του δροσισμού, εξουδετερώνοντας, ως ένα βαθμό, την αρνητική επίδραση της τυχούσας υψηλής υγρασίας.

Το ποσοστό όπου υπάρχει διαίσθηση της μετακίνησης του ανέμου, είναι άμεσα εξαρτώμενο επίσης, από τύπο της επένδυσης, την φύση της δραστηριότητας, καθώς επίσης και από το τμήμα του κορμιού όπου έχετε σε επαφή η ροή του ανέμου. Η πίσω μεριά του ανθρώπινου οργανισμού όταν έρχεται σε επαφή με την ροή του ανέμου υπάρχει το αίσθημα της δυσφορίας, επειδή εκεί πέρα ή θερμοκρασιακή μετάσταση είναι πιο έντονη. Ιδίως το καλοκαίρι, ο μη τεχνητός αερισμός είναι εφικτό να δώσει αύξηση στην ταχύτητα του ανέμου προκειμένου να υπάρξει εφικτή η εκπλήρωση της αίσθησης της ευχέρειας θερμικότητας σε πιο μεγάλες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες. Μια μεγάλη ταχύτητα αέρα είναι εφικτό να μπορέσει να διατηρήσει μία θερμοκρασία σε μια περιοχή περίπου δύο βαθμούς Κελσίου μεγαλύτερη, μία υγρασία γύρω στο εξήντα τοις εκατό, με την ταυτόχρονη επίτευξη της καλύτερης ευχέρειας θερμικότητας. Δηλαδή οι κάτοικοι είναι εφικτό να διαισθάνονται την ίδια ευχέρεια με πιο μεγάλες θερμοκρασίες αέρα.

- Επένδυση: Η ένδυση χρησιμοποιείται με τη μορφή ενός είδους αντιστατικής θερμικότητας για την απώλεια της θερμότητας, επιφανειακά από ένα σώμα προς τον περιβάλλοντα χώρο. Μετριέται σε "clo" και "γίνεται για την έκφραση θερμικής απομόνωσης που παρέχεται από τις επενδύσεις και το σύνολο των ρουχισμών καθώς και είναι ίσο με $0.1155 \frac{m^2.K}{Watt}$ " [28].

Η επένδυση απαρτίζει έναν από συντελεστές οι οποίοι με ευκολία είναι εφικτό να ρυθμιστούν από το άτομο, για να υπάρξει αίσθηση ευχέρειας θερμικά, δίχως να υπάρξει κατανάλωση ενέργειας υπό οποιαδήποτε μορφής. Σε πρωταρχικό επίπεδο, κατά μακράν περισσότερο υπάρχει η προσπάθεια της προσέγγισης του αισθήματος της ευχέρειας με την αφαίρεση περιττού ρουχισμού το θέρος, ή με την προσθήκη κάποιων το καταχέιμωνο, έναντι της

μεταβολής κατευθείαν του θερμοκρασιακού επιπέδου του αέρα με την χρήση κλιματισμού ή θέρμανσης αντίστοιχα.

- Μεταβολικές διεργασίες: Οι μεταβολικές διεργασίες απαρτίζουν το άθροισμα των χημικών αμφίδρομων επιδράσεων όπου γίνονται στο κορμί του ατόμου. Διότι η σωματική θερμοκρασία είναι ως επί το πλείστον είναι πιο υψηλή από αυτή του περιβάλλοντος, αυτές γίνονται για να αντισταθμίσουν τις απώλειες προς το περιβάλλον. Στόχος είναι να υπάρξει διατήρηση του σώματος σε μια θερμοκρασία γύρω στους 37 ± 0.5 °C.

Κατά αυτόν τον τρόπο, η παραγόμενη θερμότητα ενός μέσου ενήλικα κατά τη διάρκεια της αναπαύσεως του, ανέρχεται στα 100W. Καθώς το πιο μεγάλο ποσοστό ετούτης της θερμότητας απελευθερώνεται στο περιβάλλοντα χώρο, δια μέσου της δερματικής επιφάνειας, είναι επικρατής η έκφραση του μεταβολισμού σε θερμικές μονάδες διά τις μονάδες του συνόλου του επιφανειακού σώματος του ατόμου. Έστω πως, δειγματοληπτικά, κάποιος έχει συνολικό εμβαδόν σωματικής επιφάνειας ~ 1.8 . Στην προκείμενη περίπτωση θα έχει μεταβολισμό κατά τη διάρκεια της ανάπαυσης, ισοδύναμο με $58.2 \frac{W}{m^2}$
 $= 50 \frac{kcal}{(h.m^2)} = 1 \text{ "met "}$ [28].

Οι μεταβολικές διεργασίες διακατέχουν άμεση συσχέτιση με την ηλικία, το φύλο, και το σωματικό βάρος. Ο κύριος εξαρτώμενος παράγοντας ωστόσο, είναι η διακύμανση των ενεργειών. Δηλαδή η παραγόμενη θερμότητα από τον άνθρωπο μεγαλώνει αναλογικά με την διακύμανση των ενεργειών που κάνει.

Με πρωταρχικό σημείο την βαθμίδα του ενός met, είναι εφικτό να ειπωθεί πως οι μεταβολικές διεργασίες του ατόμου κατά εκείνη τη χρονική στιγμή όταν γράφει με τα δάκτυλα είναι αντίστοιχο με 1,1. Κατά τη διάρκεια της μετακίνησης βαρέων αντικειμένων τότε έχουμε 2,1. Κατά τη διάρκεια της άθλησης έχουμε 6,5 κ.ο.κ.

Όταν γίνεται υπολογισμός της ταχύτητας της αυξομείωσης του μεταβολικού ρυθμού του ανθρώπου, είναι απαραίτητο να γίνει χρήση μιας μέσης τιμής για τις ενέργειες του την περασμένη ώρα. Η αιτία είναι πως η χωρητικότητα της θερμότητας του κορμιού διακατέχει επιρροή στον ρυθμό της θερμότητας έχοντας ως αφετηρία το στρώμα ενεργειών της τελευταίας ώρας. Εν πάση περιπτώσει, οι ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν το τελευταίο τέταρτο της ώρας διακατέχουν βαρύτερο συντελεστή [30].

- Τοπικά άβολη θερμότητα: Είναι γεγονός πως η αίσθηση της θερμικής ουδετερότητας είναι εφικτό να αναιρεθεί με την έκθεση του κορμιού σε δεδομένα που διαμορφώνουν μία κατάσταση όπου γίνεται να υπάρξει μια άβολη κατάληξη. Είναι αναπόφευκτη με την αυξομείωση της χωρικής θερμοκρασίας. Πρέπει να επέλθει ανεύρεση των αιτιών της περαιτέρω θέρμανσης ή της περαιτέρω ψύξης. Μονάχα, όταν οι τοπικές και οι γενικευμένες συνθήκες της ευχέρειας της θερμικότητας έχουν εξεταστή πλήρως, είναι εφικτό να σχηματιστεί μια γνώμη, περί της ποιότητας του περιβάλλοντα θερμικού χώρου [30].

Κεφάλαιο 3. Αστικό μικροκλίμα και βελτίωση αυτού

Το υπόλοιπο του 3^{ου} κεφαλαίου οργανώνεται ως εξής.

Στην ενότητα 3.1, γίνεται αναφορά στον ρόλο της φυτοκάλυψης στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, ενώ ταυτοχρόνως η ενότητα αυτή χωρίζεται σε έξι (6) υποενότητες, τις 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5 και 3.1.6 αντίστοιχα.

Στην ενότητα 3.2, αναλύονται τα υλικά επίστρωσης των υπαίθριων χώρων.

Στην ενότητα 3.3, είναι η συμβολή των φυτοκαλυμμένων επιφανειών και υπάρχει η υποενότητα 3.3.1.

Στην ενότητα 3.4, υπάρχει μια εκτενής ανάλυση για τα περιβαλλοντικά οφέλη των πράσινων δωματών και των κάθετων φυτεύσεων.

Η χρήση των σωστών μέσων, ιδίως των κρύων καθώς επίσης και η χρησιμοποίηση του πρασίνου (παραδείγματος χάριν δένδρα) για την διάπλαση του χώρου των πόλεων στις επιφανειακές δομές στα κτίρια (λόγου χάριν σε δωμάτια στην ταράτσα) συντείνει στην προσπάθεια βελτίωσης ευχέρειας, των καταστάσεων που επικρατούν θερμικά και οπτικά, του περιβάλλοντα χώρου. Προσθέτως, υπάρχει συνεισφορά για την πλάση ενός αίσιου μικροκλίματος, έχοντας ως κατάληξη την περιορισμένη χρήση ενεργειακών πόρων για θέρμανση και ψύξη στα κτίρια τέλος για την καλύτερευση των δεδομένων διαβίωσης από τους κατοίκους. Η βοήθεια αυτή έχει εξειδίκευση στα επακόλουθα:

- Στην κτιριακή προάσπιση από τους κρύους ανέμους το καταχείμενο και αντίστοιχα, στην ελάττωση του να χαθεί η θερμότητα
- Στην ανεμπόδιση ηλίαση του χώρου της πόλεως και τον τσιμεντένιων μονάδων το καταχείμενο, προκειμένου να επέλθει σωστή χρήση των πόρων του ήλιου και της ακτινοβολίας αυτού για την θέρμανση
- Στην θερμοκρασιακή ελάττωση του χώρου της υπαίθρου κατά τη διάρκεια του θέρους, και πιο γενικευμένα στην ελάττωση της κατανάλωσης ενέργειας για να δροσιστούν οι τσιμεντένιες μονάδες
- Στην σκίαση των τσιμεντένιων μονάδων το θέρος [31].

3.1 Ρόλος της φυτοκάλυψης στην ποιότητα της ατμόσφαιρας

Ο άνεμος και η ακτινοβολία του ηλίου είναι οι δυο πιο σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι ανταπεξέρχονται με τους φυτικούς οργανισμούς, με το χτίσιμο και την διάπλαση του περιβάλλοντος. Γεωμετρικά, η ορθή κατανομή πρασίνου και των κτιρίων σε ορθάνοιχτους χώρους διαπλάθει καταστάσεις που επιφέρουν σκίαση το καλοκαίρι και ήλιο το καταχείμωνο, με ταυτόχρονη κατεύθυνση ή ποδηγέτηση του ανέμου. Πιο συγκεκριμένα, η σχεδίαση της εγκατάστασης πρασίνου εντός της πόλεως, διακατέχει ιδιαίτερο ρόλο εν συγκρίσει με τις τσιμεντένιες δομές, διότι λειτουργεί:

- Ως φράχτης του ανέμου, προασπίζοντας τις τσιμεντένιες μονάδες το καταχείμωνο
- Ως ιδιότητα για τον έλεγχο της ροής του ανέμου, με κατεύθυνση τον κρύο άνεμο το θέρος
- Ως ιδιότητα σκίασης των ορθάνοιχτων χώρων και των τσιμεντένιων μονάδων από την ακτινοβολία του ηλίου
- Ως όαση για τον δροσισμό με την παροχή δροσιάς δια μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής από τους φυτικούς οργανισμούς κατά το θέρος
- Ως τροποποιητής της ευχέρειας της θερμικότητας με την ιδιότητα της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ακτινοβολίας του ηλίου
- Ως ηθμός φωτός του ηλίου καθ' όλο το έτος
- Ως ηθμός της σκόνης και των μικροσωματιδίων

Επίσης:

- Προστατεύει τη αποσάθρωση
- Μειώνει την ένταση από το εξωτερικό περιβάλλον
- Βελτιστοποιεί στο έπακρο ποιοτικά τον αέρα και ελαττώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση
- Μειώνει την περιβαλλοντική επιβάρυνση στο μάτι και παράγεται το δικαίωμα της ιδιωτικότητας.

Ειδική επιλογή επιβάλλεται να διεξαχθεί για την βέλτιστη εγκατάσταση πρασίνου. Δηλονότι για την προάσπιση του χώρου της πόλης και των τσιμεντένιων μονάδων εντός

αυτής από τους ανέμους το καταχείμενο γίνεται επιλογή φυτικών οργανισμών που είναι δένδρα ή αείφυλλα φυτά. Απεναντίας, για την ευκολία της ηλίας της του χώρου της πόλεως κατά τη διάρκεια του καταχείμενου γίνεται επιλογή φυτικών οργανισμών που είναι δένδρα και φυτά με πολλά φύλλα. Το φυτικό είδος, το μήκος, το πλάτος και το ύψος αυτού και η γεωμετρική δομή του, η πλήρης ανάπτυξη, η αναλογία μεταξύ κορμού και κόμης, η πυκνότητα του φυλλώματος, η ταχύτητα της ανάπτυξης, η δυνατότητα διατήρησης ή όχι του φυλλώματος όλες τις εποχές (αειθαλή, φυλλοβόλα), ο χρόνος έναρξης ανάπτυξης του φυλλώματος, είναι μερικοί από τους λόγους όπου επιβάλλεται να είναι κατά νου η συσχέτιση με τον βασικό στόχο της επίτευξης της εγκατάστασης πρασίνου για την σοφή επιλογή των τωρινών ειδών των φυτών.

Επιπροσθέτως, επιβάλλεται να γίνει αξιολόγηση της εδαφικής ποιότητας και οι συγκεκριμένες ιδιάζουσες ανάγκες όσον αφορά την πρόοδο και την εξασφάλιση της άρτιας εγκατάστασης πρασίνου (υδατικές απαιτήσεις, άνεση διατήρησης κ.ο.κ.). Σε κάθε περίπτωση οι τοπικοί φυτικοί οργανισμοί όπου εφημερεύουν στην περιοχή επιβάλλεται να είναι η αφετηρία για όλες τις επιλογές [31].

3.1.1 Έλεγχος της ανεμορροής

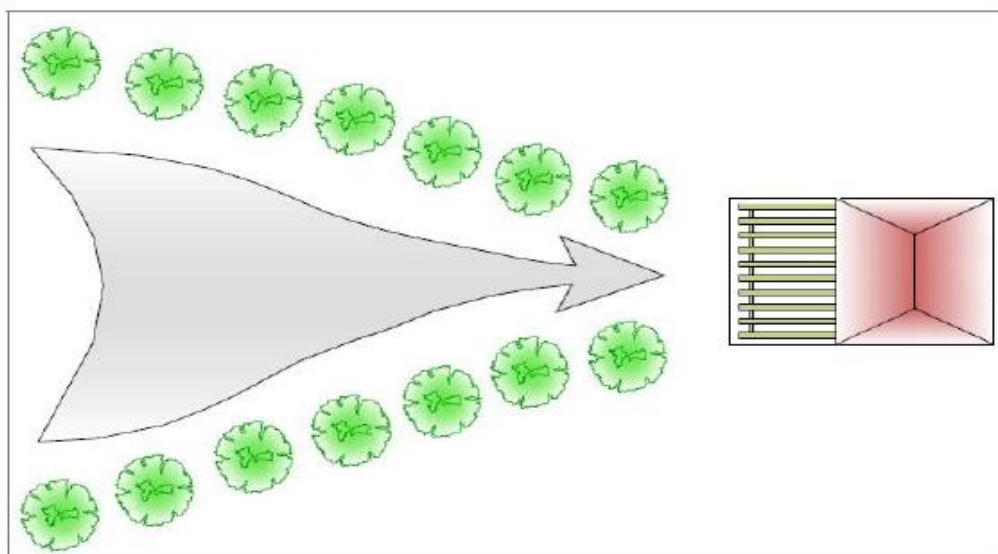
Ο σχεδιασμός για τον έλεγχο του ανέμου σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι πολύπλοκος, καθώς εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για τη χειραγώγηση των ψυχρών ανέμων ή για τη διευκόλυνση της θερινής αύρας. Η κατάλληλη διάταξη της βλάστησης:

- Τροποποιεί την πορεία του ανέμου.
- Αλλάζει τη ροή του ανέμου.
- Ρυθμίζει την ταχύτητα και την ένταση του ανέμου.

Οι φυτικοί οργανισμοί συμμετέχουν στην ελάττωση στο να χαθούν θερμικά ποσοστά από τις τσιμεντένιες μονάδες, διότι είναι εφικτό να συμβεί εκτροπή του κρύου ανέμου ή να ελαττωθεί η ταχύτητα αυτού. Τις περισσότερες φορές, η απώλεια της θερμότητας στον αερισμό προκαλείται δια μέσω της φυγάδευσης από το σημείο που εφάπτονται δυο ή περισσότερες επιφάνειες, που είναι αντίστοιχα υπαίτιες για το $\frac{1}{3}$ του συνόλου των απωλειών της θερμότητας στα κτίρια. Σε καιρό με πολύ μεγάλη ροή ανέμου και για τις τσιμεντένιες μονάδες που υπάρχουν στην πόλη, το χάσιμο του αριθμού είναι εφικτό να ακουμπήσει και το πενήντα τοις εκατό του συνόλου των χασίματος της θερμότητας [32]. Μια τοσοδούλικη

ελάττωση στην ταχύτητα του ανέμου τα οποία προσφέρει στις τσιμεντένιες μονάδες, συνδράμει σε μεγάλη ελάττωση της απώλειας της θερμότητας του αερισμού, διότι αυτές, είναι αντιστρόφως ανάλογες με τον πολλαπλασιασμό του ίδιου της ταχύτητας αυτού.

Ο χαρακτήρας των φυτικών οργανισμών στην ελάττωση της υπερβολικής θέρμανσης κατά τη διάρκεια του θέρους είναι αξιοσημείωτος. Συμβάλλει στην εναλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου και ορισμένες φορές στο να επαυξηθεί η ταχύτητα αυτού, συνδράμοντας έτσι στην παροχή φυσικού δροσισμού και αντίστοιχα στην ευχέρεια θερμικότητας του χώρου εντός αυτής. Τα συμπλέγματα δένδρων φτιάχνουν μία διώρυγα, έχουν τη δυνατότητα να διευθύνουν την κατεύθυνση του ανέμου στις τσιμεντένιες μονάδες καθώς με την κάθετη τοποθέτηση τους όψιμα συμβάλλουν στην μη διασπορά του αέρα, αλλά ένα τμήμα του να φτάσει ως το κτίριο (Εικόνα 5). Συνεπώς είναι απαραίτητη η γνώση της κατεύθυνσης και της έντασης των τοπικών ανέμων στη διάρκεια του έτους. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα. Δέντρα με υψηλό κορμό και κόμη που συνιστώνται για τη παροχή σκίασης της μεριάς του νότου, δε δυσκολεύουν αντιστοίχως τον εαρινό αερισμό.

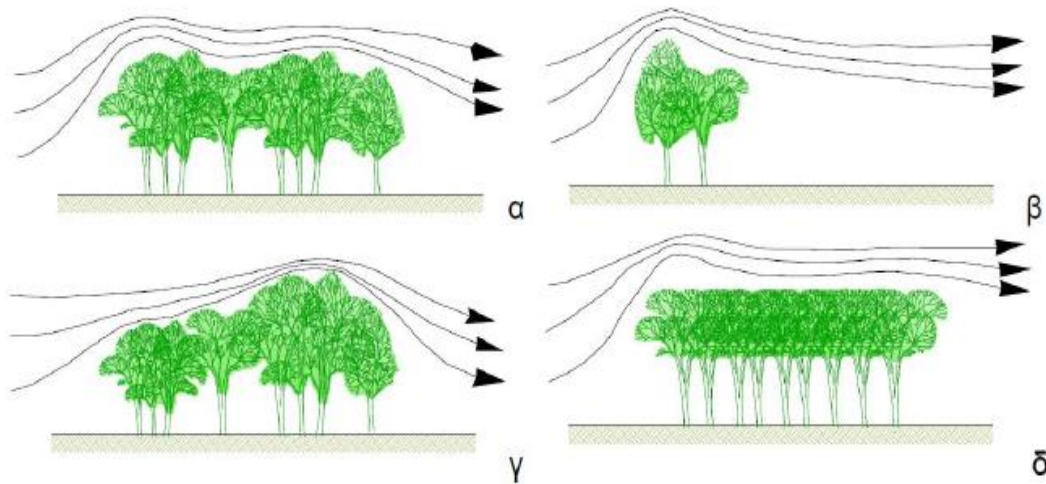


Εικόνα 5. Διοχέτευση θερινών ανέμων στο κτίριο, με τη βοήθεια σχηματισμού φυλλοβόλων δέντρων (Πηγή:

http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

Η καρποφορία που προκύπτει από την εγκατάσταση πρασίνου, έχει άμεση εξάρτηση από τη γεωμετρική μορφή, τη πυκνότητα, την δομικότητα, το ύψος, καθώς και έτερες ιδιότητες των φυτικών οργανισμών, ενώ, το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος της επίτευξης από την τσιμεντένια μονάδα ή από την πόλη που επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί (Εικόνα 6). Με τον ορισμό "καλύτερη πυκνότητα" σε ένα σύμπλεγμα φυτικών οργανισμών, παρατηρείται

η σχέση του λόγου των φύλλων, του χρώματος αυτού κ.ο.κ., όπου υπερβαίνει το πενήντα με εξήντα τοις εκατό στο σύνολο. Επιπλέον, το συνδυαστικό αποτέλεσμα φυτικών οργανισμών η φυτικών οργανισμών και στάσιμων ιδιοτήτων διάπλασης των πόλεων επιρροή στο σχήμα της ροής του ανέμου. Ένας κανονισμός προερχόμενος από την εμπειρία λέει πως "τα δένδρα επιβάλλεται να έχουν φύτευμα σε μήκος του ευθύγραμμου τμήματος από τις τσιμεντένιες μονάδες ισάξια με το ύψος αυτών" [33].



Εικόνα 6. Δημιουργία υπήνεμων περιοχών:

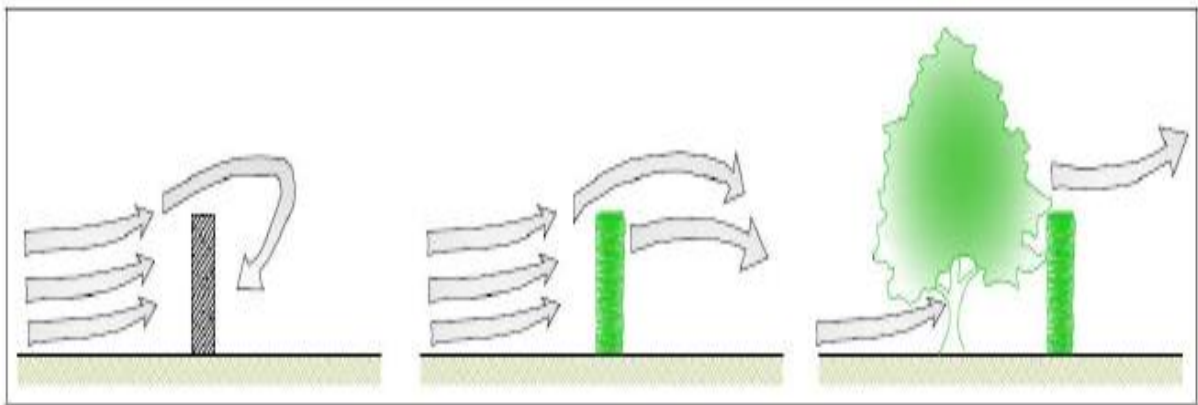
- (α) επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή
- (β) μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή
- (γ, δ) μια συστάδα με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δένδρων με επίπεδη κόμη (Πηγή:

http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

Έχει συμφωνηθεί από τα πορίσματα και τα ευρήματα διαφόρων μελετών [32], [33], [34]:

- Η αδρή βλάστηση, όταν υπάρχει πλησίον σε τσιμεντένιες μονάδες, καθίσταται καρποφόρα προκειμένου να επέλθει δημιουργία ανεμοφράκτη σε μικρά οικόπεδα, ενώ η ενδιάμεσης πυκνότητας φύτευση ενδείκνυται για μεγαλύτερες αποστάσεις από το κτίριο, τουλάχιστον τετραπλάσια του ύψους φύτευσης
- Τα θαμνοειδή φυτά δυσκολεύουν τον αέρα πλησίον του εδάφους, καθώς, μοναδικά δένδρα με υψηλή κόμη καλυτερεύουν την διέλευση του αέρα κάτωθεν του φυλλώματος
- Φράκτες από την πυκνότητα των δένδρων σταματούν τη διέλευση του ανέμου και ελαττώνουν αντίστοιχα την ταχύτητα αυτού

- Ένα μακρόστενο δασικό σύμπλεγμα από δένδρα πλάθει μια μικρή ζώνη προάσπισης, παρόλο που, ένα μικρό δασικό σύμπλεγμα από δένδρα προασπίζει μια ευρύτερη ζώνη (Εικόνα 6α) (Εικόνα 6β)
- Όσο πιο ψηλή είναι το δασικό σύμπλεγμα του συνόλου των φυτών σε ένα φυσικό τοπίο, τόσο πιο μεγάλη και απάνεμη είναι η ζώνη που διαπλάθεται. Επιπλέον, ένα δασικό σύμπλεγμα δένδρων με επικλινή κόμη είναι ελαττωμένη αποτελεσματική από μία με επίπεδη κόμη (Εικόνα 6γ) (Εικόνα 6δ)
- Για τη βέλτιστη δημιουργία υπήνεμης περιοχής θα πρέπει το μήκος του ανεμοφράκτη να είναι τουλάχιστον 10 φορές το ύψος του
- Η αδρότητα του συνόλου των φυτών σε ένα φυσικό τοπίο καθορίζει το πόσο ευμεγέθης είναι εφικτό να γίνει μια απάνεμη ζώνη και την ελάττωση της αερικής ταχύτητας
- Μία μη ομογενής πυκνή ομάδα δένδρων (που αποτελείται από ποίκιλα είδη) είναι αποτελεσματικότερη από μια μη ανομοιόμορφη ως προς την ελάττωση της αερικής ταχύτητας
- Οι ατόφιοι φράκτες επιφέρουν περιδίνηση, καθώς, οι τρυπητοί επαυξάνουν την περιοχή αρμονίας. Οι φράκτες γεμάτοι με πόρους (δένδρα) φτιάχνουν μία πιο ευρύ περιοχή αρμονίας και ελαττώνουν τις περιδινήσεις στο μίνιμουμ, διότι, αφήνουν να περάσει ένα μέρος του ανέμου (Εικόνα 7)
- Η φράκτες που έχουν θαμνοειδή φυτά που αποτελούνται από ξύλο δουλεύουν με διττή λειτουργία. Ο αέρας που διαπερνά το φύλλωμα πετυχαίνεται, καθώς, η αερική ποσότητα η οποία διαπερνάει το φύλλωμα, φιλτράρεται και μειώνεται η ταχύτητα της. Παρόμοια αντιμετώπιση έχουν και τα δένδρα με τη μοναδική διαφορά το ύψος αυτών, διαφέρει. Η φύτευση μικρού ύψους έχει ως αποτέλεσμα πιο μικρή αερική αντίσταση και βοηθά στον βέλτιστο αερισμό
- Οι πιο βέλτιστοι φράκτες ανέμου υπό της άποψης της ελάττωσης της ανεμικής ταχύτητας έχουν το τμήμα των πόρων να ταλαντεύεται μεταξύ του εικοσιπέντε με εξήντα τοις εκατό

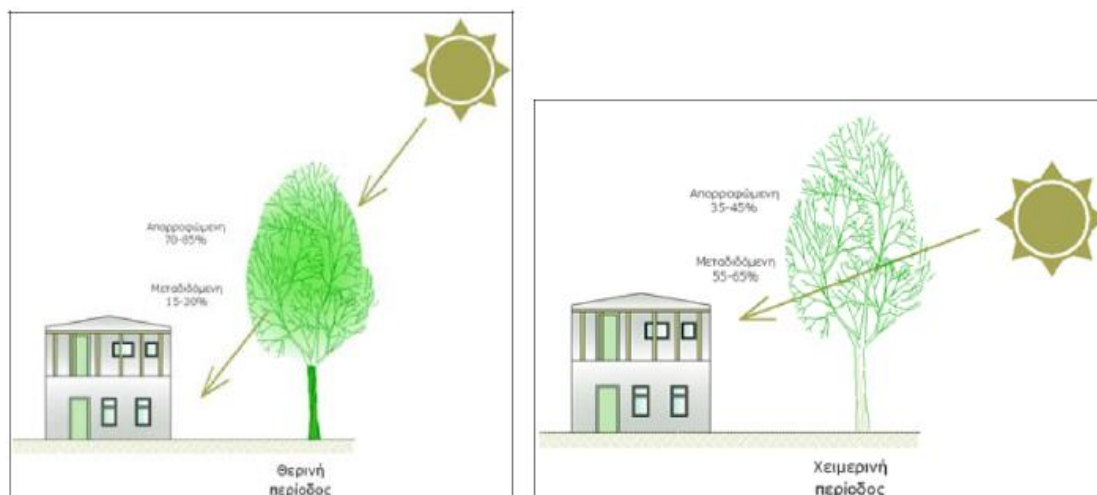


Εικόνα 7. Οι συμπαγείς φράκτες δημιουργούν στροβιλισμούς, ενώ οι συνδυασμοί δέντρων και θάμνων αυξάνουν την ηρεμία (Πηγή:

http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

3.1.2 Παροχή προστασίας από την ακτινοβολία του ήλιου

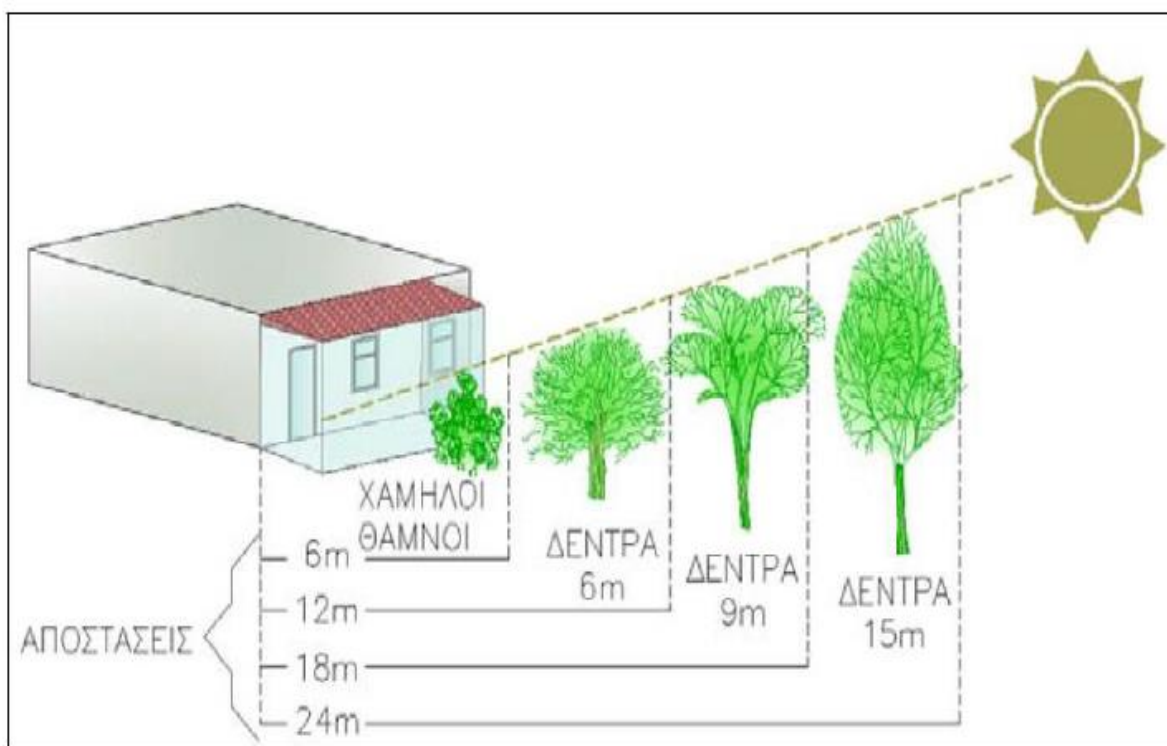
Η σκίαση της πόλης και των τιμεντένιων δομών με την εισαγωγή του πρασίνου είναι τελεσφόρα. Εάν και τα δένδρα με έλλειψη συνόλου φύλλων, παρεμποδίζουν κατά σαράντα με ογδόντα τοις εκατό στο να περάσει η ακτινοβολία του ηλίου, η ορθή διαλογή της μεθόδου φύτευσης, με πολύ ή λίγο πράσινο, ορίζεται από την μη ανεπιθύμητη προστασία από τον ήλιο των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων. Το είδος του φυτού, και ιδιαίτερα το σχήμα της κόμης (π.χ. στρογγυλό, πυραμιδοειδές κ.ο.κ.) ρυθμίζουν το ποσοστό του σκιασμού. Τα φυλλοβόλα φυτά είναι τα πλέον κατάλληλα για ηλίασμα το καταχείμωνο και παροχής σκίασης το θέρος. Λόγου χάριν, ένα ευρύ δένδρο με φύλλα το οποίο παρέχει σκίαση στον νότιο τοίχο το καλοκαίρι συμμετέχει στην παροχή δροσιάς της τιμεντένιας δομής το θέρος, δίχως να έχει επιρροή σε σημαντικό βαθμό στην ηλίαση αυτού το καταχείμωνο (Εικόνα 8). Επιπροσθέτως, τα δένδρα με ύψος υψηλή κόμη πυκνότητας, τα οποία έχουν φυτευτεί δίπλα από τη μεριά του νότου προασπίζουν τις κτιριακές μονάδες από τον ήλιο το καλοκαίρι, καθώς δεν παρεμποδίζουν τον χαμηλό ήλιο το καταχείμωνο. Παράλληλα δεν παρεμποδίζεται ο εαρινός αερισμός. Έστω πως τα δένδρα δεν είναι ψηλά είναι απαραίτητο να έχουν φύλλα.



Εικόνα 8. Σκίαση νότιας όψης κτιρίου από φυλλοβόλο δέντρο τη θερινή περίοδο, χωρίς να παρεμποδίζεται σημαντικά ο ηλιασμός του τη χειμερινή περίοδο (Πηγή:

http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

Στην ανατολική και δυτική όψη προτείνονται φυλλοβόλα ή αειθαλή δέντρα μικρού ύψους και μικρής πυκνότητας, φυτεμένα κοντά στο κτίριο. Φιλτράρουν τον ήλιο το χειμώνα και συγχρόνως προσφέρουν ολοκληρωμένη ηλιοπροστασία το καλοκαίρι. Επίσης η απόσταση της δενδροφύτευσης από τις κτιριακές μονάδες είναι υψίστης σπουδαιότητας (Εικόνα 9). Όσον αφορά την καλύτερη τοποθέτηση του πρασινού επιβάλλεται να διεξαχθεί μια έρευνα για τις παραμέτρους για τον ηλιασμό και για τον σκιασμό. Η σκίαση των πυκνών κομματιών της εξωτερικής επιφάνειας των τσιμεντένιων δομών γίνεται εφαρμόζοντας δώματα φύτευσης και χρησιμοποιώντας φυτά αναρριχώμενα ή με τοίχους υδροπονίας. Επίσης, οτιδήποτε εξέχει προς τα έξω και είναι παράλληλο προς τον ορίζοντα για τον σκιασμό του ανοίγματος νότια αυτού, είναι εφικτό να καλυφθεί με φυτικούς οργανισμούς με την αποτροπή της αποθήκευσης της θερμότητας στα υλικά τα οποία δόμησαν αυτή την προεξοχή.



Εικόνα 9. Προτεινόμενα ύψη φύτευσης, αναλόγως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό (Πηγή:

http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

3.1.3 Εξατμισοδιαπνοή

Η σχετική υγρασία του αέρα κάτω από το φύλλωμα των δέντρων ή σε επαφή με αυτό αυξάνεται λόγω της εξατμισοδιαπνοής, ενώ συγχρόνως μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα. Σε ζεστά και ξηρά κλίματα η αύξηση της υγρασίας βελτιώνει περαιτέρω την αίσθηση της θερμικής άνεσης το καλοκαίρι. Γενικά τα φυτά με το παχύ φύλλωμα απορροφούν μεγάλες ποσότητες θερμότητας και ο αέρας γίνεται πιο δροσερός. Παράλληλα η επικάλυψη με φυτά, αντί της επίστρωσης με σκληρά υλικά, μειώνει σημαντικά την άμεση απορροή των όμβριων, με αποτέλεσμα τη βελτίωση του μικροκλίματος λόγω βραδείας εξάτμισης του νερού και συγχρόνως συνεισφέρει στον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και στην αποφόρτιση του δικτύου των όμβριων. Ενδείκνυται η επιλογή τοπικών φυτών, προσαρμοσμένων στο μικροκλίμα της περιοχής, για αποφυγή της χρήσης αλόγιστων ποσοτήτων νερού για άρδευση.

3.1.4 Οπτική άνεση

Δευτερογενής ρόλος της φύτευσης, αλλά εξίσου σημαντικός, είναι η συμβολή της στον έλεγχο της αντανάκλασης της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο έδαφος καθώς και σε κατακόρυφες επιφάνειες. Η ηλιακή ακτινοβολία διαχέεται και μειώνεται σε ένταση, ενώ η θάμβωση από την οπτική επαφή με τον έντονα φωτεινό ουράνιο θόλο ελαττώνεται με τη χρήση δέντρων. Ο έλεγχος της φωτεινής ακτινοβολίας από τα φυτά που βρίσκονται κοντά στα κτίρια ή τον περιβάλλοντα χώρο επιτρέπει στο μελετητή να αυξήσει το μέγεθος των ανοιγμάτων των κτιρίων, χωρίς να προκαλούνται προβλήματα στην οπτική άνεση.

3.1.5 Ηχοπροστασία

Η ικανότητα των φυτών να ρυθμίζουν τον ήχο (με απορρόφηση, ανάκλαση και διάχυση) καθορίζεται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του ήχου, όπως επίσης κι από τη θέση, το ύψος, το πλάτος και την πυκνότητα των φυτών. Η βλάστηση αποκόπτει ευκολότερα ήχους υψηλής συχνότητας. Φυτικές μάζες με ποικιλία φυτικών ειδών είναι αποτελεσματικότερες ως στοιχεία ηχοπροστασίας, λόγω της διαφορετικής ικανότητας των διαφόρων ειδών στη μείωση χαμηλών, μέσων και υψηλών συχνοτήτων. Γενικά ενδείκνυνται δέντρα που το φύλλωμά τους αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό. Οι φράκτες πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 7 μέτρα και αρκετό ύψος ώστε να περιορίζεται η διάδοση του ήχου πάνω από τις κορυφές τους. Πολλές φορές φυτικοί φράκτες, οι οποίοι δεν επιτρέπουν οπτική επαφή με την πηγή του θορύβου, ελαττώνουν ψυχολογικά τις επιπτώσεις του θορύβου, παρόλο που δε μειώνουν ουσιαστικά την ένταση του ήχου. Εκτός από τα δέντρα και τους θάμνους, η παρουσία χλοοτάπητα μειώνει επίσης το θόρυβο, σε σύγκριση με τις επιστρωμένες με σκληρά οικοδομικά υλικά επιφάνειες.

3.1.6 Ποιότητα περιβάλλοντος

Σημαντική είναι η συμβολή των φυτών στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και την υδατική οικονομία. Η βλάστηση καθαρίζει τον αέρα:

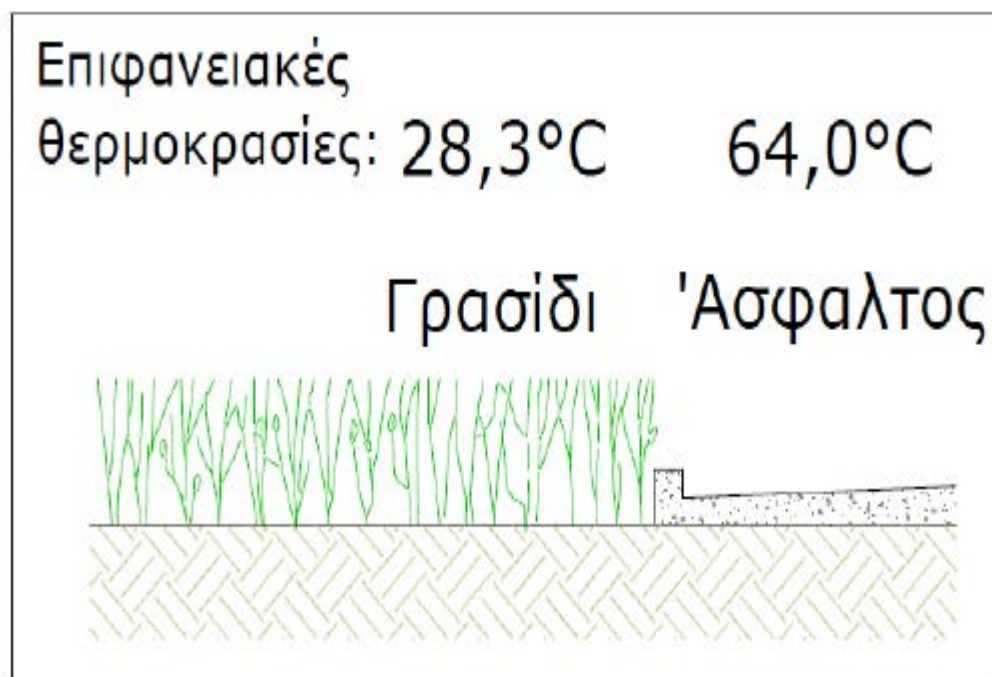
- a) Με μηχανικό τρόπο: συγκράτηση σκόνης από το φύλλωμα δέντρων/ θάμνων ή/ και από τη χλόη, έως 85% για φυτά με πλήρες φύλλωμα.
- b) Με βακτηριοκτόνα δράση: επιτυγχάνεται με την έκλυση βακτηριοκτόνων ουσιών από ορισμένα είδη φυτών (κυρίως κωνοφόρων).

- c) Με χημικό τρόπο: συνδέεται ιδιαίτερα με τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών. Υπολογίζεται ότι ένα δώμα 200 m² περίπου, φυτεμένο με γρασίδι, μπορεί να καλύψει τις ετήσιες ανάγκες οξυγόνου για 100 περίπου ανθρώπους.

Επίσης, οι φυτεμένες επιφάνειες συμβάλλουν στη συγκράτηση, εξυγίανση και πρόληψη της διάβρωσης των εδαφών, καθώς και στη ρύθμιση της ροής των όμβριων, με αποτέλεσμα μια σειρά πλεονεκτημάτων, όπως τη συγκέντρωση και χρήση των όμβριων, τη μείωση διοχέτευσης νερού στα δίκτυα αποχέτευσης έως και 50% και την αποφυγή πλημμυρών.

3.2 Υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων

Το είδος των υλικών επίστρωσης των επιφανειών του υπαίθριου χώρου επηρεάζει καθοριστικά τόσο το θερμικό όσο και το οπτικό περιβάλλον. Υλικά με ανοιχτά χρώματα ή/και ανακλαστικές επιφάνειες αποτρέπουν την υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο, αλλά παράλληλα μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση και ανάκλαση της θερμότητας προς τους χρήστες του χώρου και τις επιφάνειες των γύρω κτιρίων. Αντιθέτως, υλικά με σκουρόχρωμες επιφάνειες υπερθερμαίνονται, όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επικάλυψη των επιφανειών του υπαίθριου χώρου με βλάστηση παρεμποδίζει τις ανακλάσεις, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής του φυλλώματος. Έρευνες σχετικά με την αναπτυσσόμενη επιφανειακή θερμοκρασία υπαίθριων χώρων σε αστικές περιοχές στην Αθήνα τη θερινή περίοδο, αναφέρουν διαφορά στην επιφανειακή θερμοκρασία ως εξής: μεταξύ επικαλύψεων με γρασίδι και άσφαλτο έως και 35.7 °C, ενώ μεταξύ επικαλύψεων με γρασίδι και πλάκες πεζοδρομίου έως και 27.6°C [35] (Εικόνα 10). Οπότεν επιφανειακά υπήρχε κάλυψη πρασίνου, που ήταν σε σημαντικό μέγεθος, αντιστοίχως, παρατηρούνταν διαφοροποιήσεις στην αερική θερμοκρασία, έως και οκτώ βαθμών Κελσίου, ανάμεσα σε φυτεμένες περιοχές και περιοχές με συμπαγή δομικά υλικά [34]. Επιφάνειες νερού, όπως λεπτά στρώματα τρεχούμενου νερού, καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια, συνεισφέρουν επίσης στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και κατά συνέπεια στο δροσισμό του χώρου.



Εικόνα 10. Μετρήσεις επιφανειακών θερμοκρασιών σε φυτεμένη επιφάνεια με γρασίδι και σε άσφαλτο κατά τη διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι, στο κέντρο της Αθήνας (Πηγή: http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf).

Ο επακόλουθος πίναξ καταγράφει την αντανakλαστικότητα και την εκπομπή των συνηθέστερων υλικών οικοδόμησης που χρησιμοποιούνται ως επιπρόσθετη στρώση στον χώρο των πόλεων. Ακόμη έναντι της επίστρωσης με αδιάσπαση επιφανειακότητα, προτιμώνται πλακίδια τα οποία δεν εμποδίζουν την είσοδο του ύδατος και την πρόοδο της βλαστικής ικανότητας στο δημιουργούμενο κενό να γίνεται χρήση υδατοπερατών στρώσεων αδρανών υλικών. Ετούτα τα στοιχεία έχουν αίσια αποτελέσματα και από μεριάς θερμικότητας και από μεριάς καλυτέρευσης του υδροφόρου ορίζοντα.

Πίνακας 1. Ιδιότητες υλικών που χρησιμοποιούνται σε δαπεδοστρώσεις. Οι τιμές με (*) προέρχονται από επιτόπιες μετρήσεις σε υπαίθριους χώρους στη Θεσσαλονίκη. (Πηγή: Χατζηδημητρίου et al. 2008. Επίδραση των υλικών επίστρωσης των αστικών υπαίθριων χώρων στη διαμόρφωση του μικροκλίματος).

Υλικό δαπέδου	Ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία	Συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης (Infra-Red) ακτινοβολίας
Άσφαλτος	0,05-0,26 (*)	0,95
Σχιστόπλακες	0,08-0,10	0,90

Κυβόλιθοι γρανίτη γκρι	0,27 (*)	
Μάρμαρο λευκό	0,53 (*)	
Πλάκες τσιμέντου γκρι	0,34 (*)	
Γαρμπιλομωσαϊκό γκρι	0,38 (*)	
Γαρμπιλομωσαϊκό (βοτσαλωτό)-με τεχνολογία ψυχρών υλικών	0,87-0,90	0,82-0,84
Προϊόντα τσιμέντου (κυβόλιθοι)-με τεχνολογία ψυχρών υλικών	0,10-0,35	0,90
Προϊόντα ξύλο- σανίδες	0,30-0,40	0,95
Κεραμικά πλακίδια, κόκκινα	0,21 (*)	
Γρασίδι και βλάστηση	0,15-0,30	0,67-0,69
Χώμα-άμμος (στεγνό)	0,25-0,30	0,90
Νερό	0,10-0,47	0,96

Με την χρησιμοποίηση μη αραιού χωμάτων τόσο στη φυσική τους κατάσταση αλλά όσο και με σταθεροποιητές μη ενεργών (προτιμάται η φυσική προέλευση) η κεραμικών πατωμάτων πέραν από ενισχυμένη αντανακλαστικότητα εν συγκρίσει με καλύψεις της ασφάλτου, διακατέχουν και επαυξημένη δυνατότητα διαπέρασης του ύδατος, με την ελάττωση της θερμοκρασίας του αστού, κατά την οποία γίνεται εφαρμογή (λόγου χάριν δρόμοι πεζών και ποδηλάτων). Στους μονόπατους, συνίσταται ή τοποθέτηση διάτρητων υλικών (λόγου χάριν κυβόλιθοι). Έτσι, είναι εφικτό να αναπτυχθεί τοπική χαμηλή χλωρίδα, στο χώμα ανάμεσα στις οπές καθώς και η απορρόφηση του ύδατος.

Η χρήση ψυχρών υλικών στον περιβάλλοντα χώρο και στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων είναι επίσης πολύ σημαντική για τη μείωση των αυξημένων θερμοκρασιών που έχουν παρατηρηθεί στον περιβάλλοντα χώρο που έχει δομηθεί. Με την ονομασία "κρύα στοιχεία"

εννοούμε το σύνολο των μέσων τα οποία δεν αφομοιώνουν μεγάλα ποσοστά της ακτινοβολίας του ηλίου, καθώς και δεν διατηρούν στο σώμα τους μεγάλα ποσοστά θερμότητας. Έγκειται λοιπόν για ένα σύνολο μέσων με μεγάλο αριθμό μετάδοσης ακτινοβολία υπερύθρων (εκπομπή με γοργό ρυθμό τα ποσοστά της θερμότητας τα οποία έχουν απορροφηθεί), δίχως να υπάρξει χαρακτηρισμός από σχετικά μεγάλη αντανakλαστικότητα, τουτέστιν αποφεύγεται η πρόκληση έντονων προβλημάτων θαμπώματος. Εν αναλογία με το μέρος τοποθέτησης του κρύου στοιχείου, καθιερωθεί νομικά όρια για την αντανakλαστικότητα και τον συντελεστή μετάδοσης του. Συμφώνως με τις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, προτείνεται η αντανakλαστικότητα για το συνταίριασμα σε λείους δρόμους να ανέρχεται το λιγότερο σε 0,6 για τα χρωματιστά υλικά της επιφάνειας να ανέρχεται το λιγότερο σε 0,75 για το άσπρο χρώμα [36]. Η εφαρμογή των κρύων ιδιοτήτων συμβαίνει στην επιφανειακότητα των τσιμεντένιων δομών (καλύψεις) και σε έτερες επιφανειακές περιβαλλοντικές δομές (δρόμοι πεζών κ.ο.κ.).

Εφαρμόζοντας τα γίνεται εξασφάλιση χαμηλών θερμοκρασιών στην επιφάνεια στον χώρο που δομείται, εν συγκρίσει με τα έτερα επιστρώμενα υλικά, διότι διατηρούνται μικροποσά θερμότητας. Η θερμοκρασίες της επιφάνειας των κρύων ιδιοτήτων ως επί το πλείστον, δεν υπερβαίνουν τους πενήντα βαθμούς Κελσίου, εντούτοις, για συνηθισμένα υλικά δομής η θερμοκρασίες της επιφάνειας κατά το καλοκαίρι είναι εφικτό σε συγκεκριμένες περιστάσεις (π.χ επίστρωση δρόμων με πίσσα που έχει μαύρο χρώμα) να προσεγγίσει και τους ενενήντα βαθμούς Κελσίου. Ένας προβληματισμός που αντιμετωπίζεται από τις κρύες ιδιότητες της επιφάνειας είναι το ότι με τον καιρό επέρχεται ελάττωση της αντανakλαστικότητας αυτών (αυξημένη ηλικία δομής κ.ο.κ.). Αναλόγως με τη φύση του υλικού, την χρησιμοποίησή και τη συντήρησή του, η μείωση αυτή ενδέχεται να κυμαίνεται από 0% έως 30% (0-30%). Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής ψυχρών υλικών τόσο σε κατακόρυφες όσο και σε οριζόντιες επιφάνειες πρέπει να δίνεται προσοχή στην οπτική και θερμική όχληση που μπορεί να προκαλέσουν στα γύρω κτίρια και τον περιβάλλοντα χώρο τους. Συνδυασμός ψυχρών υλικών με κατάλληλους όγκους φύτευσης για σκίαση και εξατμισοδιαπνοή λειτουργούν πολύ θετικά στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος τη θερινή περίοδο.

3.3 Συμβολή των φυτοκαλυμμένων επιφανειών

- 1) Ακάλυπτοι χώροι: Οι εσωτερικοί ακάλυπτοι χώροι στα ήδη δομημένα οικοδομικά τετράγωνα των πόλεων, αποτελούν μία από τις δυνητικές

περιπτώσεις ανάπλασης, μιας και οι χώροι αυτοί παραμένουν ελεύθεροι αλλά απολύτως υποβαθμισμένοι. Τα τυπολογικά τους χαρακτηριστικά, σχεδόν στο σύνολο των ελληνικών πόλεων, με τις πολυκατοικίες περιμετρικά του οικοδομικού τετραγώνου και τον ακάλυπτο χώρο, παραμελημένο και συχνά βρώμικο στο εσωτερικό του, παρουσιάζουν ομοιότητες λόγω του συστήματος δόμησης του αστικού χώρου και της ισχύουσας πολεοδομικής νομοθεσίας [37]. Οι ακάλυπτοι χώροι μπορούν να ενοποιηθούν, να τεθούν σε χρήση όλων των ενοίκων του οικοδομικού τετραγώνου και να διαμορφωθούν κατάλληλα, χωρίς να θίγονται τα δικαιώματα κυριότητας. Κάτι τέτοιο θα απελευθερώσει τον χώρο περιμετρικά του οικοδομικού τετραγώνου, που σήμερα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη στάθμευση οχημάτων. Θα δώσει έτσι τη δυνατότητα διαπλάτυνσης των πεζοδρομίων και φύτευσης επί αυτών. Η αξιοποίηση των ακάλυπτων χώρων, είναι μια παρέμβαση που θα βελτιώσει το μικροκλίμα, ειδικά στο κέντρο μιας πόλης. Εκτός από την αναβάθμιση του χώρου του ακάλυπτου, επιτυγχάνεται μείωση των αέριων ρύπων, κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα. Ο ρόλος του ακάλυπτου χώρου ανεξάρτητα από το μέγεθος του και την κλίμακα των κτιρίων γύρω του, συνιστάται στην ικανότητα ελέγχου του ηλιασμού, σκιασμού, στη διευκόλυνση της κίνησης των αέριων μαζών στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου και στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος με την κατάλληλη χρήση υλικών, φυτεύσεων και υγρών στοιχείων, το οποίο διακρίνεται για την ποιότητα του μικροκλίματος που προσφέρει [38]. Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί στην κατάλληλη επιλογή υλικών, φυτεύσεων και στοιχείων σκιασμού στους ακάλυπτους χώρους, τα οποία δρουν καταλυτικά στην τροποποίηση του μικροκλίματος, που αφορά τόσο τους ίδιους όσο και τους χώρους κατοικίας που αναπτύσσονται γύρω από αυτούς. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση σκληρών υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και να προβλέπεται η εγκατάσταση φύτευσης σε κατάλληλα σημεία. Επιπλέον, η αξιοποίηση των ακάλυπτων χώρων μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας όσον αφορά το δροσισμό, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες.

- 2) Φυτεμένο δωμάτιο σε ταράτσα: Είναι το επιφανειακό τεμάχιο της οροφής κτιρίων, που καλύπτεται με φυτά σύμφωνα τις οδηγίες που δίνονται από κανονισμούς ή/και την εκάστοτε εθνική νομοθεσία και αποτελείται από την κατάλληλη υποδομή (αντιριζική μεμβράνη, αποστραγγιστικό σύστημα,

φίλτρα, υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών), φυτά και σύστημα άρδευσης. Τα φυτεμένα δώματα αναφέρονται και ως πράσινες στέγες, οροφόκηποι, ταρατσόκηποι και «green roofs» [39].

Διακρίνονται τρεις τύποι πράσινων δωματίων ανάλογα με την χρήση, τη βλάστηση, το πάχος υποστρώματος ανάπτυξης φυτών, τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατασκευή του και τη μέθοδο κατασκευής του [39].

- **Εκτατικός τύπος:** Ο εκτατικός τύπος οργανώνεται σε πολυεπίπεδη στρωμάτωση με ανάλαφρο στρώμα κάτω από την επιφάνεια που αναπτύσσονται φυτά με ύψος δέκα έως δεκαπέντε εκατοστά, το οποίο μαζί με το υλικό του φυτού, αναδημιουργεί ένα σταθερό οικοσύστημα, για τη διατήρηση του συγκεκριμένου χρειάζεται λίγη θαλπωρή. Το σύνολο ανέρχεται από 70-140 kgf/m² κεκορεσμένο και το σύστημα ριζών των φυτικών οργανισμών είναι στην επιφάνεια. Το βάρος που έχει περιοριστεί από την κατασκευή, δίνει την δυνατότητα της εγκατάστασης αυτής περίπου σε όλες τις οροφές με κλίση έως 45°. Στις κλίσεις που υπερβαίνουν τις 20° επιβάλλεται η επιπρόσθετη χρησιμοποίηση κελίων ή μέρη του συνόλου τα οποία συγκρατούνε το υπόστρωμα. Κατά τρόπο ιδανικό για τη προκείμενη περίπτωση είναι οι φυτικοί οργανισμοί με χαμηλή βλάστηση, για παράδειγμα οι χλοοτάπητες. Αυτός ο τύπος είναι ο καταλληλότερος περί της βιοκλιματικής εφαρμογής σε υπάρχουσες τσιμεντένιες δομές. Προκειμένου να επιτευχθούνε τα βέλτιστα αποτελέσματα σε επίπεδο ενεργειακής συμπεριφοράς επιβάλλεται η κάλυψη με φυτά των επιφανειών στις στέγες να ανέρχεται σε ποσοστό 95.00%.
- **Μέσης έντασης τύπος:** Απαρτίζεται από ένα σύστημα υποδομής και ένα ελαφρό στρώμα κάτω από την επιφάνεια για την ανάπτυξη φυτικών οργανισμών με ύψος δέκα έως είκοσι πέντε εκατοστά, με κεκορεσμένο φορτίο 120-250 kgf/m². Είναι ο τύπος που βρίσκεται στη μέση, ανάμεσα στον εντατικό και στον εκτατικό, όπου, γίνεται εφαρμογή αυτού, σε κεκλιμένες ή πολυεπίπεδες στέγες και επιβάλλεται η διατήρηση (ύδρευση κλπ.). Η πολλαπλότητα των ειδών που γίνεται χρήση αυτών, συμπεριλαμβάνει χλοοτάπητες και τα παρεμφερή.
- **Τύπος που γίνεται με ένταση:** Προτείνεται στο φτιάξιμο ενός κήπου, με σύστημα που υπάρχει υποδομή και στρώμα κάτω από την επιφάνεια

για την ανάπτυξη, καθώς και ύψος δεκαπέντε έως εκατό πενήντα εκατοστά και φορτίο κορεσμού μίνιμουμ 250 kg/m^2 . Η πράσινη στέγη-φυτεμένο δώμα εντατικού τύπου, απαιτεί τακτική συντήρηση (άρδευση, λίπανση, κλπ.) και περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, μικρών δένδρων και θάμνων. Ο εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να υποστηρίξει κατασκευές όπως μονοπάτια, στοιχεία νερού, συστήματα σκίασης κοκ. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση εντατικού τύπου σε υφιστάμενα κτίρια είναι η εκπόνηση στατικής μελέτης.



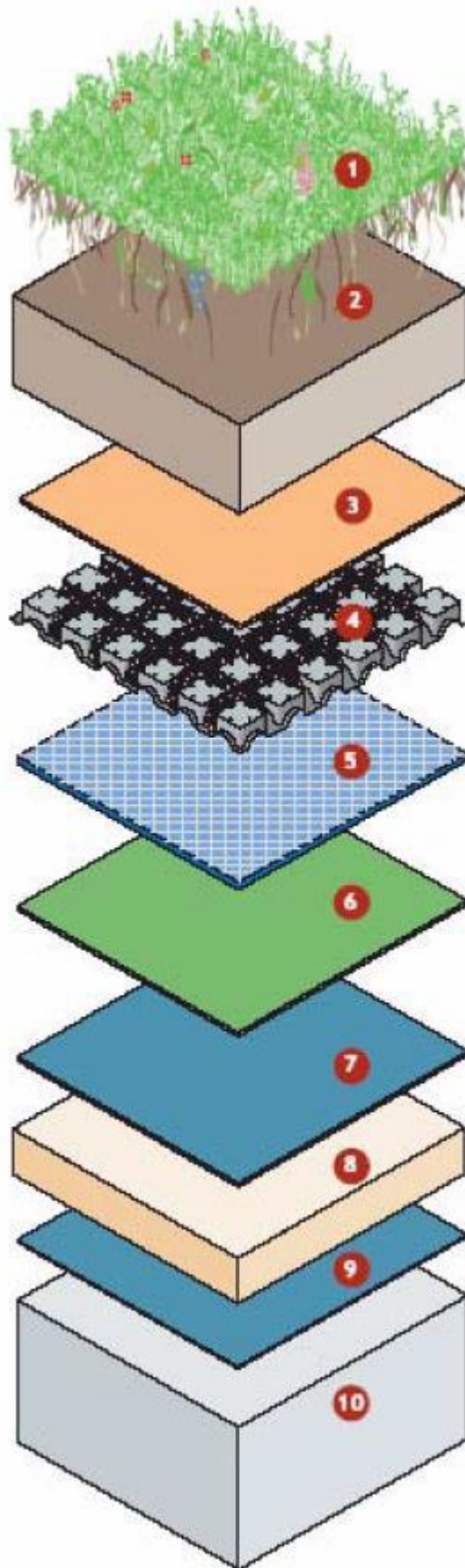
Εικόνα 11. Εκτατικού τύπου φυτεμένο δώμα (αριστερά).

Ημιεντατικού τύπου φυτεμένο δώμα (κέντρο).

Εντατικού τύπου φυτεμένο δώμα στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών (δεξιά).

(Πηγή: Περγιαλιώτη, Ν. 2010. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Helichrysum Italicum* και *Helichrysum Orientale* σε συνθήκες φυτοδώματος).

- 3) Δημιουργία φυτεμένης ταράτσας: Η δημιουργία μιας τέτοιας φυτεμένης ταράτσας, συνίσταται στην κατασκευή των επιπέδων που προστατεύουν το δώμα του κτιρίου, των επιπέδων εγκατάστασης του φυτικού υλικού και των κατάλληλων συστημάτων συντήρησης και προστασίας του [40]. Τα επίπεδα κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος φαίνονται στην Εικόνα 12.



Εικόνα 12. Επίπεδα φυτεμένου δώματος

1. Φυτικό υλικό
2. Υπόστρωμα ανάπτυξης
3. Επίπεδο διαχωριστικού φίλτρου
4. Επίπεδο συγκράτησης ύδατος και αποστράγγισης
5. Επίπεδο συγκράτησης ύδατος
6. Επίπεδο προστασίας από διείσδυση ριζών
7. Στεγανωτικό επίπεδο
8. Θερμομονωτικό επίπεδο
9. Φράγμα υδρατμών
10. Δώμα κτιρίου με διαχωριστική στρώση

(Πηγή: Περγιαλιώτη, Ν. 2010. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Helichrysum Italicum* και *Helichrysum Orientale* σε συνθήκες φυτοδώματος).

- 4) Στρώση διαχωρισμού: Η επιφάνεια αυτή εμποδίζει τη μεταφορά από τις συνέπειες που έχουν οι συστολές, οι διαστολές και η τραχύτητα της επιφάνειας του κτιρίου στις υπερκείμενες στρώσεις επικάλυψης του δώματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως διάτρητες ασφαλικές μεμβράνες οπλισμένες με υαλοϋφασμα ή συνθετικές μεμβράνες.
- 5) Εμπόδιο υδατικών ατμών: Μπαίνει επάνω από κάποια στρώση διαχωρισμού και αποσκοπεί στην παρεμπόδιση της συμπύκνωσης των υδρατμών που συμβαίνει στο εσωτερικό της οροφής και στην παρεμπόδιση διέλευσης υδρατμών στο θερμομονωτικό επίπεδο που βρίσκεται υπερκείμενα αυτού. Τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αυτής της στρώσης είναι τα ασφαλικά φύλλα, τα φύλλα πολυαιθυλενίου και το συνθετικό καουτσούκ.
- 6) Επίπεδο θερμικής μόνωσης: Υπάρχει ως μη γραμμικό μέσον του φράγματος υδρατμών και αποτελείται από αφρώδη υλικά με τη μορφή πλάκας, όπως είναι η αφρώδης και η εξηλασμένη πολυστερίνη, ο αφρός πολυουρεθάνης, ο εμποτισμένος φελλός και το αφρώδες γυαλί. Η τοποθέτηση πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που να μη δημιουργούνται μεταξύ των πλακών διάκενα, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη θερμομόνωση.
- 7) Στεγανωτικό επίπεδο: Η στεγανωτική στρώση δημιουργείται για την προστασία των υλικών επικάλυψης του δώματος από το νερό της βροχής και

της άρδευσης. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι είτε ασφαλτικά, όπως τα ασφαλτικά φύλλα και οι πολυμερισμένες ασφαλτικές μεμβράνες, είτε συνθετικά θερμοπλαστικά, όπως η άσφαλτος με πολυμερισμένο αιθυλένιο, το βινύλιο με πολυαιθυλένιο και άλλα.

- 8) Επίπεδο προάσπισης μέσω της διεισδύσεως του ριζικού συστήματος: Προκειμένου να επέλθει προάσπιση των υποκείμενων δομικών στοιχείων από την επιθετική συμπεριφορά των ριζών των φυτών είναι απαραίτητη η στεγάνωση του δώματος με αντιριζικές μεμβράνες. Η ικανότητα των ριζών ορισμένων φυτών να εκκρίνουν τοξικές ουσίες έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση οποιασδήποτε επιφάνειας. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται και παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στη διεισδυτική ικανότητα των ριζών είναι τα φύλλα ασφαλτικής πίσσας εμποτισμένα με τοξικές για τις ρίζες ουσίες.
- 9) Επίπεδο περιορισμού νερού και προάσπισης απομόνωσης: Εδώ, ετούτη η επίστρωση διακατέχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό και θρεπτικά συστατικά και να τα αποδίδει στα φυτά ετεροχρονισμένα καθώς, επίσης, προσφέρει προστασία στα υποκείμενα κατασκευαστικά στοιχεία από μηχανικές φθορές. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι συνθετικά υλικά με πολυεστερικές ίνες ή υψηλής πυκνότητας φύλλα πολυαιθυλενίου.
- 10) Επίπεδο περιορισμού νερού και στράγγισης: Εδώ, επιβάλλεται να συνυπάρχει κοκκώδη σύσταση, ώστε να εξασφαλίζεται εύκολη απορροή υδάτων, υψηλή διαβρεκτική ικανότητα και ικανότητα κατακράτησης νερού και απόδοσής του στο περιβάλλον. Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποστράγγιση είναι τα προκατασκευασμένα φύλλα αποστράγγισης από πολυαιθυλένιο, που περιέχουν ένα συνθετικό ύφασμα για αποτροπή της διόδου εδαφικών τεμαχίων.
- 11) Επίπεδο φιλτραρίσματος διαχωρισμού: Δια μέσου αυτού του επιπέδου, αποτρέπεται τη διέλευση υλικών προς το αποστραγγιστικό επίπεδο και τελικά προς τις υδρορροές απορροής των όμβριων υδάτων. Μπορεί να κατασκευαστεί από άμμο ή από διάφορες μεμβράνες, όπως υαλοϋφασμα ή γεωύφασμα.
- 12) Στρώμα κάτω από την επιφάνεια αναπτύξεως: Το στρώμα κάτω από την επιφάνεια που υπάρχει ανάπτυξη, είναι το βαρύτερο υλικό κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος. Η επιλογή του εξαρτάται, ως ένα βαθμό, από την επιλογή του φυτικού υλικού. Ο ρόλος του υποστρώματος στην ανάπτυξη και διατήρηση των φυτών είναι σημαντικός, γιατί αποτελεί την πηγή τροφοδοσίας

των φυτών με νερό, οξυγόνο και θρεπτικά στοιχεία, ενώ επιπλέον παρέχει την υποστήριξη αυτών. Τα στρώμα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στα οποία γίνεται χρήση ως επί το πλείστον, σε ταράτσες που έχουν φύτευση, είναι προσμειγνύεις εδάφους ή άμμου, με τη προσθήκη ανόργανων ή οργανικών βελτιωτικών υλικών του εδάφους σε ποικίλα ποσοστά.

- 13) Υλικό φυτικών οργανισμών: Αυτό έχει χρήση σε μια ταράτσα με φυτά, πέραν των αισθητικών χαρακτηριστικών, επιβάλλεται να έχει συγκεκριμένα γνωρίσματα τα οποία, θα το προσφέρουν υποστήριξη για να επιζήσει σε περιβάλλοντα χώρος με τις μη ευνοϊκές συνθήκες. Το επιλεγόμενο είδος διαφοροποιείται με βάση τον τύπο της ταράτσας φυτεμένης [41].

3.3.1 Εγκάθετη εγκατάσταση φυτών

Η εγκάθετη εγκατάσταση φυτών είναι εφικτό να είναι τόσο ανεξάρτητη όσο και να απαρτίζει ένα ποσοστό μιας τσιμεντένιας δομής, η οποία έχει είτε μερική ή πλήρη επικάλυψη με πράσινο. Η υλοποίηση αυτού του σχεδίου είναι εφικτό να γίνει και στους τοίχους που βρίσκονται έξω από την τσιμεντένια δομή αλλά και στους τοίχους που υπάρχουν εντός αυτής. Δεν υπάρχει επιβάρυνση της τσιμεντένιας δομής με επιπρόσθετο βάρος και ταυτόχρονα οι επιφανειακές φυτεύσεις είναι σε μεγαλύτερο βαθμό εν συγκρίσει με αυτές στις ταράτσες. Οι χρησιμοποιούμενοι φυτικοί οργανισμοί διαχωρίζονται και μπαίνουν σε επίπεδα ή αναρριχούνται και είναι εφικτό να μεγαλώσουν χρησιμοποιώντας χώμα ή υδροπονία [38]. Η εγκάθετη εγκατάσταση φυτών αναφέρεται και ως εγκάθετος κήπος ή πράσινοι τοίχος.

Ο Πάτρικ Μπλανκ θεωρείτο ο πατέρας των πράσινων τοίχων, ωστόσο, μπορεί να διαπιστωθεί και πως στο παρελθόν υπήρξαν αλλά και υπάρχουν πολλαπλές παραλλαγές σε τέτοιους τοίχους ανά την υφήλιο. Εικάζεται οι πρώτοι πράσινοι τοίχοι είναι άμεσα εμπνευσμένοι από αυτούς που υπήρχαν στην Βαβυλώνα, περίπου δυόμιση χιλιετίες πριν, ενώ μετέπειτα, υπήρχαν τα κλήματα (όπως κατά τον τρίτο αιώνα στη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία) ως καφασωτές κατασκευές και σε τοίχους σε σπίτια, όπως και γλάστρες με αναρριχώμενους φυτικούς οργανισμούς. Στη σημερινή εποχή, η τεχνολογία πρασίνου του τοίχου χωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες: της "πράσινης πρόσοψης" και του "ζωντανού τοίχου" [42].

1. Η πράσινη πρόσοψη, αποτελεί έναν τύπο που συνόλου των εγκάθετων κήπων όπου, οι φυτικοί οργανισμοί αναρριχώνται και ως αποτέλεσμα έχουν άμεση επικάλυψη στις ειδικές βάσεις υποστήριξης που έχουνε σχεδιαστεί. Αυτή η φυτική οργανισμοί είναι ριζωμένοι στη βάση αυτών

των δομών, στο έδαφος ή σε γλάστρες στα ενδιάμεσα του τοίχου ή ακόμη και στις στέγες. Χρειάζονται συνήθως τρία με πέντε χρόνια πριν από την επίτευξη της πλήρους κάλυψης. Οι πράσινες προσόψεις στηρίζονται στους υπάρχοντες τοίχους ή κατασκευάζονται ως αυτοτελείς μονάδες. Οι αναρριχώμενοι φυτικοί οργανισμοί των τοίχων έχουν ολοκληρωτική επικάλυψη των επιφανειών, εξαιτίας της ριζικής δομής αυτών και είναι διαδεδομένο πως είναι εφικτό να είναι επιβλαβείς απέναντι σε μη κατάλληλους τοίχους παρόλο που είναι προβληματικοί κατά τη διάρκεια της συντήρησης της οικοδομικής μονάδας ή κατά τη μετακίνηση των φυτών οργανισμών. Οι πρωτοπορίες στον τομέα της τεχνολογίας, τόσο στην ήπειρο της Ευρώπης, πόσο και της Αμερικής (στον Βορρά) είχαν την κατάληξη της ανάπτυξης καινούργιων πάνελ καφασιών ή πάνελ δίχως ευλυγισία και συνόλου καλωδίωσης ως προς την στήριξη της αμπέλου, με ταυτόχρονη διατήρηση των φυτικών οργανισμών σε μακρινή απόσταση από τους τοίχους και της υπόλοιπες κτιριακές επιφάνειες [43].

- Αρθρωτό σύστημα πάνελ καφασιών: Το μέρος ενώ συνόλου της δομικότητας του προκειμένου συστήματος αποτελείται από μη εύκαμπτο και ελαφρό πλαίσιο τριών διαστάσεων το οποίο έχει κατασκευαστεί από γαλβανικά υλικά και έχει σύρμα από χάλυβα το οποίο έχει συγκολληθεί για την παροχή στήριξης στους σπιτικούς οργανισμούς τόσο επιφανειακά όσο και εσωτερικά στο πλαίσιο. Η σχεδίαση αυτού του συστήματος έγινε προκειμένου να κρατηθεί μία πράσινη εμπρόσθια όψη σε απόσταση από την κτιριακή επιφάνεια του τοίχου. Επίσης είναι εφικτή η ανακύκλωση αυτών των πάνελ και είναι δυνατή η μεταξύ τους συνένωση, για να υπάρξει κάλυψη μεγάλων περιοχών ή να δημιουργηθούν γεωμετρικές μορφές και γεωμετρικές γραμμές. Λόγω της έλλειψης ευλυγισίας καθίσταται επίσης εφικτό το γεγονός της μεταξύ τους έκτασης στις κατασκευές και τέλος, της χρήσης αυτών για αυτοτελείς εγκάθετες εγκαταστάσεις φυτών.



Εικόνα 13. Πράσινη πρόσοψη τύπου «Modular trellis panel system» (Πηγή:

http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf).

- Σύστημα με συρματόσχοινο δίκτυ: Εδώ, γίνεται χρήση καλωδίων και σχοινιών. Αναλυτικότερα, γίνεται χρήση αυτών σε εμπρόσθιες όψεις πρασίνου οι οποίες, έχουν τις προδιαγραφές για την στήριξη φυτικών οργανισμών με πολλά φύλλα που έχουν γρήγορη ανάπτυξη και αναρριχώνται. Αυτό το σύστημα αξιοποιείται σε φυτικούς οργανισμούς με βραδύ ανάπτυξη που απαιτούν επιπρόσθετη υποστήριξη σε μικρότερες αποστάσεις. Τα προαναφερόμενα σύνολα μονάδων, κάνουν τη χρήση χάλυβα μεγάλης αντιστάσεως, αγκυρώσεων και επιπρόσθετου εξοπλισμού. Χρησιμοποιώντας ευέλικτα οριζόντια και κάθετα συρματόσχοινα, είναι εφικτό να γίνει κατασκευή διαφόρων μεγεθών και σχεδίων.



Εικόνα 14. Πράσινη πρόσοψη τύπου «Cable wire – rope net

system» (Πηγή:

http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf).

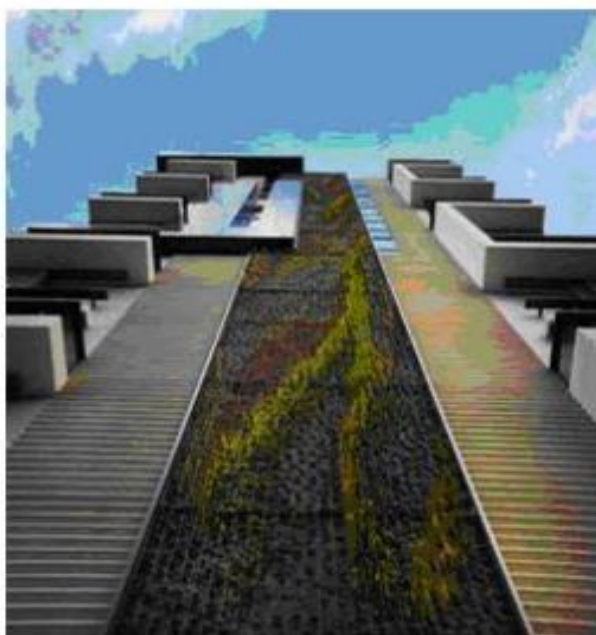
2. Ντουβάρια έντονης διάθεσης τοίχοι: Τα συστήματα αυτά, απαρτίζονται από πάνελ τα οποία περιέχουν πράσινο, χαρακτηριστικά που σχηματίζουν γωνία 90° ή σύνολα σημείων που βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος και έχουν βλάστηση και γίνεται εφαρμογή αυτών καθέτως σε τοίχους ή πλαίσια με διάρθρωση. Αυτά, είναι εφικτό να είναι πλαστικής κατασκευής, διογκωμένης πολυστερίνης, συνθετικού υφάσματος, πηλού, μετάλλου ή σκυροδέματος και να κρατούν υπέρογκες ποσότητες και ποικιλίες φυτών (λόγου χάριν φυτά εδαφοκάλυψης, ψηλοί θάμνοι κλπ.). Εξαιτίας της ποικιλότητας και του μεγάλου αριθμού των φυτών που είναι εγκατεστημένα στους τοίχους, αυτός ο τύπος έχει ως επί το πλείστον απαιτήσεις σε συχνότερη διατήρηση ως προς την επιβίωση εν συγκρίσει με τις πρασινωπές εμπρόσθιες όψεις [42].

- Τοίχος φυτών "χαλί": Εδώ σχηματίζεται γωνία 90° στον κήπο και αποτελεί ένα ανεπανάληπτο σχήμα για τον τοίχο που περιέχει πράσινο όπου υπήρξε έμπνευση από τον βοτανολόγο γαλλικής υπηκοότητας, Πάτρικ Μπλανκ. Αυτός ο τοίχος, απαρτίζεται από δύο επιστρώσεις νήματος συνθετικής ύλης, όπου στην επιφάνεια αυτών μεγαλώνουν φυτικοί οργανισμοί (με την απουσία εδάφους επειδή οι φυτικοί οργανισμοί αντλούν όλα τα αναγκαία συστατικά της θρέψης τους από το υδατικό υδροπονικό διάλυμα), δια μέσω ενός πλαισίου και μιας μη περατής από το νερό μεμβράνης. Είναι ο πιο φημισμένος τύπος κήπου στη σημερινή εποχή, διότι, εντός αυτού, ο σχηματισμός των φυτών οργανισμών μοιάζει με τέχνη. Στην Εικόνα 15 απεικονίζεται ο πιο ψηλός κήπος γωνίας 90° του ανέρχεται στα εκατό πενήντα μέτρα.
- Ζωντανός τοίχος με ενότητες (Modular living wall): Ετούτος ο κήπος γωνίας 90° δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας επιμέρους τμήματα στα δώματα δια μέσω ενός συνόλου ομοειδών στοιχείων από νεωτεριστικές τεχνολογίες. Απαρτίζεται από τετραγωνικά ή ορθογωνικά πάνελ που έχουν καλλιεργητικές δυνατότητες για την δημιουργία φυτικού υλικού. Η δημιουργία του στρώματος κάτω από τη γη διαπλάθεται αναλόγως με το φυτικό υλικό που έχει

διαλεχθεί αλλά και με αφετηρία τους σκοπούς του σχεδιασμού. Η πλειοψηφία των διατροφικών αναγκών των φυτικών οργανισμών συμπληρώνεται από τα μέσα καλλιέργειας τα οποία είναι διαθέσιμα από τα σύνολα ομοειδών στοιχείων. Η παροχή νερού γίνεται σε ποίκιλα επίπεδα στο μήκος του τοίχου και μετακινείται με την αρωγή των βαρυτικών δυνάμεων εντός του καλλιεργητικού μέσου. Σε αυτούς τους τύπους κάθετων κήπων, συνήθως, οι ενότητες είναι προ-φυτεμένες προσφέροντας ένα πράσινο αποτέλεσμα κατά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης [43]. Στην Εικόνα 16., γίνεται μια σαφής απεικόνιση ενός ζωντανού τοίχου με ενότητες.

- **Τοίχος βιοφίλτρο (Biowall):** Ο φυτικός τοίχος «βιοφίλτρο» είναι ένας «ενεργός τοίχος» που στην ουσία αποτελεί μέρος της υποδομής ενός κτιρίου και έχει σχεδιαστεί για να φιλτράρει τον αέρα στους εσωτερικούς χώρους και να ρυθμίζει τη θερμότητα. Διαθέτει ένα υδροπονικό σύστημα, που τροφοδοτείται με νερό, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, το οποίο επαναχρησιμοποιείται με τη βοήθεια ενός συλλέκτη που βρίσκεται στο πάνω μέρος του τοίχου και μίας υδρορροής στην οποία συγκεντρώνεται το νερό και βρίσκεται στο κάτω μέρος του συστήματος του φυτικού τοίχου. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μεταξύ των δύο στρώσεων συνθετικού υφάσματος. Οι στρώσεις αυτές υποστηρίζουν την πυκνή μάζα των ριζών και ευνοούν την ανάπτυξη κάποιων μικροβίων ρίζας, τα οποία έχουν την ιδιότητα να αφαιρούν τις αερομεταφερόμενες πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), ενώ το φύλλωμα των φυτών απορροφά το μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα. Οι φυσικές διεργασίες που συντελούνται στα φυτά παράγουν φρέσκο, δροσερό αέρα, ο οποίος μεταφέρεται δια μέσω ενός συστήματος αερισμού που τοποθετείται εντός του τοίχου και μέσω ενός ανεμιστήρα διανέμεται εντός όλου του κτιρίου. Παραλλαγή αυτού του συστήματος μπορεί να εφαρμοστεί και στις πράσινες προσόψεις. Η απεικόνιση αυτού του τύπου υπάρχει στην Εικόνα 17.
- **Τοίχος φυτών έκτασης:** Είναι μία άμεση βελτίωση χωμάτων από την εκσκαφή, όπως και ένα μέσο στρατηγικής για την "ζωηρή

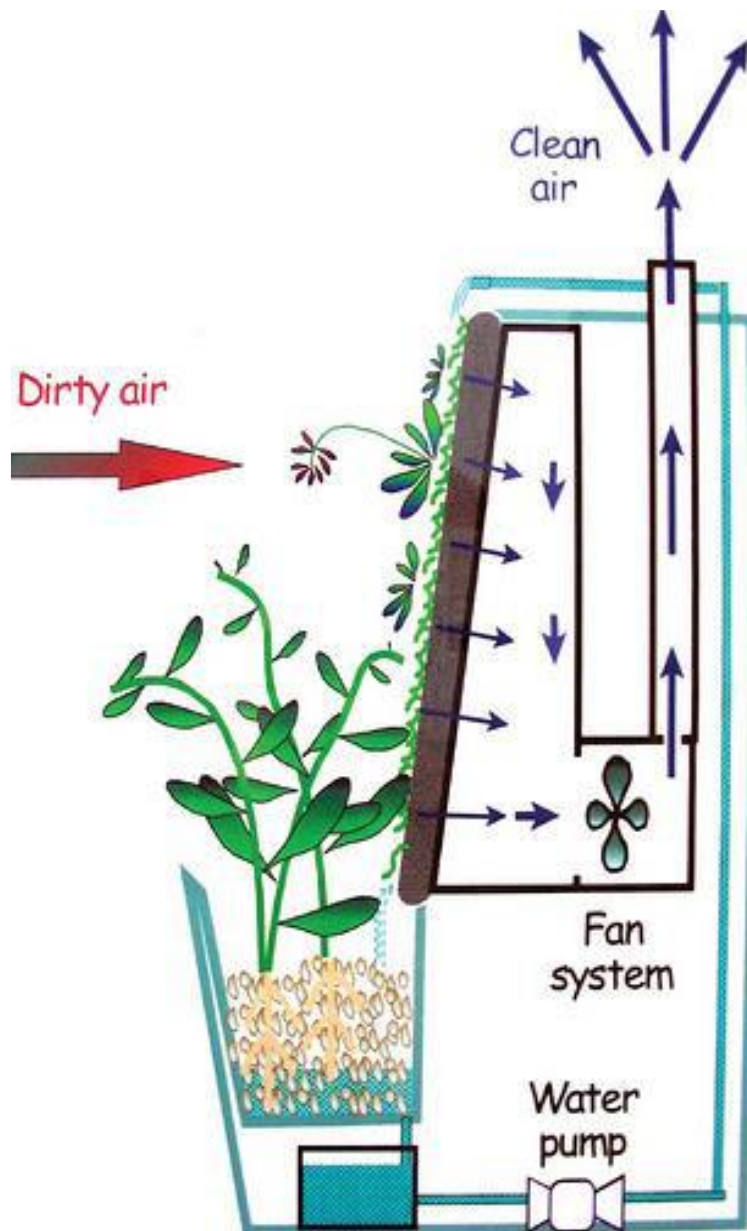
οργάνωση οικοδομημάτων". Αυτό το είδος, έχει ως επί το πλείστον, κεκλιμένο επίπεδο εν αντιθέσει με τους κάθετους τοίχους φυτών. Θεμελιώδης λειτουργία αυτών είναι η ελάττωση των κρότων και η διαδικασία σταθεροποίησης του εδαφικού επικλινούς επιπέδου. Ως επί το πλείστον έχουν δομή από στοιβαγμένα υλικά, αποτελούμενα από πλαστικό ή σκυρόδεμα και διαθέτουν χώρο για το καλλιεργητικό μέσο και το φυτικό υλικό. Στην Εικόνα 18., απεικονίζεται το άμεσο παράδειγμα των φυτικών τοίχων τοπίου.



Εικόνα 15. Ο ψηλότερος κάθετος κήπος 150 μέτρων του Patrick Blanc στο Σύδνεϊ Αυστραλίας (Πηγή: <http://www.georhythmiki.gr>).



Εικόνα 16. Ζωντανός τοίχος με ενότητες χωρίς και με υπόστρωμα & φυτικό υλικό (Πηγή: <http://www.georythmiki.gr>).



Εικόνα 17. Μηχανισμός φυτικού τοίχου «Βιοφίλτρο» (Πηγή: <http://www.flickr.com/photos/31652869@N00/278502906/>).



Εικόνα 18. Παράδειγμα φυτικών τοίχων τοπίου (Πηγή: http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf).

3.4 Περιβαλλοντικά οφέλη πράσινων δωματίων και κάθετων φυτεύσεων

Οι ταράτσες με φυτά και η εγκατάσταση πρασίνου υπό γωνία 90° σε τοίχους, συνεισφέρουν ένα πλατύ σύνολο προτερημάτων, για την κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία. Αυτό το σύνολο των δραστηριοτήτων της γνώσης, απαρτίζει μία μοντέρνα εφαρμογή του σχεδιασμού του περιβάλλοντος και χρησιμοποιείται σε πόλεις και σε προάστια κατά τα οποία υπάρχουν προβλήματα στο περιβάλλον [38].

3.4.1 Βελτίωση της ποιότητας του αέρα

Οι εγκαταστάσεις πρασίνου υπό γωνία 90° και οι ταράτσες με φυτά βοηθούν σε σημαντικό βαθμό στην καλυτέρευση της αερικής ποιότητας, τόσο στο εξωτερικό, όσο και στο εσωτερικό των τσιμεντένιων δομών. Οι τοίχοι με φυτά παρεμποδίζουν την διέλευση των μικρομορίων της σκόνης και των ουσιών που ρυπαίνουν το περιβάλλον κατά μήκος στις πλευρές μιας τσιμεντένιας μονάδας λειτουργώντας έτσι ως φίλτρο στον αέρα. Η συντριπτική πλειοψηφία των σωματιδίων της ατμόσφαιρας συγκρατείται από τα φύλλα των φυτικών οργανισμών, δουλεύοντας με τη μέθοδο αυτή ως φιλτράρισμα για την συγκράτηση πολλαπλών βλαβερών συστατικών του αέρα. Ταυτόχρονα, διάφορες ουσίες της χημείας, (όπως το CO) είναι εφικτό εκτοπιστούν από τους εσωτερικούς χώρους μέσω των φύλλων.

Οι πράσινες στέγες όπως απέδειξε δημοσιευθείσα έρευνα του Κρατικού Πανεπιστημίου του Μίσιγκαν, σε ενδεχόμενη ευρεία χρήση τους, θα μπορούσαν να συμβάλουν στην

καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αποδείχθηκε ότι η φύτευση των στεγών μιας πόλεως πληθυσμού 1.000.000 είναι ισοδύναμη με την ελάττωση του CO₂ το οποίο διαδίδεται από δέκα χιλιάδες αμάξια. Ακόμη, η προκειμένη έρευνα εξέτασε ένα δείγμα δεκατριών ταρατσών με φυτά και διαπιστώθηκε πως η ταρατσες είναι εφικτό να συγκρατήσουν πάνω από 55.000.000 κιλά °C, διότι οι φυτικοί οργανισμοί δρουν ως φιλτράρισμα έναντι της μόλυνσης με την αξιοποίηση των αιωρούμενων σωματιδίων για την ανάπτυξη αυτών [38]. Ταυτοχρόνως, μία μελέτη που διεξήχθη στην πόλη της Ουάσιγκτον απέδειξε πως 58.000 κιλά βλαβερών περιβαλλοντικών ουσιών θα ήταν εφικτό να αφομοιωθούν, εάν όλες οι ταρατσες της αστικής περιοχής είχαν μετατραπεί με φυτά. Στο Σικάγο και στο Μίσιγκαν, μία έρευνα που αντιστοιχεί σε κάτι παρόμοιο, είχε ως αποτέλεσμα πως, η κάλυψη κατά το $\frac{1}{5}$ των ταρατσών με φυτά, θα συνέβαλε στην ελάττωση του διοξειδίου του αζώτου από 806.000 κιλά έως 2.769.000 αναλόγως με το είδος του φυτικού οργανισμού [44].

3.4.2 Ελάττωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας

Το προκείμενο φαινόμενο κάνει αναφορά στο ποσό που προκύπτει από τις θερμοκρασίες ανάμεσα στα κέντρα πόλεων και των περιχώρων αυτών, όπου, υπάρχει, πέραν των ετέρων, η παρουσία τραχέων εξωτερικών στρωμάτων στα αστικά κέντρα και η έλλειψη πρασίνου. Οι ταρατσες με φυτά, συμβάλλουν στην ελάττωση αυτού του φαινομένου, το οποίο καθιστά δυσμενή την μετακίνηση εντός της πόλης, το θέρος. Οι παρατηρούμενες θερμοκρασίες στις ταρατσες των τσιμεντένιων δομών, επικαλύπτονται με τραχιά υλικά, είναι κατά μακράν πιο μεγάλες από τις αντίστοιχες που επικαλύπτονται με φυτά στην ταρατσα. Μία τεκμηριωμένη έρευνα που διεξήχθη από το εθνικό συμβούλιο της έρευνας του Καναδά, έδειξε πως σε μία ημέρα του καλοκαιριού στην Οττάβα, υπήρχε θερμοκρασία της ατμόσφαιρας ίση με 35°C, ανερχόμενη επιφανειακή θερμοκρασία στην ταρατσα μιας τοπικής και συνηθισμένης τσιμεντένιας δομής περίπου ίση με 65°C, καθώς, σε μία όμοια τσιμεντένια δομή με ταρατσα πρασίνου δεν ήταν εφικτό να ξεπεραστούν οι 25-30°C.

Με βάση αυτήν την μελέτη, διαπιστώθηκε πως το φάσμα των διαδοχικών αυξομειώσεων της θερμοκρασίας στην ταρατσα κάποιας κοινής τσιμεντένιας δομής ανέρχεται στους 45°C, απεναντίας, σε μία όμοια τσιμεντένια δομή με ταρατσα που περιέχει πράσινο ίσα στους 6°C. Έτσι λοιπόν ελαττώνεται η αναγκαιότητα για ψύξη στους θερινούς μήνες και συνεκδοχικά, επέρχεται ελάττωση σε όλο αυτό το φαινόμενο. Οι φυτικοί οργανισμοί με την αντανakλαστική τους ιδιότητα, όπως και με την διεργασία της

φωτοσύνθεσης και της εξατμισοδιαπνοής, είναι εφικτό να αφομοιώσουν μεγάλα ποσά από την ακτινοβολία του ηλίου, εξατμίζοντας υγρασία από τα φύλλα, δημιουργώντας έτσι ευνοϊκότερες συνθήκες. Ένα κλιματολογικό μοντέλο στο Τορόντο του Καναδά προβλέπει ότι αν εφαρμοστούν πράσινα δώματα στο 10% των στεγών της πόλης η ατμοσφαιρική θερμοκρασία θα μειωθεί ως και 2.8 °C [45].

3.4.3 Συγκράτηση ύδατος από τις βροχοπτώσεις

Μια από τις πιο σημαντικές δυσκολίες που πρέπει να αντιμετωπιστεί λόγω της μετατροπής των περιοχών σε αστικά κέντρα, είναι τη διευθέτηση του νερού της βροχής. Οι τραχιές εξωτερικές επιφάνειες των αστικών κέντρων δεν είναι ικανές να συγκρατήσουν τα όμβρια ύδατα, με συνέπεια το $\frac{5}{100}$ του ύδατος να μπαίνει σε μικρού βάθους και ευρείς ορίζοντες ύδατος, το $\frac{15}{100}$ να εξαερίζεται εξαιτίας του συνόλου των φυτών και το έτερο $\frac{75}{100}$ να είναι το νερό που απορρέεται [46]. Ως αποτέλεσμα, η παρουσία ικανοποιητικού διάτρητου εδάφους στο περιβάλλοντα χώρο της δομής, που είναι καθοριστικού ρόλου, προκειμένου να αποφευχθούν καταστάσεις πλημμύρας εξαιτίας δυνατών καταιγίδων. Οι ταράτσες με φυτά είναι εφικτό να συνδράμουν με μεγάλο αντίκτυπο στο να διαχειριστούν τα όμβρια ύδατα. Το ποσοστό συγκράτησης του ύδατος από την βροχόπτωση διαφοροποιείται, αναλόγως, με την δομική σύνθεση. Ταυτοχρόνως, οι εγκαταστάσεις πρασίνου υπό γωνία 90° βοηθούν στην ελάττωση φαινομένων πλημμύρας, όπως και σε δυνατές βροχές με δυνατούς ανέμους, η βροχή είναι οριζοντίως προσανατολισμένη [47]. Βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία τα οποία υπάρχουν στην μεταφορά της βροχής αφομοιώνονται από τις ταράτσες με φυτά και τις εγκαταστάσεις πρασίνου υπό γωνία 90°, φιλτράρονται και ελαττώνεται κατά αυτό τον τρόπο η μετακίνησή τους στον ορίζοντα της υδροφορίας. Το συγκρατημένο ύδωρ εν τέλει εξατμίζεται ή αφομοιώνεται από το πράσινο, δίχως να αναθέτει την ευθύνη σε συστήματα τροποποίησης ακάθαρτων υγρών των πόλεων. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει διασφάλιση της ελάττωσης των δαπανών της ενέργειας όπως και της αξίας διαχείρισης ακάθαρτων υγρών.

3.4.4 Διάσωση πανίδας και χλωρίδας

Συναισθήματα ελαφριού άγχους και φόβου στην οικολογία, έχουν προκύψει, σχετικώς, περί των ειδών που απειλούνται, εξαιτίας της φθοράς φυσικών κατοικιών αυτών που έχουν καταγραφεί σε αρκετές περιοχές. Η ανοικοδόμηση καινούργιων κατοικιών εντός των κατοικήσιμων περιοχών, οι οποίες δίνουν θάρρος και κίνητρο στην προάσπιση σπανίων

ειδών είναι εφικτό να γίνει, εφαρμόζοντας ταρατσες με πράσινο και τοίχους με φυτά. Επαναφέροντας την φύση η οποία έχει "χαθεί" εντός του περιβάλλοντα χώρο των αστικών κέντρων, ο οποίος είναι πυκνά δομημένος, είναι εφικτό να πολλαπλασιαστούν πολλαπλά είδη από την χλωρίδα, τα οποία ήταν αδύνατο να μεγαλώσουν στο εδαφικό επίπεδο. Διαφοροποιημένοι τύποι πράσινων ταρατσών γίνεται να λειτουργήσουν ως καταφυγή για διάφορα είδη αναλόγως, του είδους βλάστησης. Ιδιαίτερα τα εκτατικού τύπου φυτεμένα δώματα, που δεν είναι προσβάσιμα από το κοινό, μπορούν να προσφέρουν ήσυχη κατοικία για πουλιά, μικροοργανισμούς και έντομα [38].

3.4.5 Ηχομόνωση

Οι ταρατσες με πράσινο είναι δυνατόν να απαρτίσουν τα μέσα της μείωσης των κρότων, επειδή η συσχέτιση του χώματος, των φυτικών οργανισμών και των στρωμάτων που έχουν παγιδεύσει αέρα, δρουν ως φιλτράρισμα για να απομονωθεί ο ήχος. Ο ήχος ελαττώνεται εφόσον τα κύματα αυτού αφομοιώνονται από τους φυτικούς οργανισμούς ή παρεκτρέπονται κατά την επαφή αυτών προς διαφοροποιημένη διεύθυνση. Σύμφωνα με τη μελέτη των [47], αποδείχτηκε πως ένα υπόστρωμα με πάχος δώδεκα εκατοστών είναι εφικτό με ελαττώσει τον ήχο κατά σαράντα dB (deciBel), καθώς ένα πάχος οκτώ εκατοστών περισσότερα (δηλαδή 20 cm) μπορεί να ελαττώσει τον ήχο κατά 46 dB.

3.4.6 Αστικές καλλιέργειες

Είναι γεγονός πως η τιμή του καύσιμου μεγαλώνει, έτσι, υπάρχει η αναγκαιότητα της διάδοσης της γεωργίας της πόλης έτσι ώστε να ελαττωθούν οι μεταφορές στα προϊόντα. Ειδικότερα, σε άλλες χώρες είναι αρκετά οξύ το ενδιαφέρον της χρήσης των ταρατσών με πράσινο, στις καλλιέργειες του αστού, επειδή, η επεκτατική αύξηση των αστικών περιοχών προς των αγροτικών έχει ελαττώσει τις εκτάσεις που καλλιεργούνται. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (Η.Π.Α.), η εξέλιξη προς αυτή την κατεύθυνση είναι πολύ δημοφιλής. Το Μπρούκλιν, έχει μία επιχείρηση η οποία παράγει αγροτικά προϊόντα με βιολογική καλλιέργεια, η οποία κατάντησε η πιο μεγάλη φάρμα με δώματα στον κόσμο. Ο στόχος αυτής της επιχείρησης είναι η σύνδεση του αστού ξανά με τις καλλιέργειες του αγρού και την παραγωγή καταναλώσιμης τροφής και η τεκμηρίωση πως η γεωργία της πόλης είναι εφικτό να απαρτίσει μία αειφόρα δράση επιχειρηματικότητας, με την άμεση συνεισφορά στις τοπικές οικονομίες [38].

Κεφάλαιο 4. Περιοχή μελέτης

Το υπόλοιπο του 4^{ου} κεφαλαίου οργανώνεται ως εξής.

Στην ενότητα 4.1, γίνεται αναφορά στα δεδομένα της περιοχής της μελέτης, ενώ παράλληλα η ενότητα χωρίζεται σε τρεις (3) υποενότητες, την 4.1.1, 4.1.2 και 4.1.3 αντίστοιχα.

Στην ενότητα 4.2, αναλύεται το blueprint που δόθηκε από το τμήμα πρασίνου της Λάρισας για την περιοχή μελέτης.

Στην ενότητα 4.3, υπάρχουν πληροφορίες περί του λογισμικού ENVI-met, το οποίο είναι εφικτό να αποτυπώνει τα σχέδια πλατειών με την εισαγωγή συγκεκριμένων δεδομένων.

4.1 Δεδομένα για τη περιοχή μελέτης

4.1.1 Γεωγραφική θέση

Η πόλη της Λάρισας είναι χτισμένη σε μεσόγεια θέση στις δύο όχθες του Πηνειού ποταμού και βρίσκεται στο κέντρο του ανατολικού τμήματος της θεσσαλικής πεδιάδας, το οποίο καταλαμβάνει σχεδόν εξ 'ολοκλήρου ο Νομός Λάρισας, με ένα μικρό τμήμα της να βρίσκεται στον Νομό Μαγνησίας. Το υψόμετρο της πόλης από το επίπεδο της θάλασσας ανέρχεται στα 80 μέτρα.

Τα βουνά που περικλείουν την πόλη είναι τα εξής:

- Από ανατολικά (Α) τα όρη Όσσα ή Κίσσαβος (1972 μ.) και Μαυροβούνι (1.054 μ.)
- Από βόρεια ανατολικά (ΒΑ) τα όρη Κάτω Όλυμπος (1.587 μ.) και Όλυμπος (2.918 μ.)
- Από βόρεια δυτικά (ΒΔ) το όρος Μελούνα και το όρος Τίτανος (693 μ.)

Σήμερα στην ευρύτερη περιοχή της Λάρισας δεν υπάρχει κάποια φυσική λίμνη

Όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 1.2, οι συντεταγμένες της πόλεως της Λάρισας είναι στο γεωγραφικό πλάτος 39° 38.5' Β και γεωγραφικό μήκος 22° 25' Α, ενώ, η περιοχή

μελέτης, δηλαδή, αυτή της πλατείας Ταχυδρομείου (γνωστή και ως πλατεία Εθνάρχου Μακαρίου) έχει συντεταγμένες γεωγραφικού πλάτους $39^{\circ} 38' 13''$ Β και γεωγραφικού μήκους $22^{\circ} 25' 06''$ Α.

Η περιοχή που ερευνάται, υπάρχει βορειοανατολικά της πόλεως, 85 m υψομετρικά και απαρτίζεται από 2 τετράγωνα οικοδομών και περιμετρικά αυτηνής δρόμους, που διακατέχουν έκταση, που εν συνόλω, ανέρχεται στα 9.227 m^2 (~9 στρέμματα). Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός της προσβασιμότητας που έχει η πλατεία Ταχυδρομείου, διότι απέχει μια απόσταση μόλις μερικών τετραγώνων από την Κεντρική πλατεία της Λάρισας.

Οι δρόμοι που οριοθετούν, χωρίζουν, καθώς και απαρτίζουν την περιοχή της παρούσης μελέτης είναι τέσσερις (4) οδοί:

- Η οδός Παπακυριαζή, από τα Βόρεια (Β)
- Η οδός Ρούσβελτ, από τα Δυτικά (Δ)
- Η οδός Πρωτοπαπαδάκη, από τα Νότια (Ν)
- Η οδός Παναγούλη, από τα Ανατολικά (Α)

Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 19) (Εικόνα 20) φαίνεται η δορυφορική απεικόνιση της μελετώμενης περιοχής υπό τρισδιάστατη (3D) και δισδιάστατη (2D) μορφή αντίστοιχα με τη χρήση του online λογισμικού Google Earth.

Στις ακριβώς επόμενες εικόνες (Εικόνα 21) (Εικόνα 22) φαίνεται η δορυφορική απεικόνιση της μελετώμενης περιοχής υπό τρισδιάστατη (3D) μορφή μέσω των «επιπέδων» με τη χρησιμοποίηση του Google Maps.

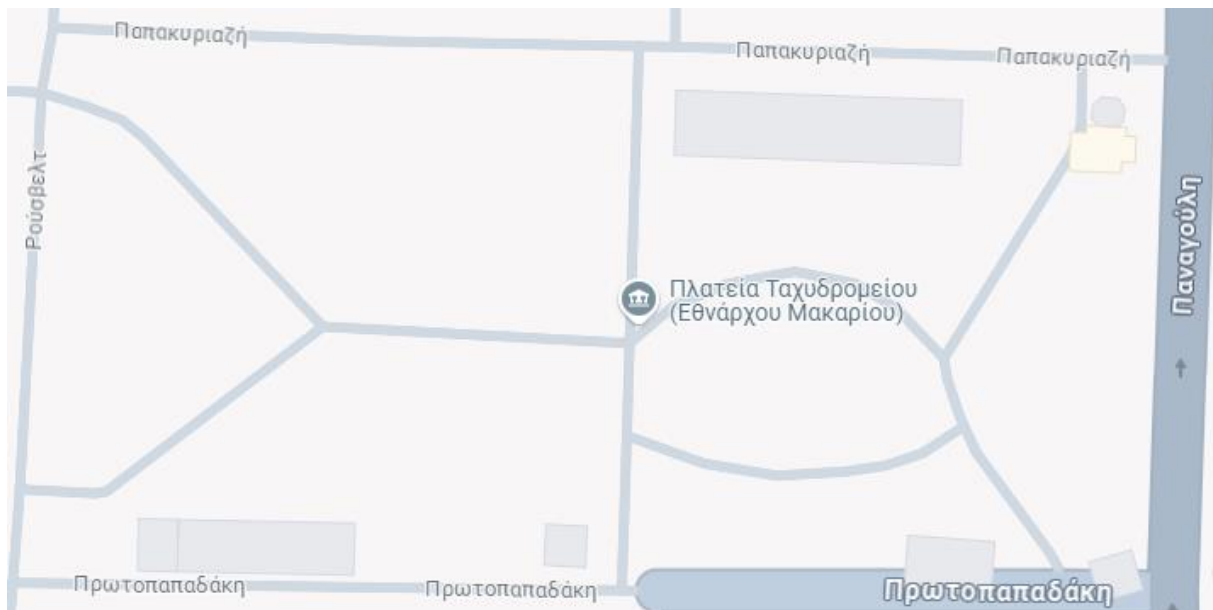
Εντούτοις, πέραν των δορυφορικών εικόνων, ελήφθησαν και τέσσερις φωτογραφίες από τις τέσσερις γωνίες της πλατείας Ταχυδρομείου αντίστοιχα (Εικόνα 23) (Εικόνα 24) (Εικόνα 25) (Εικόνα 26).



Εικόνα 19. Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, στα 396 μέτρα, υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D) (Πηγή: Google Earth).



Εικόνα 20. Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, στα 307 μέτρα, υπό δισδιάστατη απεικόνιση (2D) (Πηγή: Google Earth).



Εικόνα 21. Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, μέσω των «επιπέδων», υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D) (Πηγή: Google Maps).



Εικόνα 22. Αεροφωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα, μέσω των «επιπέδων», υπό τρισδιάστατη απεικόνιση (3D) (Πηγή: Google Maps).



Εικόνα 23. Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Παναγούλη και της οδού Παπακυριαζή.



Εικόνα 24. Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Παναγούλη και της οδού Πρωτοπαπαδάκη.



Εικόνα 25. Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Ρούσβελτ και της οδού Πρωτοπαπαδάκη.



Εικόνα 26. Φωτογραφία της πλατείας Ταχυδρομείου από τη γωνία της οδού Ρούσβελτ και της οδού Παπακυριαζή.

4.1.2 Κλιματικές συνθήκες

Οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδος είναι ως επί το πλείστον μεσογειακές, χαρακτηρίζονται από μαλακά και διαβρεγμένα καταχέιμωνα, σχετικά ζεστά και άνυδρα θέρη και φυσικά, από μεγάλα χρονικά διαστήματα με ηλιοφάνεια κατά τη συντριπτική πλειοψηφία της διάρκειας του χρόνου [48]. Σε ποικίλες περιοχές της Ελλάδος, υπάρχει ένα μεγάλο φάσμα κλιματικών τύπων, φυσικά πάντοτε εντός του πλαισίου του κλίματος της μεσογείου. Είναι απόρροια της τοπογραφικής διαμόρφωσης, γιατί έχει μεγάλες διαφορές στο υψόμετρο, καθώς και από την εναλλάξ ύπαρξη θάλασσας και ξηράς. Έτσι, από το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικά της Ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της Βόρειας και Δυτικής Ελλάδας. Από κλιματολογικής άποψης, το έτος μπορεί να διαχωριστεί ως επί το πλείστον σε δύο εποχές, την κρύα και διαβρεγμένη χειμερινή περίοδο, που διαρκεί από τα μέσα του Οκτώβρη, έως τα τέλη του Μάρτη και τη ζεστή και άνυδρη εποχή που διαρκεί από

τον Απρίλιο μήνα ως τον Οκτώβριο μήνα. Η πρώτη εποχή, έχει ως ψυχρότερους μήνες τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο, όπου, στους οποίους η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5°C - 10°C στις περιοχές παραλιακά, από 0°C - 5°C στις περιοχές ηπειρωτικά και σε πιο χαμηλές τιμές, υπό του μηδενός (<0°C) στις περιοχές του βορρά.

Το κλίμα της πόλης της Λάρισας διακατέχει τα στοιχεία που απαρτίζουν το ηπειρωτικό κλίμα της πεδινής Θεσσαλίας με ετήσιες διαφορές μεταξύ της μέγιστης ($T_{\max}$) και της ελάχιστης ($T_{\min}$) θερμοκρασίας άνω των 22 °C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 15,7 °C. Η μέση ετήσια βροχόπτωση στη Λάρισα κυμαίνεται στα 425 mm.

Πίνακας 2. *Μετεωρολογικά δεδομένα για την Λάρισα* (Πηγή: https://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Larisa).

Μήνας	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Μέγιστη Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	9.8	12.0	14.7	19.6	25.7	31.0	32.6	33.1	32.6	28.4	15.8	11.1
Ελάχιστη Μηνιαία θερμοκρασία (°C)	0.7	1.3	3.3	6.3	10.9	15.0	17.7	17.3	14.0	10.0	5.8	2.0
Απόλυτα ρεκόρ θερμοκρασίας (°C)	- 21.6						45.4					
Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm)	32.5	31.7	36.7	33.0	38.2	25.6	19.0	1.64	30.2	52.2	56.9	50.8
Μέση μηνιαία υγρασία (%)	79.6	75.1	73.4	68.7	61.6	49.2	46.6	50.0	58.9	70.0	79.5	82.2

4.1.3 Συλλογή στοιχείων για τη μελέτη

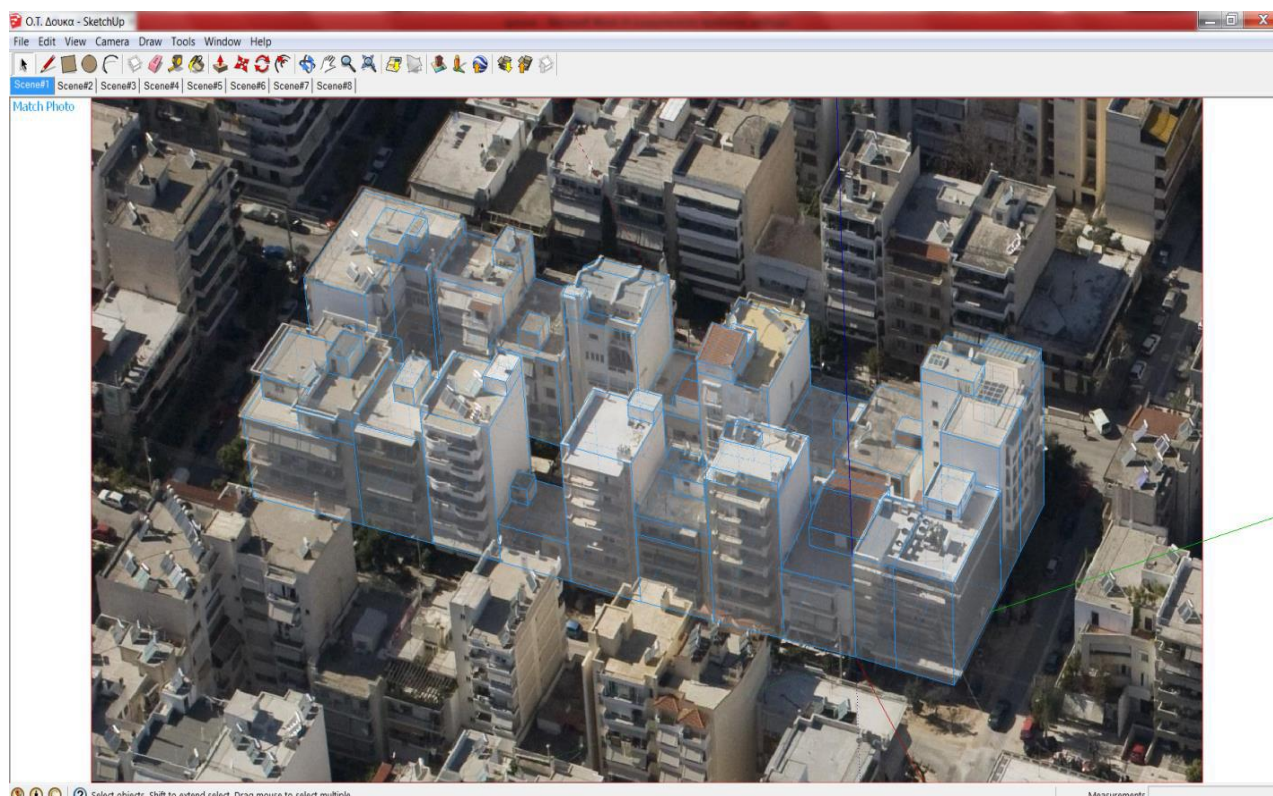
- Αρχικά, προκειμένου να αποτυπωθεί επιτυχώς η γεωμετρία και η δόμηση της περιοχής υπάρχουν ποικίλοι τρόποι, όπως διάφοροι τρισδιάστατοι (3-dimensional, 3D) ή δισδιάστατοι (2-dimensional, 2D) χάρτες, όπως το Google Earth και Google Maps αλλά και το Google SketchUp 8. Χάρη στο SketchUp και ιδίως στο εργαλείο του, το 3D Warehouse, ο χρήστης (user) είναι εφικτό, να σχηματίσει το περίγραμμα ενός κτιρίου σε τρεις διαστάσεις, ενός οικοδομικού τετραγώνου, αλλά και μιας μεγάλης πυκνοδομημένης περιοχής. Σε αυτό το προκειμένο εργαλείο, δίνεται, για την αντίστοιχη περιοχή - στόχο, πολλαπλές αεροφωτογραφίες από ποικίλες γωνίες όψης και με τη αρωγή ενός εύρους στερεών (κύβοι, ορθογώνια παραλληλεπίπεδα, πυραμίδες, κύλινδροι κλπ.), ο χρήστης καθίσταται ικανός να δώσει μια περιγραφή ενός κτιρίου, καθώς και ορισμένα στοιχεία του κτιρίου (αριθμός δωματίων, αριθμός δωματίων κλπ.) καθώς και μιας πλατείας. Ακόμη, καθίσταται εφικτή η ικανότητα διασύνδεσης των αυτών των σχημάτων ανάμεσά τους, προκειμένου να συνυπάρχει μια συνοχή κατά την παρουσίαση και ως άμεσο κατάληξη μία συνένωση σχημάτων με τρεις διαστάσεις.

Συνοψίζοντας, με την εισαγωγή ενός αποτελέσματος στο SketchUp είναι εφικτό να επέλθουν βελτιώσεις, κατασκευή της λεπτομέρειας, υπολογισμός απόστασης και έτερες τροποποιήσεις με τα διαθέσιμα εργαλεία σχεδιασμού.

Φυσικά, πέραν της χρήσεως του προαναφερόμενου λογισμικού, υπήρξαν πολλαπλές επισκέψεις στον τόπο για άμεσους ελέγχους και παρουσίαση της γεωμετρικής δομής και της κατασκευής του αντίστοιχου δομημένου συνόλου της περιοχής διερεύνησης. Η επακόλουθη εικόνα (Εικόνα 27) έχει μία μεριά από ένα οικοδομικό τετράγωνο από μία περιοχή που μελετήθηκε, με τα αντίστοιχα γεωμετρικά σχήματα να διακατέχουν τον ρόλο της οριοθέτησης οριζοντίως και κατακορύφως με την εκάστοτε κτιριακή δομή.

- Επιπροσθέτως, η καταγραφή της υφιστάμενης φύτευσης μπορεί να επιτευχθεί τόσο κάνοντας χρήση του λογισμικού της Google, το SketchUp 8, ως και όσο, με τη τοπική μέτρηση του συνόλου των δένδρων, των θάμνων και της υψηλής βλάστησης, όπως επίσης και της αποτύπωσης των διαστάσεων αυτών. Φυσικά, για τις εξομοιώσεις επιβάλλεται να ληφθεί κατά νου τι είδος είναι η

βλάστησης που υπάρχει, ενώ, το λογισμικό λαμβάνει κατά νου την πυκνότητα και το είδος του φυλλώματος αυτηνής.



Εικόνα 27. Παράδειγμα τρισδιάστατης απεικόνισης ενός οικοδομικού τετραγώνου μίας περιοχής μελέτης με τη βοήθεια του Google SketchUp (Πηγή: Google SketchUp 8).

4.2 Blueprint περιοχής μελέτης

Όπως έχει αναφερθεί στην υποενότητα 4.1.1, έχουν παρθεί διάφορες αεροφωτογραφίες από την περιοχή της μελέτης, καθώς επίσης λήφθηκαν φωτογραφίες για τις τέσσερις γωνίες της πλατείας Ταχυδρομείου δια μέσω της κάμερας ενός κινητού τηλεφώνου. Για τον εμπλουτισμό της διατριβής, μετέπειτα από συνεννόηση με το αρμόδιο τμήμα (Διεύθυνση Πρασίνου από τον Δήμο Λαρισαίων), λήφθηκε το «blueprint» της πλατείας Ταχυδρομείου.

Στην αρχιτεκτονική, ως «blueprint» χαρακτηρίζεται το αναλυτικό γραμμικό σχέδιο (ή απλούστερα, το τεχνικό σχέδιο), όπου, στην παρούσα περίπτωση είναι της πλατείας Ταχυδρομείου.



Εικόνα 28. Blueprint πλατείας Ταχυδρομείου στην Λάρισα.

Το προκείμενο blueprint σχεδιάστηκε με τη χρήση του λογισμικού AutoCAD. Αναλυτικότερα, η περιοχή της μελέτης, απαρτίζεται από:

- Έξι (6) περίπτερα (συμβολίζονται ως τετράγωνα με γαλάζιο χρώμα και κατονομάζονται)
- Μία (1) παιδική χαρά (συμβολίζεται με κίτρινο χρώμα και κατονομάζεται)
- Πέντε (5) ράμπες (συμβολίζονται ως τετράγωνα με μπλε χρώμα και κατονομάζονται)
- Ένα (1) σιντριβάνι (συμβολίζεται ως σκιαγραφία στην ανατολική πλευρά της κάτοψης του blueprint)
- Ογδόντα οκτώ (88) δένδρα (συμβολίζονται ως κουκκίδες με πράσινο χρώμα)
- Τριάντα επτά (37) φρεάτια (συμβολίζονται ως «Γ» με μωβ χρώμα)
- Δύο (2) καπάκια της ΔΕΗ για τη παροχή ηλεκτρισμού (συμβολίζονται ως «δέντρα» με μωβ χρώμα)
- Έναν (1) αγωγό φυσικού αερίου (συμβολίζεται ως «καμινάδα» με μωβ χρώμα)
- Εξήντα τρία (63) μικρά παρτέρια (συμβολίζονται ως μπλε τετράγωνα)
- Δύο (2) αεραγωγοί καταφύγιων πολέμου (συμβολίζονται ως μπλε κύκλοι)



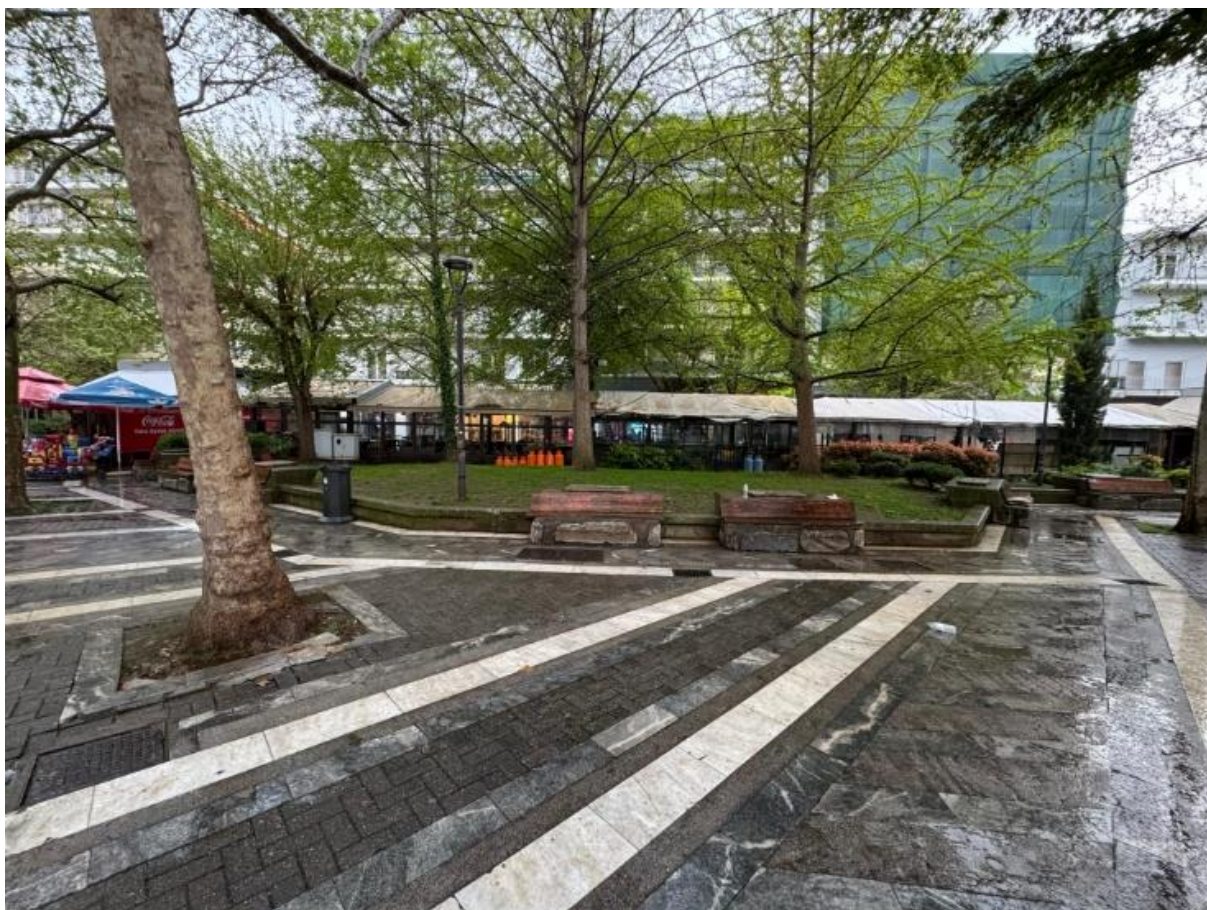
Εικόνα 29. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, ενός παρτεριού, ενός φρεατίου καθώς και διάφορων θάμνων.



Εικόνα 30. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, διάφορων δένδρων, παρτεριών, της παιδικής χαράς, δύο περιπτέρων, καθώς και ενός θάμνου.



Εικόνα 31. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, της παιδικής χαράς, διαφόρων δένδρων, ενός περιπτέρου, ενός κάδου απορριμμάτων και δύο λαμπών της ΔΕΗ.



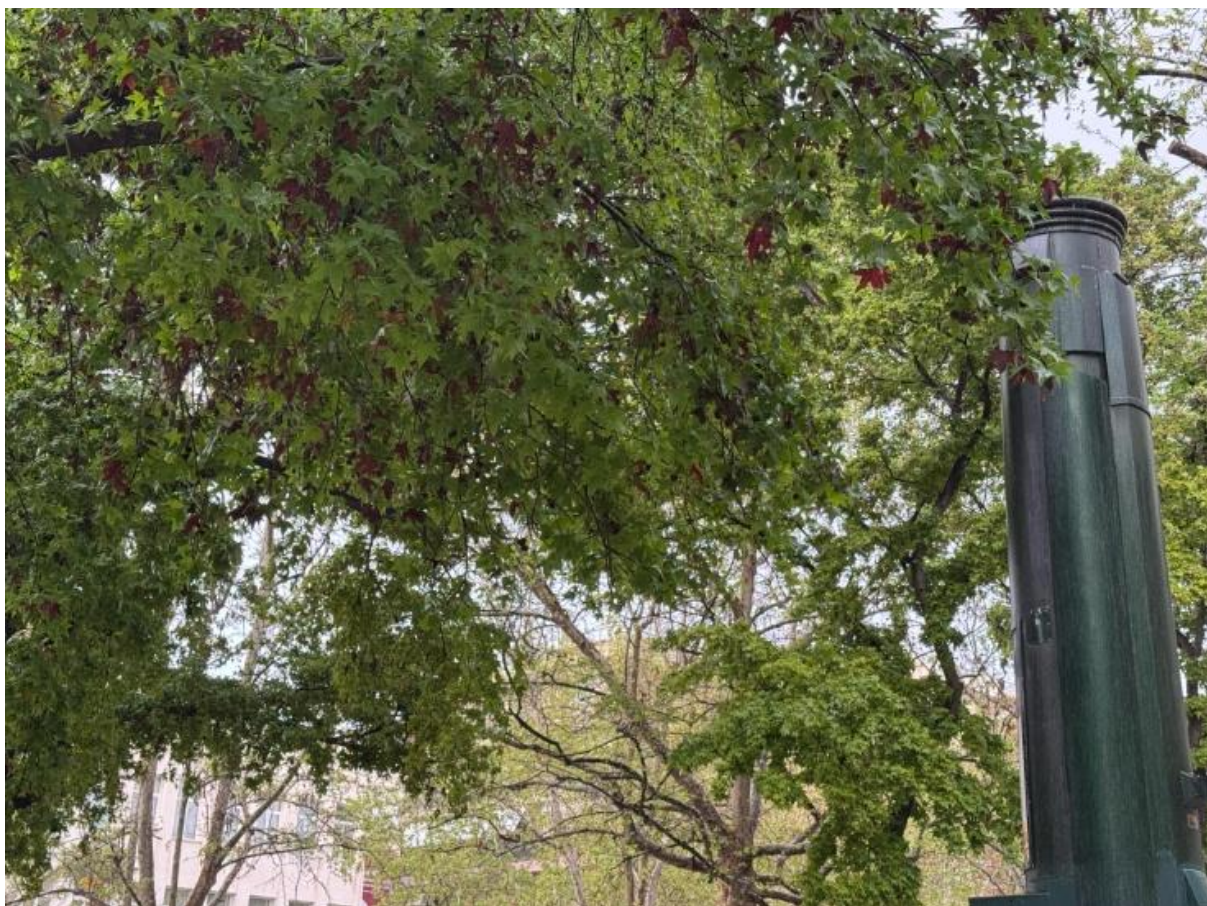
Εικόνα 32. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, ενός περιπτέρου, διαφόρων δένδρων και από παγκάκια.



Εικόνα 33. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, του σιντριβανιού, ενός αεραγωγού καταφύγιων πολέμου, δύο φρεατίων και διαφόρων δένδρων.



Εικόνα 34. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, τεσσάρων περιπτέρων, μίας λάμπας της ΔΕΗ, διαφόρων δένδρων, παρτεριών και από παγκάκια.



Εικόνα 35. Φωτογραφική απεικόνιση εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, διαφόρων δένδρων και ενός αεραγωγού καταφύγιων πολέμου.

4.3 Λογισμικό ENVI-met

Είναι ένα μοντέλο προσομοίωσης τριών διαστάσεων, αλλά και δίχως υδροστατική, το οποίο χρησιμοποιείται για την εξομοίωση, ως επί το πλείστον εντός του αστικού ιστού, της αλληλενέργειας δια μέσω των διαφοροποιημένων εξωτερικών στρωμάτων, του πρασίνου αλλά και του αέρα [49]. Καθιστά δυνατή την λεπτομερή εξέταση της επιρροής κατά τον οποίο ενεργούν οι ελάχιστης κλίμακας επεμβάσεις στον χώρο της πόλεως. Η μέθοδος μελέτης του χώρου, του δίνει το «πράσινο φως» όσον αφορά την εξομοίωση της προαναφερόμενης αλληλενέργειας σε μικροσκοπική κλίμακα.

Το λογισμικό διακατέχει τα εξής:

- Τη ροή ακτινοβολίας μικρού και μεγάλου μήκους κύματος, λαμβάνοντας υπόψη και τη σκίαση.
- Την ανάκλαση ακτινοβολίας και την ακτινοβολία από τα κτίρια και τη βλάστηση.

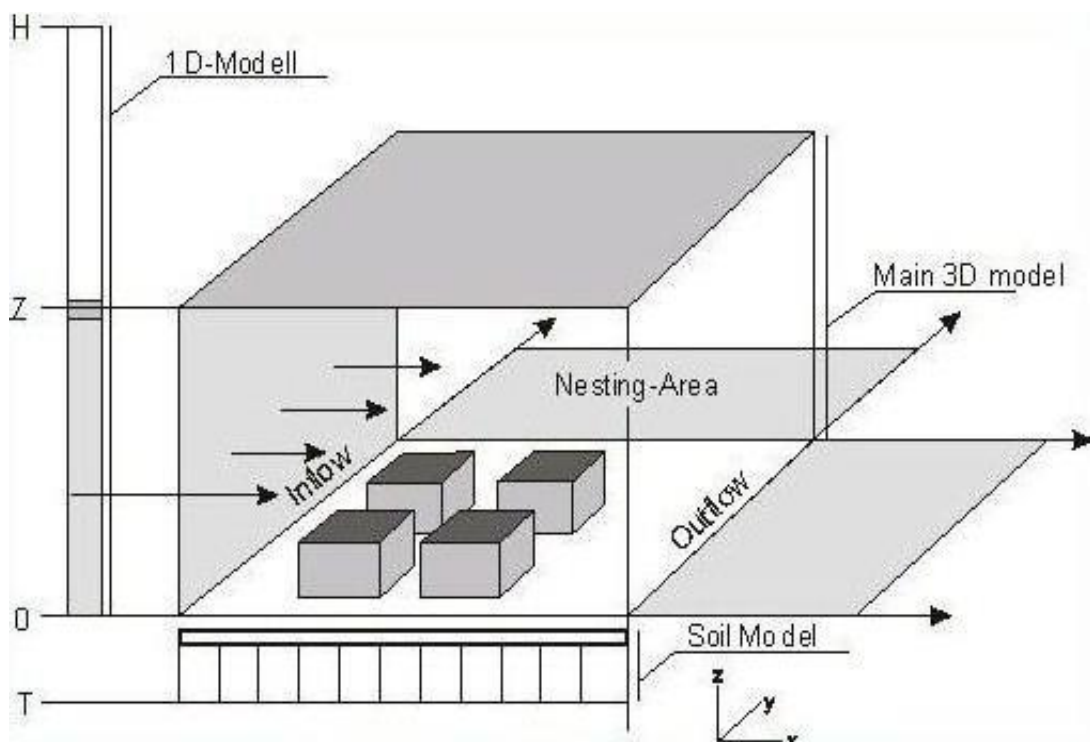
- Την εξατμισοδιαπνοή, την ένταση αισθητής θερμότητας από το πράσινο στον άνεμο, με ολική εξομοίωση του συνόλου των μη τεχνητών συντελεστών των φυτικών οργανισμών
- Την θερμοκρασία της επιφάνειας και τη θερμοκρασία των τοίχων, για όλα τα σημεία
- Την εναλλαγή της θερμότητας και ύδατος στην μάζα του εδάφους.
- Τους συντελεστές βιομετεωρολογικότητας
- Τη διάδοση ποικίλων αερίων και μικροσωματιδίων

Οι τσιμεντένιες δομές, το πράσινο, το έδαφος και τα εξωτερικά στρώματα είναι δυνατόν να υπάρχουν στο μοντέλο. Αυτό το λογισμικό, έχει ως βάση, μετρήσεις βασιζόμενες στην ρευστοδυναμική, οι οποίες χρησιμοποιούνε μεθόδους αριθμητικής και αλγόριθμους ως προς την λύση προβλημάτων της έντασης των υγρών. Σχεδιάστηκε για να αναλύει το κλίμα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τοπικού αέρα. Το λογισμικό είναι έτοιμο να λύσει πολυσύνθετες, ροές τριών διαστάσεων, για τον υπολογισμό και την παροχή σύνθετων θερμοκρασιακών κατανομών, ποσοστών υγρασίας, ακτινοβολίας και πυκνότητα αερίων αλλά και σωματιδίων στον αέρα στη κλίμακα του τόπου. Ένα τέτοιο μοντέλο έχει μεγάλες ανάγκες από την cpu του υπολογιστή, τουτέστιν, οι περιοχές προς εξομοίωση και τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα επιβάλλεται να είναι περιορισμένα [50].

Στην Εικόνα 36 διαφαίνεται η κυρία δομικότητα ενός μοντέλου κλίματος σε το ENVI-met. Η δομικότητα αυτήν δεν αναφέρεται μόνο στο προκείμενο μοντέλο αλλά γίνεται χρήση περίπου σε όλα τα μοντέλα αριθμητικών μαθηματικών τριών διαστάσεων. Έχει σχεδιαστεί στις τρεις διαστάσεις του χώρου τις δύο να είναι παράλληλες προς τον ορίζοντα που είναι κάθετος προς ένα κατακόρυφο επίπεδο (X, Y) και την μία που ακολουθεί τη διεύθυνση της βαρύτητας η οποία είναι κάθετη σε ένα οριζόντιο επίπεδο (Z). Μέσα στο λογισμικό μπορούν να μπουν τα ακριβή στοιχεία τα οποία συνιστούν και εκφράζουν την περιοχή που ενδιαφέρει τον χρήστη όπως για παράδειγμα, τσιμεντένιες δομές, πράσινο και ποικίλα είδη εξωτερικών στρώσεων με τη χρήση του αρχείου εισαγωγής της περιοχής. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το αριθμητικό μοντέλο η περιοχή ενδιαφέροντος θα πρέπει να αναχθεί σε μια σχάρα από κελιά. Όσο πιο μικρό είναι το μέγεθος αυτών, τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν. Όμως, με τη σμίκρυνση των κελιών, συνεπάγεται ότι απαιτούνται περισσότερα από αυτά για να υπάρξει κάλυψη της κάθε περιοχής. Σε κάθε προσομοίωση απαιτείται ένας συμβιβασμός μεταξύ της αξιοπιστίας και της ανάλυσης, ιδιότητες οι οποίες έχουν άμεση επιρροή από το νούμερο των κελιών.

Υπάρχει ο "κανόνας" πως όταν φτάσουν τα 100x100x30 κελιά, το μοντέλο είναι εφικτό να χαρακτηριστεί ως γιγάντιο και θα υπάρξει απαίτηση μεγάλου χρόνου επεξεργασίας από την cpu για να μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα.

Εξαιτίας της ελάττωσης που ορίζουν οι επεξεργαστές και η διαθεσιμότητα της μνήμης των απλών υπολογιστών, γίνεται χρήση διαφόρων στρατηγικών για να υπάρξει κάλυψη όσο είναι εφικτό σε πιο μεγάλες περιοχές με τα μίνιμουμ εφικτά κελιά. Για παράδειγμα, τέτοια στρατηγική είναι με τη χρήση ενός επιπρόσθετου μοντέλου μονής διάστασης (Εικόνα 36). Προκειμένου να υπάρξει επιτυχία σε μία ακριβή εξομοίωση στις διαδικασίες που συμβαίνουν στο στρώμα των ορίων, επιβάλλεται να υπάρξει επέκταση του μοντέλου σε ένα υψόμετρο μίνιμουμ δυόμιση χιλιομέτρων. Ενώ, είναι εφικτό, να υπάρξει επέκταση ολόκληρου του μοντέλου των τριών διαστάσεων σε τέτοιο υψόμετρο, συνήθως ένα μοντέλο με μία μονή διάσταση αναλαμβάνει τις υπολογιστικές εξισώσεις από την κορυφή του μοντέλου των τριών διαστάσεων έως την ολοκληρωτική κορυφή του μοντέλου στα δυόμιση χιλιόμετρα. Έχει έκταση από την επιφάνεια του εδάφους έως τα δυόμιση χιλιόμετρα και συμβάλλει στην παροχή τιμών στην κορυφή του μοντέλου τριών διαστάσεων.



Εικόνα 36. Το μοντέλο ENVI-met. (Πηγή: <http://www.envi-met.com/>).

Ένας άλλος, έτερος, τρόπος για επικάλυψη πιο μεγάλων διαστάσεων στο επίπεδο του ορίζοντα, δίχως να υπάρχει υπερβολική αύξηση του αριθμού των κελιών της σχάρας, γίνεται χρησιμοποιώντας μια δευτερεύουσα περιοχή. Αναλυτικότερα, ουσιαστικά είναι μία περιοχή με κελιά η οποία περιτριγυρίζει τον πυρήνα του μοντέλου με τις τρεις διαστάσεις. Εφόσον τα

κελιά πηγαίνουν πιο μακριά από τον πυρήνα έχουν και προσ αυξημένο μέγεθος. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται εφικτή η απομάκρυνση των ορίων του μοντέλου από τον πυρήνα αυτού, δίχως να υπάρξει σπατάλη πολλαπλών υπολογιστικών κελιών. Αυτή η επικουρική περιοχή δημιουργείται αυτομάτως από το λογισμικό, προκειμένου, να υπάρξει επίτευξη της προκείμενης απομάκρυνσης των ορίων.

Εν κατακλείδι, το μοντέλο του εδάφους, αξιοποιείται για να υπολογίσει την μεταφορά της θερμότητας από τα εξωτερικά στρώματα στην μάζα του εδάφους και αντίστροφα. Επιπρόσθετα, το κομμάτι της υδρολογίας του μοντέλου του εδάφους δίνει στον χρήστη σπουδαία δεδομένα, τα οποία συσχετίζονται με τη διαθεσιμότητα του εδαφικού ύδατος. Αυτά τα δεδομένα χρειάζονται για να εκτιμηθεί η μέγιστη διαπνοή από τους φυτικούς οργανισμούς και το διαθέσιμο νερό στην επιφάνεια του εδάφους. Το μοντέλο του εδάφους, φτάνει σε βάθος δυο μέτρων κατά το οποίο οι θερμοκρασιακές τιμές και οι υγρασιακές τιμές θεωρείτο αμετάβλητες όσο διαρκεί η εξομοίωση.

Οι υπολογιζόμενες μεταβλητές είναι:

- Η εδάφική θερμοκρασία
- Η υδατική ποσότητα στο εδάφος

Το μοντέλο του εδάφους έχει μία διάσταση, πέραν της θέσεως (πρωταρχικό κελί) ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, κατά την οποία γίνεται υπολογισμός της θερμοκρασίας στις τρεις διαστάσεις, προκειμένου, να υπάρξει αποφυγή μη ρεαλιστικών, με μεγάλη κλίση, κατανομών της θερμοκρασίας στο εξωτερικό επίπεδο.

Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Με το πέρας της παρούσης πτυχιακής διατριβής, μπορούμε ομαλά να κατασταλάξουμε σε ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία είναι κομβικής σημασίας για τη πλήρη κατανόηση του σκοπού της προκείμενης μελέτης.

Αρχικά, η σημασία του ορισμού του «πρασίνου» είναι παραπάνω από σπουδαία για την αρμονική ύπαρξη των ανθρώπων εντός αυτού. Το μελετώμενο πεδίο, η πλατεία Ταχυδρομείου είναι κατά μακράν η πιο πράσινη πλατεία της πόλης της Λάρισας και έχει πολλαπλούς αντίκτυπους στην καθημερινότητα των ανθρώπων, πράγματα που ως επί το πλείστον, προαναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Ως άμεσο αποτέλεσμα, η πλατεία Ταχυδρομείου λειτουργεί ως μια όαση σε ένα από τα κεντρικότερα σημεία της πόλης, καθώς επίσης είναι ίσως η πιο επισκέψιμη πλατεία της πόλεως.

Τα φυτά που υπάρχουν εντός της πλατείας Ταχυδρομείου, προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη διαμόρφωση του χώρου της πόλης ενώ παράλληλα είναι αναψυχή κατά τους εαρινούς μήνες σε συνδυασμό με τα πολλαπλά παγκάκια που υπάρχουν σε όλο το εύρος της πλατείας, με αποτέλεσμα να μπορεί το άτομο να πηγαίνει βόλτες και να αναπαύεται. Αξιοσημείωτη είναι και η ύπαρξη του χώρου της παιδικής χαράς, όπου χάρη σε αυτή τα παιδιά του αντίστοιχου ηλικιακού εύρους να μπορούν να παίζουν, να διασκεδάζουν και να περνάνε τον χρόνο τους δημιουργικά με το να κοινωνικοποιούνται αρυτίδωτα με παιδιά της ίδιας ή/και συνομήλικης ηλικίας τους.

Βιβλιογραφία

1. Salata, F.; Golasi, I.; de Lieto Vollaro, R.; de Lieto Vollaro, A. Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data. *Sustain. Cities Soc.* 2016, 26, 318–343.
2. Singh, R.; Arrighi, J.; Jjemba, E.; Strachan, K. *Heatwave Guide for Cities*; Red Cross Red Crescent Climate Centre: The Hague, The Netherlands, 2019.
3. Van Steen, Y.; Ntarladima, A.-M.; Grobbee, R.; Karssenbergh, D.; Vaartjes, I. Sex differences in mortality after heat waves: Are elderly women at higher risk? *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 2019, 92, 37–48.
4. Matzarakis, A. Communication Aspects about Heat in an Era of Global Warming—The Lessons Learnt by Germany and Beyond. *Atmosphere* 2022, 13, 226.
5. Thompson, R.; Landeg, O.; Kar-Purkayastha, I.; Hajat, S.; Kovats, S.; O’Connell, E. Heatwave Mortality in Summer 2020 in England: An Observational Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 6123.
6. Chen, H.; Zhao, L.; Cheng, L.; Zhang, Y.; Wang, H.; Gu, K.; Bao, J.; Yang, J.; Liu, Z.; Huang, J.; et al. Projections of heatwaveattributable mortality under climate change and future population scenarios in China. *Lancet Reg. Health West. Pac.* 2022, 28, 100582.
7. Schwarz, L.; Castillo, E.M.; Chan, T.C.; Brennan, J.J.; Sbiroli, E.S.; Carrasco-Escobar, G.; Nguyen, A.; Clemesha, R.E.S.; Gershunov, A.; Benmarhnia, T. HeatWaves and Emergency Department Visits Among the Homeless, San Diego, 2012–2019. *Am. J. Public Health* 2022, 112, 98–106.
8. United Nations. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. *Sci. Res.* 2015, 42809, 1–13.
9. Mandić, L.; Đukić, A.; Marić, J.; Mitrović, B. A Systematic Review of Outdoor Thermal Comfort Studies for the Urban (Re)Design of City Squares. *Sustainability* 2024, 16, 4920.
10. Galal, O.M.; Sailor, D.J.; Mahmoud, H. The impact of urban form on outdoor thermal comfort in hot arid environments during daylight hours, case study: New Aswan. *Build. Environ.* 2020, 184, 107222.
11. He, B.-J.; Ding, L.; Prasad, D. Relationships among local-scale urban morphology, urban ventilation, urban heat island and outdoor thermal comfort under sea breeze influence. *Sustain. Cities Soc.* 2020, 60, 102289.
12. Unal Cilek, M.; Uslu, C. Modeling the relationship between the geometric characteristics of urban green spaces and thermal comfort: The case of Adana city. *Sustain. Cities Soc.* 2022, 79, 103748.
13. Chiang, Y.-C.; Liu, H.-H.; Li, D.; Ho, L.-C. Quantification through deep learning of sky view factor and greenery on urban streets during hot and cool seasons. *Landsc. Urban Plan.* 2023, 232, 104679.

14. Oke, T.R. The energetic basis of the urban heat island. Q. J. R. Meteorol. Soc. 1982, 108, 1–24. Available online: http://www.patarnott.com/pdf/oake1982_uhi.pdf (accessed on 17 July 2024).
15. Watson, I.D.; Johnson, G.T. Graphical estimation of sky view-factors in urban environments. J. Climatol. 1987, 7, 193–197.
16. Καρακούνος, Ι., Σταθάκης, Δ. 2013. Αστική μορφολογία και μικροκλίμα στις πόλεις.
17. Gaitani, N., Mihalakou, G. and Santamouris, M. 2007. On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. Building and Environment 42 : 317-324.
18. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. 2011. Πρόγραμμα βιοκλιματικών αναβαθμίσεων δημόσιων ανοικτών χώρων. Αθήνα, Υ.Π.Ε.Κ.Α.
19. Thorsson et al. 2007. Different methods for estimating the mean radiant temperature in the outdoor urban setting. Int. J. Climatol 27(14) : 1983-1993.
20. Mihalakakou, G., Santamouris, M., Papanikolaou, N., Cartalis, C. and Tsangrassoulis, A. 2004. Simulation of the Urban Heat Island Phenomenon in Mediterranean Climates. Pure and applied Geophysics 161 : 429-451.
21. Χέλμης, Κ. και Παπαϊωάννου, Γ. 2001. Φυσική Περιβάλλοντος. Αθήνα, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
22. Zoulia, I., Santamouris, M. and Dimoudi, A. 2009. Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens. Environ Monit Assess 156 : 275-292.
23. Shashua-Bar and Hoffman M.E. 2003. Geometry and orientation aspects in passive cooling of canyon streets with trees. Journal of Energy and Buildings 35 : 61-68.
24. Bitan, A. 1982. The Impact of Climate on Planning and Building. Lausanne, Elsevier Sequoia Publishing.
25. Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη. 2009. Οικολογικά Κτίρια σε Αειφόρες Πόλεις.
26. Γαϊτάνη, Ν. 2003. Βιοκλιματική αξιολόγηση ανοικτών χώρων. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία.
27. Κοτσίρης, Γ. 2007. Θερμική άνεση. Αθήνα, Εκδόσεις Ίων.
28. ASHRAE Standard 55-1992. 1992. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
29. ASHRAE. 2005. Fundamentals. SI Edition. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
30. INNOVA Air Tech Instruments. 2002. Thermal Comfort. Denmark.
31. Τ.Ε.Ε. 2011. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων. Αθήνα, Υ.Π.Ε.Κ.Α.
32. Lechner, N. 1991. Heating, Cooling, Lighting: Design methods for architects. John Wiley & Sons.
33. Brown, R., Gillespie, T. 1995. Microclimatic Landscape Design. John Wiley and Sons.
34. Givoni, B. 1994. Passive and low energy cooling of buildings. New York, Van Nostrand Reinhold.
35. Alexandri, E. 2001. The Effect of Green Roofs on the Urban Climate. Case Study: Athens. University of Cambridge, Department of Architecture, MPhil Dissertation.
36. ΥΠΕΧΩΔΕ. 2010. Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές – ΠΙΕΤΕΠ 03-11-20-00 Εφαρμογές ψυχρών υλικών (cool materials). Αθήνα, Έκδοση 3.

37. Ανδρεαδάκη, Ε. 2008. Η βιωσιμότητα του δομημένου χώρου. Περιοδικό του Σ.Α.Δ.Α.Σ-Π.Ε.Α 70 : 56-59.
38. Φέτση, Θ. 2012. Ο επαναπροσδιορισμός του αστικού πρασίνου στον αστικό ιστό. Η περίπτωση των φυτεμένων δωμάτων και κάθετων φυτεύσεων. Αθήνα, Ε.Μ.Π., Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.
39. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. 2011. Πράσινα Δώματα σε Δημόσια Κτήρια.
40. Ευμορφοπούλου, Α. 1992. Οι κήποι στα δώματα των κτιρίων, η συμβολή τους στο οικοσύστημα των αστικών κέντρων, οι κατασκευαστικές λύσεις και οι δυνατότητες εφαρμογής στον Ελληνικό χώρο. Θεσσαλονίκη, Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ.
41. Περγιαλιώτη, Ν. 2010. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Helichrysum Italicum* και *Helichrysum Orientale* σε συνθήκες φυτοδώματος. Αθήνα, Μεταπτυχιακή εργασία Γ.Π.Α.
42. Ψαριανού, Α. 2013. Κάθετοι κήποι και εφαρμογές.
43. Green roofs for healthy cities. 2008. Introduction to Green Walls Technology, Benefits & Design. California.
44. Yang, J., Yu, Q. and Gong, P. 2008. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42: 7266–7273.
45. Gartland, L. 2008 Heat islands: Understanding and Mitigating heat in urban areas. London.
46. Scholz-Barth, K. 2001. Green Roofs: Stormwater Management from the Top Down. *Environmental Design & Construction*, Feature January/February.
47. Peck, S., Callaghan, C., Kuhn, M. and Bass, B. 1999. Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion. Canada, Ottawa.
48. Ε.Μ.Υ. 2013. Κλιματολογία: Το κλίμα της Ελλάδας.
49. Bruse, M. et al. 2011. V3.1 online manual.
50. Παπουτσή, Δ. 2012. Βιοκλιματικός σχεδιασμός & περιβαλλοντική άνεση – Προσομοίωση με το λογισμικό envi-met. Αθήνα, Ε.Μ.Π., Διπλωματική εργασία.