



Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τ.Τ.

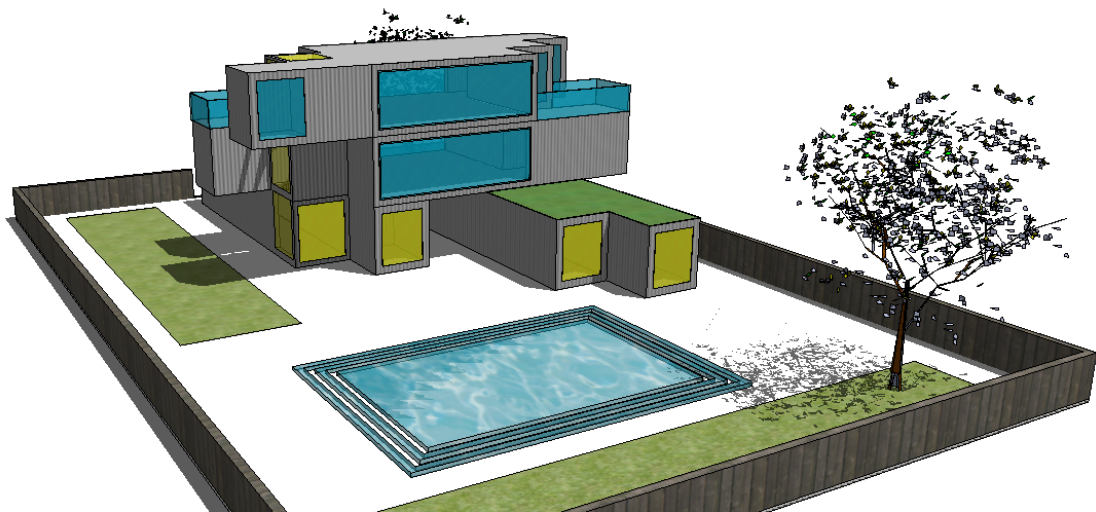
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

με θέμα

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΚΑΤ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΤΥΠΟΥ CONTAINERS) ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ  
ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ CONTAINERS ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ  
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ



ΜΕΛΕΤΗ

Βασιλείου Ανδρέας (ΑΜ 39861)

Στραμάρκο Μαρίνα (ΑΜ 39893)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Βαρελίδης Γεώργιος

Πειραιάς 2016

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΚΑΤ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΤΥΠΟΥ CONTAINERS)  
ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ CONTAINERS  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της εργασίας αποτελεί η κατάθεση τεκμηριωμένης αρχιτεκτονικής μελέτης με σύνθεση containers η οποία να βασίζεται σε βασικές αρχές βιοκλιματισμού και παράλληλα η παρουσίαση μεθόδων ενεργειακής αυτονομίας της σύνθεσης. Πιο συγκεκριμένα στοχεύεται η γεωμετρική σύνθεση και η αντιμετώπιση πιθανών ιδιορρυθμιών που άπτονται της κατασκευής (μονώσεις, διαχωρισμός χώρων, θέση ανοιγμάτων, κλπ.) καθώς και η προσαρμογή της στα πρότυπα που ορίζει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Όσον αφορά την ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου η πρόταση θα περιλαμβάνει μεθόδους, όπως η φύτευση δώματος, η τοποθέτηση ηλιακών πάνελ, ανεμιστήρων οροφής και συσκευές υψηλής ενεργειακής κλάσης.

## ABSTRACT

The aim of the thesis is the documented filing containers composition of architectural design, based on basic bioclimatic principles while presenting the synthesis energy autonomy methods. More specifically targeted geometrical composition and address potential quirks related to construction (insulation, space separation, position openings, etc.) And the adjustment to the standards set by the bioclimatic architecture. On energy autonomy of the building proposal will include methods, such as planting roof, the installation of solar panels, ceiling fans and high energy class appliances.

## Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	11
1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ .....	13
Εισαγωγή .....	13
1.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού .....	13
1.2 Τα Κοντέινερ ως Δομικό Υλικό .....	15
1.3 Κόστος Κτισμάτων από Κοντέινερ .....	17
1.4 Εφαρμογές Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής σε Κοντέινερ .....	18
1.5 Ζητήματα Θεμελίωσης .....	22
1.6 Προβλήματα Συντήρησης .....	23
1.7 Απαιτήσεις Θέρμανσης .....	24
1.8 Αντισεισμικότητα των Κοντέινερ .....	25
1.9 Ηχομόνωση και Κοντέινερ .....	26
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Π.Ε. ....	28
Εισαγωγή .....	28
2.1 Είδη Ήπιων Μορφών Ενέργειας .....	29
2.2 Πλεονεκτήματα .....	30
2.3 Μειονεκτήματα .....	30
2.4 Οφέλη Χρήσης ΑΠΕ .....	31
2.5 Προοπτικές Εξέλιξης .....	32
2.6 Ηλιακή Ενέργεια .....	33
2.6.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα .....	34
2.6.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα .....	35
2.6.3 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα .....	37
3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....	39

Εισαγωγή .....	39
3.1 Το Κτίριο ως Φυσικός Ηλιακός Συλλέκτης .....	41
3.1.1 Χωροθέτηση Κτιρίου .....	42
3.1.2 Προσανατολισμός Κτιρίου .....	43
3.1.3 Γεωμετρία Κτιρίου.....	44
3.1.4 Μέγεθος και Θέση Ανοίγματος .....	45
3.2 Το Κτίριο ως Αποθήκη Θερμότητας.....	45
3.3 Το Κτίριο ως Συλλέκτης Ψύξης.....	47
3.3.1 Σχεδιασμός Κτιρίου και Ανοιγμάτων .....	48
3.3.2 Σχεδιασμός Ηλιοπροστασίας .....	49
3.3.3 Θερμική Αδράνεια Κατασκευής.....	50
3.3.4 Φυσικός Αερισμός .....	50
3.3.5 Χρώμα και Υφή Εξωτερικών Επιφανειών.....	51
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	52
Εισαγωγή .....	52
4.1 Μορφολογία Περιοχής.....	53
4.2 Υφιστάμενη Κατάσταση Οικοπέδου Μελέτης.....	53
4.3 Κλιματικές Συνθήκες .....	60
4.4 Ιδιοκτησιακό Καθεστώς .....	61
4.5 Προσβασιμότητα - Συγκοινωνιακή Κάλυψη .....	62
5. ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	64
Εισαγωγή .....	64
5.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού .....	64
5.2 Διάγραμμα Κάλυψης.....	65
5.3 Εσωτερική Διαρρύθμιση .....	66

5.4	Δυτική Όψη.....	68
5.5	Ανατολική Όψη.....	69
5.6	Βορινή Όψη.....	70
5.7	Νότια Όψη.....	71
5.8	Φωτοβολταϊκό Σύστημα .....	71
5.9	Φύτευση Δώματος.....	75
5.10	Περιβάλλον Χώρος.....	78
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	82
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	83

## Ευρετήριο Εικόνων

<b>Εικόνα 1</b> Η cargotecture εντάσσεται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, κυρίως διότι αξιοποιεί τα κοντέινερ ως δομικό υλικό, και, επομένως, με αυτό τον τρόπο τα «ανακυκλώνει» και επαναπροσδιορίζει τη χρήση τους.....	14
<b>Εικόνα 2</b> Τα κοντέινερ είναι φτιαγμένα από ατσάλι 14g και θεωρείται πάρα πολύ δυνατό υλικό. Τα περισσότερα κτίσματα από κοντέινερ που υπάρχουν μέχρι σήμερα φτάνουν τους δύο ή τρεις ορόφους, όμως υπάρχουν και κτίσματα δόροφφα και 10όροφα.....	16
<b>Εικόνα 3</b> Τα κοντέινερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε κτίσμα όσο ψηλό και αν είναι αυτό (εκτός από τους ουρανοξύστες).....	17
<b>Εικόνα 4</b> Η ιδέα της πράσινης δόμησης ή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, υπαγορεύει την ανακύκλωση και τον επαναπροσδιορισμό όσο το δυνατόν περισσότερων υλικών. ....	20
<b>Εικόνα 5</b> Κοντέινερ τοποθετημένο πάνω σε πλάκα καθαριότητας.....	22
<b>Εικόνα 6</b> Κατασκευαστικά είναι διακριτό ότι το container δεν έχει θεμελιωθεί στο έδαφος. Στην πίσω πλευρά φαίνεται επίσης κάποιο είδος αντίβαρου που χρησιμεύει για να απορροφώνται οι κραδασμοί και οι ταλαντώσεις των ενοίκων.....	22
<b>Εικόνα 7</b> Το ατσάλι από το οποίο φτιάχνονται τα κοντέινερ άλλωστε δεν είναι απλώς ανοξείδωτο, αλλά αντιδιαβρωτικό, κάτι το οποίο το κάνει ανθεκτικό, όχι μόνο απέναντι στη σκουριά.....	23
<b>Εικόνα 8</b> Μεγάλο ρόλο στην επιλογή τρόπου θέρμανσης στην αρχιτεκτονική με κοντέινερ διαδραματίζει η έκταση του χώρου στον οποίο εγκαθίστανται τα συστήματα θέρμανσης.....	25
<b>Εικόνα 9</b> Τα κοντέινερ προσφέρουν μια από τις καλύτερες λύσεις αναφορικά με την ηχομόνωση του κτιρίου.....	27
<b>Εικόνα 10</b> Οι κατηγορίες εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας.....	33



<b>Εικόνα 11</b> Κατανάλωση καυσίμων στον Ελλαδικό χώρο.....	40
<b>Εικόνα 12</b> Το κτίριο ως φυσικός συλλέκτης ηλιακής ενέργεια το χειμώνα .....	42
<b>Εικόνα 13</b> Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας όλο το χρόνο .....	43
<b>Εικόνα 14</b> Διαγραμματική τομή κελύφους αποθήκευσης θερμότητας.....	46
<b>Εικόνα 15</b> Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου .....	55
<b>Εικόνα 16</b> Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου .....	56
<b>Εικόνα 17</b> Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου .....	57
<b>Εικόνα 18</b> Τρισδιάστατη σχεδίαση του πάρκου στο πρόγραμμα Sketch up.....	58
<b>Εικόνα 19</b> Χρήσεις γης .....	59
<b>Εικόνα 20</b> Στατιστικά στοιχεία θερμοκρασιακών μεταβολών στην περιοχή της Αθήνας.....	60
<b>Εικόνα 21</b> Στατιστικά στοιχεία συχνότητας βροχοπτώσεων στην περιοχή της Αθήνας .....	61
<b>Εικόνα 22</b> Χάρτης πρόσβασης στο συγκρότημα του Παλαιού Φαλήρου.....	63
<b>Εικόνα 23</b> Αεροφωτογραφία της περιοχής με σήμανση των στάσεων του μετρού....	63
<b>Εικόνα 24</b> Διάγραμμα κάυσης οικοπέδου .....	65
<b>Εικόνα 25</b> Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οικοπέδου.....	65
<b>Εικόνα 26</b> Κάτοψη ισόγειου .....	66
<b>Εικόνα 27</b> Η ηλιακή τροχία σε σχέση με το κτίριο.....	67
<b>Εικόνα 28</b> Κάτοψη πρώτου ορόφου.....	67
<b>Εικόνα 29</b> Κάτοψη δευτέρου ορόφου .....	68
<b>Εικόνα 30</b> Η δυτική όψη του κτιρίου. Έχει τοποθετηθεί φυσική βλάστηση για την προστασία του κτιρίου από την αντηλιά και τον απογευματινό ήλιο.....	69
<b>Εικόνα 31</b> Η ανατολική πλευρά του κτιρίου.....	69
<b>Εικόνα 32</b> Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι συγχρόνως και η πρόσοψη του. Για λόγους καλαισθησίας προτιμήθηκαν μεγάλα ανοίγματα με πρόβλεψη προστασίας από φυλλοβόλα δέντρα. ....	70

<b>Εικόνα 33</b> Στην βορινή πλευρά του κτιρίου βρίσκεται η κεντρική είσοδος. Στην βορινή πλευρά τοποθετούνται τα κλιμακοστάσια, λουτρό -W.C., αποθήκη και χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων .....	70
<b>Εικόνα 34</b> Η νότια πλευρά του κτιρίου. Έχουν προβλεφθεί μεγάλα ανοίγματα. Η νότια πλευρά δέχεται την μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και την μικρότερη το καλοκαίρι. Είναι η πιο φωτεινή και η πιο ευχάριστη περιοχή του κτιρίου και συνεπώς η προσφορότερη για την τοποθέτηση των χώρων που χρησιμοποιούνται τις περισσότερες ώρες της ημέρας, όπως για παράδειγμα η κουζίνα, το καθιστικό, τα δωμάτια .....	71
<b>Εικόνα 35</b> Στο δώμα θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταικά πάνελ .....	72
<b>Εικόνα 36</b> Στα δώματα του ισογείου θα πραγματοποιηθή η φύτευση.....	75
<b>Εικόνα 37</b> Η πρόσοψη του οικοπέδου .....	79
<b>Εικόνα 38</b> Η πρόσοψη του οικοπέδου .....	80
<b>Εικόνα 39</b> Η πίσω όψη του οικοπέδου.....	81

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θίγει το ζήτημα της προκατασκευασμένης κατοικίας (τύπου Containers), η οποία συνεπάγεται από τη σύνθεση Containers με βάση τις κύριες αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και τις προτάσεις για ενεργειακή αυτονομία. Η αρχιτεκτονική με κοντέινερ αποτελεί πρωτοπορία για τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη προσοχή και έμφαση στον συγκεκριμένο αντισυμβατικό και μη θεσμοθετημένο τομέα δόμησης.

Το ζήτημα που μελετά η πτυχιακή εργασία αναλύεται σε πέντε διαφορετικά κεφάλαια. Η πρώτη ενότητα εστιάζεται στην αρχιτεκτονική με κοντέινερ, στα οφέλη που παρουσιάζει με την εξοικονόμηση χρημάτων, την παροχή καλής ποιότητας, την αντισεισμική δυνατότητα και τις απαιτήσεις θέρμανσης. Όλα τα παραπάνω ζητήματα αναλύονται εκτενώς με αναφορά σε συγκεκριμένα παραδείγματα.

Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο διερευνά τις τεχνολογίες αξιολόγησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αρχικά, καταγράφονται τα είδη των ήπιων μορφών ενέργειας με τα οφέλη και τα μειονεκτήματα που σημειώνουν και ακολούθως, αναφέρεται η ηλιακή ενέργεια που διαφοροποιείται για το σύνολο των πολυάριθμων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο και κατατάσσονται τα είδη της.

Η τρίτη ενότητα μελετά τον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό που ενσωματώνει τα παθητικά συστήματα για να εκμεταλλευτεί τις περιβαλλοντικές πηγές. Το τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον καθορίζουν τον σχεδιασμό των κτιρίων για τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Προβάλλεται στην ενότητα αυτή το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης, ως αποθήκη θερμότητας και ως συλλέκτης ψύξης.

Τα δύο τελευταία κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας ταυτίζονται, καθώς αφορούν τη δημιουργία ενός κτιρίου από κοντέινερ και την

περιοχή τοποθέτησής του. Η περιοχή που επιλέχθηκε είναι το Παλαιό Φάληρο και συγκεκριμένα το Δημοτικό Πάρκο, αφού ο συνδυασμός του χώρου και της κατασκευής είναι απόλυτα σύγχρονος, καινοτόμος και εναλλακτικός με στοιχεία νεωτεριστικά και καινοτόμα.

Η τοποθέτηση ενός κτιρίου κατασκευασμένο από κοντέινερ σε δημόσιο χώρο δεν επιλέχθηκε τυχαία. Πιο συγκεκριμένα, η αρχιτεκτονική από κοντέινερ στο σύνολό της θεωρείται καινοτόμα, πρωτοπόρα και φορέας νέων ιδεών, καθώς συμβάλλει στην αλλαγή του τοπίου της ευρύτερης περιοχής.

# 1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ

## Εισαγωγή

Το πρώτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετά την αρχιτεκτονική με κοντέινερ. Έχει διαπιστωθεί ότι η μορφή αυτή της αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με τη χρήση εμπορευματοκιβωτίων (container) από χάλυβα ως δομικό στοιχείο, εξαιτίας της εγγενούς τους αντοχής, του χαμηλού κόστους - το συνολικό κόστος είναι 30% - 50% μικρότερο από τις συμβατικές κατασκευές -, της μεγάλης διάρκειας ζωής, της ταχείας κατασκευής και της ευρείας διαθεσιμότητας. Παράλληλα, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση του κοντέινερ ως δομικό υλικό, στις εφαρμογές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, στις απαιτήσεις της θέρμανσης, καθώς και στη δυνατότητα αντισεισμικότητας των κοντέινερ.

## 1.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού

Η αρχιτεκτονική με κοντέινερ ή αλλιώς cargotecture χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη κοντέινερ μεταφοράς (shippingcontainers). Είναι η τελευταία λέξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και την τελευταία δεκαετία περίπου, τόσο οι αρχιτέκτονες όσο και οι πολιτικοί μηχανικοί ασχολούνται ειδικά και εντατικά με αυτό το εναλλακτικό είδος δόμησης.

Ο όρος cargotecture φαίνεται να χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 2003 από μία αμερικανική αρχιτεκτονική εταιρία. Είναι σύνθετη λέξη από το cargo (= εμπόρευμα) και το architecture (αρχιτεκτονική) και καθιερώθηκε για να περιγράψει τα συστήματα δόμησης που χρησιμοποιούν αποκλειστικά ή εν μέρει κοντέινερ ως δομικά υλικά. Η cargotecture εντάσσεται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, κυρίως γιατί αξιοποιεί τα κοντέινερ ως δομικό υλικό, και, επομένως, με αυτό τον τρόπο τα 'ανακυκλώνει' και επαναπροσδιορίζει τη χρήση τους.

Άλλοι λόγοι είναι η φορητότητα αυτών των κτισμάτων, καθώς και η καλύτερη στατικότητα που έχουν έναντι των συμβατικών δομικών υλικών (όπως πχ τούβλα), αφού είναι σχεδιασμένα για να στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο.



**Εικόνα 1** Η cargotecture εντάσσεται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, κυρίως διότι αξιοποιεί τα κοντέινερ ως δομικό υλικό, και, επομένως, με αυτό τον τρόπο τα «ανακυκλώνει» και επαναπροσδιορίζει τη χρήση τους.

Την πιο εναργή αναφορά της χρησιμοποίησης κοντέινερ στην ελληνική πραγματικότητα αποτελούν τα καταλύματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανακούφιση των σεισμοπαθών του 1999. Τότε ήταν η πρώτη φορά που τα κοντέινερ χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένα σε όλη την επικράτεια, ώστε χιλιάδες άνθρωποι να βρουν στέγη μέχρι να επουλωθούν οι πληγές τους και να μπορέσουν να σταθούν στα πόδια τους.

Εδώ όμως πρέπει να σημειώσουμε τα εξής: τα καταλύματα των σεισμοπαθών του 1999 μπορεί να αποτελούν ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της ταχύτητας και της μείωσης του κόστους που μπορεί κανείς να απολαύσει χρησιμοποιώντας τα κοντέινερ ως δομικά υλικά, όμως σε καμία περίπτωση ΔΕΝ αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των δυνατοτήτων που ανοίγονται από την εναλλακτική αυτή μορφή δόμησης!

Είναι λάθος να σκεφτόμαστε τα σπίτια αυτά ως μοναδικό δυνατό αποτέλεσμα της αρχιτεκτονικής με κοντέινερ.

Αυτά τα καταλύματα είναι η πιο φθηνή εκδοχή των αποτελεσμάτων που μπορεί κανείς να έχει, και μπορεί μεν να χρησιμοποιήθηκαν σωστά τότε από την Ελλάδα, αφού το ζητούμενο ήταν να βρεθεί μία γρήγορη, αποτελεσματική, υγιεινή και φθηνή προσωρινή λύση για τους χιλιάδες ανθρώπους, τα σπίτια των οποίων είχαν καταστραφεί ολοσχερώς από το σεισμό, όμως αυτά τα λυόμενα είχαν σε πολλές περιπτώσεις βασικές ελλείψεις όπως πχ καθόλου υδραυλικές εγκαταστάσεις, θερμομόνωση και θέρμανση.

Αυτή όμως η εικόνα που όλοι έχουμε από την εποχή εκείνη, αδικεί σε ύψιστο βαθμό αυτό το είδος αρχιτεκτονικής, η οποία μπορεί να δημιουργήσει κτίρια όμορφα, βιοκλιματικά, με υψηλή ενεργειακή απόδοση που δεν γίνεται καν αντιληπτό ότι φτιάχτηκαν από κοντέινερ. Δεν είναι λίγα τα παραδείγματα των κτηρίων από κοντέινερ, τα οποία είναι τέτοιας αισθητικής, ώστε να θεωρούνται έργα τέχνης.

Η cargotecture στο εξωτερικό έχει χρησιμοποιηθεί για σχολεία (αυτό βέβαια έχει γίνει και σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας), οικιστικά συγκροτήματα, επαγγελματικά γραφεία, επιχειρήσεις, φοιτητικές εστίες, δόματα, καταστήματα, εξοχικές κατοικίες, εργοστάσια και ένα πλήθος από άλλες εφαρμογές τόσο σε αστικό όσο και σε αγροτικό οικιστικό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα δε που μπορεί κανείς να έχει ποικίλουν ανάλογα με το αν τα κοντέινερ χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά ή μόνο εν μέρει, εάν στόχος είναι η εξωτερική όψη των κτηρίων να μοιάζει ή όχι με κοντέινερ κλπ.

## **1.2 Τα Κοντέινερ ως Δομικό Υλικό**

Το κοντέινερ είναι από τα πιο γερά δομικά υλικά που υπάρχουν. Είναι σχεδιασμένα να αντέχουν φορτία πολλών τόνων σε υπερπόντιες μεταφορές. Λόγω του γεγονότος ότι έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις και επειδή ακριβώς είναι σχεδιασμένα να στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο για να μεταφερθούν διευκολύνουν αφάνταστα τη δόμηση και δίνουν στους αρχιτέκτονες και στους πολιτικούς μηχανικούς την ευκαιρία να ασχοληθούν με πολύ λιγότερα προβλήματα σε σχέση με τα συμβατικά δομικά

υλικά. Όταν χρησιμοποιούνται οποιασδήποτε μορφής τούβλα (κεραμικά, υαλότουβλα, πυρότουβλα κ.λ.π.) προκύπτουν προβλήματα από τις διαστάσεις των κτηρίων. Τα τούβλα, λοιπόν, πρέπει να κοπούν και να τοποθετηθούν σωστά.



**Εικόνα 2** Τα κοντέινερ είναι φτιαγμένα από ασάλι 14g και θεωρείται πάρα πολύ δυνατό υλικό. Τα περισσότερα κτίσματα από κοντέινερ που υπάρχουν μέχρι σήμερα φτάνουν τους δύο ή τρεις ορόφους, όμως υπάρχουν και κτίσματα 8όροφα και 10όροφα.

Αντίθετα, τα κοντέινερ στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, χωρίς κανένα απολύτως πρόβλημα, καθώς σχεδιάστηκαν για τον λόγο αυτό. Στην περίπτωση που παρατηρηθούν τα φορτηγά πλοία στα οποία φορτώνονται, η φόρτωση συνήθως έχει 6,7 ή ακόμη και 10 σειρές από κοντέινερ στοιβαγμένα το ένα πάνω στο άλλο. Αυτό υποδηλώνει ότι είναι σχεδιασμένα να στέκονται κατ' αυτόν τον τρόπο υπό τις συνθήκες όταν είναι επιθυμητό να χρησιμοποιήσουμε σε στέρεο έδαφος, με την προσθήκη κάποιας πλαισίωσης ή θεμελίων (αλλά και άλλων δομικών υλικών. Όπως μονωτικά, κουφώματα κ.α.).



Τα κοντέινερ είναι φτιαγμένα από ατσάλι 14g, το οποίο είναι πάρα πολύ δυνατό υλικό. Τα περισσότερα κτίσματα από κοντέινερ που υπάρχουν μέχρι σήμερα φτάνουν τους δύο ή τρεις ορόφους, όμως υπάρχουν και κτίσματα δόροφφα και 10όροφα. Γενικότερα, τα κοντέινερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε κτίσμα όσο ψηλό και αν είναι αυτό (εκτός από τους ουρανοξύστες). Από στατικής άποψης, αυτά τα κτίρια συμπεριφέρονται πολύ καλύτερα από μια συμβατικά δομημένη ελληνική πολυκατοικία. Ζυγίζουν πολύ λιγότερο, αντέχουν το ίδιο ή και περισσότερο βάρος από το σύνηθες σκυρόδεμα (μπετόν και σίδερα), ενώ έχουν αυξημένη αντιπυρρική και αντισεισμική προστασία σε σχέση με τα συμβατικά υλικά.



**Εικόνα 3** Τα κοντέινερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε κτίσμα όσο ψηλό και αν είναι αυτό (εκτός από τους ουρανοξύστες).

### **1.3 Κόστος Κτισμάτων από Κοντέινερ**

Το κόστος των κτισμάτων από κοντέινερ είναι υποπολλαπλάσιο από τα συμβατικά δομημένα κτίσματα. Ακόμη και τα σύγχρονα κοντέινερ δεν κοστίζουν παραπάνω από τα συμβατικά δομικά υλικά, ενώ η αποστολή στον τόπο ανοικοδόμησης είναι εξίσου εύκολη. Η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με η μείωση του χρόνου που χρειάζεται για την επεξεργασία των κοντέινερ και τη δόμησή τους. Ο χρόνος που απαιτείται είναι σχεδόν ο μισός, εξαιτίας του ελαττωμένου βάρους, όσο και την ευκολίας επεξεργασίας που μπορεί να υποστεί το ατσάλι.

Στην περίπτωση που είναι επιθυμητή η κατασκευή μιας εξοχικής κατοικίας ή ενός εργοστασίου με γρήγορη και ανθεκτική κατασκευή που επεκτείνεται σε έναν ή δύο ορόφους (ανεξαρτήτων τετραγωνικών μέτρων), το κόστος των κοντέινερ είναι ασύγκριτα μικρότερο σε σχέση με το κόστος που θα υπήρχε αν έπρεπε να χτιστεί με συμβατικά υλικά.

Σχετικά με το κόστος συντήρησης και τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από μια κατασκευή από κοντέινερ δεν αλλάζουν. Η μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης λόγω της υψηλής ενεργειακής απόδοσης αυτών των κτιρίων, η μείωση του κόστους συντήρησης, αλλά και η μείωση του κόστους από τα υλικά που χρειάζονται για να επιτευχθεί η μόνωση και η συντήρηση των κτηρίων αυτών ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις. Δεν πρέπει να παραλείπεται το γεγονός ότι ένα συμβατικά δομημένο κτίριο απαιτεί κατά τη διάρκεια ζωής του συντήρηση το κόστος της οποίας ανέρχεται στο 85% της αξίας του, κάτι που δε συμβαίνει σε ένα κτίριο από κοντέινερ. Στο σύνολό τους, τα οφέλη προκύπτουν μόνο εφόσον ο σχεδιασμός και η ανοικοδόμηση γίνεται από εξειδικευμένους αρχιτέκτονες και πολιτικούς μηχανικούς.

#### **1.4 Εφαρμογές Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής σε Κοντέινερ**

Η ιδέα της πράσινης δόμησης ή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, υπαγορεύει την ανακύκλωση και τον επαναπροσδιορισμό όσο το δυνατόν περισσότερων υλικών. Η ιδέα λοιπόν ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κοντέινερ που θα σκούριαζαν σε κάποια μάντρα ως πρώτη ύλη για μια νέα πράσινη δόμηση, σε συνδυασμό με το μειωμένο κόστος, τη σχεδιαστική ελευθερία, αλλά και την ευκολία επεξεργασίας των κοντέινερ ήταν φυσικό να τραβήξει μεγάλο ενδιαφέρον.

Μέχρι στιγμής, εφαρμογές της cargotecture έχουν χρησιμοποιηθεί σε αρκετά μεγάλη έκταση σε πάρα πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων οι ΗΠΑ, η Νέα Ζηλανδία, η Αυστραλία, η Αγγλία, η Ολλανδία, η Κίνα, η Κόστα Ρίκα, το Πακιστάν, η Ιαπωνία κ.ά.

Η πρώτη ιδέα στην Ευρώπη φαίνεται να εφαρμόστηκε σε συγκροτήματα επαγγελματικών κατοικιών στη Μεγάλη Βρετανία το 2001. Τα σπίτια αυτά έγιναν ευρέως γνωστά με τον όρο «container city», ενώ γνώρισαν τόσο μεγάλη επιτυχία,

ώστε την επόμενη χρονιά χτίστηκε και η «container city 2». Επρόκειτο στην ουσία για συγκροτήματα που στέγαζαν επαγγελματίες, όπως αρχιτέκτονες, γιατρούς, δικηγόρους, πολιτικούς μηχανικούς, ελεύθερους επαγγελματίες κ.λ.π. Μερικά χρόνια αργότερα, μεγάλη αίσθηση προκάλεσε η εφαρμογή της ίδιας ιδέας στην Ολλανδία, σε κάπως διαφορετικό περιεχόμενο. Η Ολλανδία αντιμετώπιζε πρόβλημα στέγασης των φοιτητών, των οποίων ο αριθμός είχε ανέβει δραματικά. Το 2006 η τότε κυβέρνηση αναγνώρισε τα πλεονεκτήματα που προσέφερε η νέα cargotecture, δίνοντας βάρος σε τρία κυρίως χαρακτηριστικά:

- Το μειωμένο κόστος
- Τη φορητότητα των κτιρίων
- Τα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά τους

Λοιπόν, αποφάσισαν να νοικιάσουν μια έκταση στο κέντρο της πόλης και να κτίσουν ένα μικρό αριθμό φοιτητικών εστιών (30 τ.μ. η κατοικία). Απώτερος σκοπός η επίτευξη αυτής της ιδέας. Στην περίπτωση που δεν άρεσε στον κόσμο, μπορούσαν να μεταφέρουν όλες αυτές τις κατοικίες σε ένα άλλο, λιγότερο κεντρικό μέρος. Σε ελάχιστο χρόνο, αυτές οι κατοικίες έγιναν ανάρπαστες. Τέλος, στην Αυστραλία, μετά τις φυσικές καταστροφές των τελευταίων χρόνων, ένας αρχιτέκτονας παρουσίασε μια πρόταση για καταφύγια. Η πρόταση αυτή είναι βασισμένη στα κοντέινερ, λόγω της αντοχής που έχουν στις καιρικές συνθήκες. Από τότε, η cargotecture έχει εφαρμοστεί σε εκατοντάδες ιδέες και χρήσεις: εξοχικές κατοικίες, μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, εργοστάσια, βιομηχανίες, καταστήματα λιανικής, ατελιέ, σχολεία, εστιατόρια, διαμερίσματα, γραφεία κ.τ.λ.



Έχει γίνει κατανοητό ότι τα κοντέινερ έχουν πολλά πλεονεκτήματα τόσο ως προς το κόστος, όσο και ως προς τα στατικά τους χαρακτηριστικά. Η δόμηση με κοντέινερ παρέχει τις ίδιες δυνατότητες που έχει και ένα συμβατικά δομημένο κτίριο και αυτό ισχύει για τις ηλεκτρικές, τις υδραυλικές και γενικά όλα τα είδη εγκαταστάσεων και συστημάτων που διαθέτει ένα σύγχρονο κτίριο.

**Εικόνα 4** Η ιδέα της πράσινης δόμησης ή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, υπαγορεύει την ανακύκλωση και τον επαναπροσδιορισμό όσο το δυνατόν περισσότερων υλικών.

Είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι δύο είναι οι βασικοί λόγοι που η cargotecture θεωρείται πράσινη δόμηση. Εν πρώτοις, πρέπει να εστιάσουμε στο γεγονός ότι τα κοντέινερ που χρησιμοποιούνται σε αυτό το είδος αρχιτεκτονικής είναι στην πλειοψηφία τους ήδη μεταχειρισμένα. Αυτό είναι ένας πολύ μεγάλος λόγος που η cargotecture θεωρείται φιλική προς το περιβάλλον : επαναπροσδιορίζει τον σκοπό προϊόντων που χρησιμοποιούνται στις βαριές μεταφορές, εντάσσοντάς τα με αυτόν τον τρόπο σε μια οιονεί «ανακύκλωση», και τα μετατρέπει σε φθηνή και γερή πρώτη ύλη για μια δόμηση φιλική προς το περιβάλλον. Έτσι, αντί για να έχουμε κάθε χρόνο τόνους ατσάλι να σκουριάζουν μολύνοντας το ήδη βεβαρημένο περιβάλλον σε διάφορες μάντρες ή χωματερές χωρίς κάποιο βιώσιμο τρόπο να ανακυκλωθούν, έχουμε πλέον τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε τα κοντέινερ για να δημιουργούμε οικονομικότερη δόμηση για περισσότερο κόσμο.

Η δυνατότητα θέρμανσης που έχουν τα κοντέινερ κατατάσσεται στο δεύτερο χαρακτηριστικό της cargotecture της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Έχει αποδειχθεί ότι το ατσάλι αποτελεί καλό αγωγό της θερμότητας με μηδαμινές ενεργειακές απώλειες. Συνεπώς, αποτελεί μειονέκτημα, καθώς απαιτεί το ¼ ή το 1/5 της ενέργειας που είναι αναγκαία για ένα δομημένο κτίριο προκειμένου να θερμανθεί τους χειμερινούς μήνες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι την εποχή του καλοκαιριού δαπανάται η ενέργεια που συλλέγεται τον χειμώνα, ώστε η θερμοκρασία του κτιρίου να κατέβει σε ανθρώπινα επίπεδα. Αυτό όμως οφείλεται στην έλλειψη γνώσης και εξειδίκευσης. Με την κατάλληλη σχεδίαση, το κτίριο από κοντέινερ διαθέτει καταπληκτική θερμομόνωση, ενώ η τεχνολογία δίνει πλέον λύσεις για όλα : οπτική άνεση και εξαερισμός των κτιρίων, συστήματα σκίασης, φωτοβολταϊκά, πράσινες στέγες για να διατηρείται χαμηλά η θερμοκρασία του κτιρίου, ακόμη και παράθυρα που αφήνουν τον αέρα να περνάει καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας μέσα από το κτίριο, ακόμη και κτίρια που περιστρέφονται ανάλογα με τη θέση του ήλιου, είναι όλα πλέον προσβάσιμα και στη διάθεση των ειδικών.



## 1.5 Ζητήματα Θεμελίωσης

Τα κοντέινερ είναι σχεδιασμένα να στηρίζονται στις τέσσερις γωνίες τους, γι' αυτό και δεν απαιτείται ιδιαίτερη θεμελίωση για την τοποθέτησή τους. Οι τέσσερις γωνίες της στέγης είναι επίσης πολύ ισχυρές, δεδομένου ότι προορίζονται να στηρίξουν ενδεχομένως και άλλες σειρές από κοντέινερ.



**Εικόνα 5** Κοντέινερ τοποθετημένο πάνω σε πλάκα καθαριότητας

Πηγή : <http://www.kofinas.gr/container/container-box/>



**Εικόνα 6** Κατασκευαστικά είναι διακριτό ότι το container δεν έχει θεμελιωθεί στο έδαφος.

Στην πίσω πλευρά φαίνεται επίσης κάποιο είδος αντίβαρου που χρησιμεύει για να απορροφώνται οι κραδασμοί και οι ταλαντώσεις των ενοίκων.

## 1.6 Προβλήματα Συντήρησης

Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση των κοντέινερ ως δομικό υλικό παραπέμπει στη σκουριά, γεγονός που δεν αληθεύει. Μόνο όταν ένα κτίριο που είναι εξολοκλήρου χτισμένο με κοντέινερ απειλείται από τη σκουριά, η οποία θεωρείται φυσικό στοιχείο.

Γενικότερα, τα κοντέινερ είναι σχεδιασμένα για υπερπόντιες μεταφορές και επομένως προορίζονται να αντέχουν σε οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες. Η υγρασία, το αρμυρό νερό, η βροχή και οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες που είναι συνηθισμένες στον ωκεανό, είναι αδύνατο να πλήξουν τα κοντέινερ. Το ατσάλι από το οποίο φτιάχνονται τα κοντέινερ άλλωστε δεν είναι απλώς ανοξείδωτο, αλλά αντιδιαβρωτικό, κάτι το οποίο το κάνει ανθεκτικό, όχι μόνο απέναντι στη σκουριά, αλλά και στη μούχλα, αλλά και σε όλους τους μικροοργανισμούς που μπορούν να παρασιτοζωούν εις βάρος ενός κτιρίου (ή ενός πλοίου στον ωκεανό).



**Εικόνα 7** Το ατσάλι από το οποίο φτιάχνονται τα κοντέινερ άλλωστε δεν είναι απλώς ανοξείδωτο, αλλά αντιδιαβρωτικό, κάτι το οποίο το κάνει ανθεκτικό, όχι μόνο απέναντι στη σκουριά

Φυσικά, ακόμη και για το αντιδιαβρωτικό ατσάλι χρειάζεται σωστός σχεδιασμός και συντήρηση, ώστε μέσα σε μία διάρκεια εκατό ετών να παραμείνει το κτίριο ασφαλές και γερό. Εδώ ακριβώς παρεισφρύει η ανάγκη εξειδικευμένων αρχιτεκτόνων και πολιτικών μηχανικών, που να γνωρίζουν το υλικό το οποίο δουλεύουν και να ξέρουν ακριβώς τι χρειάζεται ένα κτίριο, ώστε να είναι προστατευμένο. Ο τρόπος που το

κτίριο συναρμολογείται, βάφεται και συντηρείται είναι πάρα πολύ κρίσιμος για τη διάρκεια της ζωής του.

## **1.7 Απαιτήσεις Θέρμανσης**

Τα κοντέινερ δεν έχουν καμία ιδιαιτερότητα στις απαιτήσεις τους ως προς τη θέρμανση. Όλες οι παραδοσιακές εγκαταστάσεις θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στα συμβατικά δομημένα κτίρια είναι συμβατές με την cargotecture. Όλες οι μορφές εγκαταστάσεων θέρμανσης έχουν την ίδια συμβατότητα με τα κοντέινερ.

Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη κοντέινερ μπορεί να δώσει πολύ διαφορετικά αποτελέσματα σε σχέση με την τελική μορφή των κτιρίων. Ανάλογα με αυτή την τελευταία επιλέγεται και ο τρόπος θερμομόνωσης του κτιρίου, και άρα ίσως σε ορισμένες περιπτώσεις να προτείνεται όντως κάποια μορφή θέρμανσης ως καταλληλότερη. Επίσης, μεγάλο ρόλο στην επιλογή τρόπου θέρμανσης διαδραματίζει η έκταση του χώρου στον οποίο εγκαθίστανται τα συστήματα θέρμανσης.

Παραδείγματος χάρη, στην περίπτωση που η τελική μορφή του κτιρίου δεν επεμβαίνει ιδιαίτερα στο σχήμα του κοντέινερ, το πιθανότερο είναι ότι η θερμομόνωση θα εξαντλείται στα κεραμικά χρώματα που θα χρησιμοποιηθούν. Εάν ο χώρος αποτελεί μεγάλη κατασκευή (4-5 κοντέινερ και πάνω), η καλύτερη λύση είναι η ενδοδαπέδια θέρμανση, η οποία είναι και η οικονομικότερη και πιο υγιεινή, αλλά και ζεσταίνει πιο ομοιόμορφα τον χώρο. Αν πάλι η τελική μορφή που έχει το κτίριο χρησιμοποιεί τα κοντέινερ ως υλικό σκυροδέματος προσθέτοντας πιο βαριά θερμομόνωση, όλες οι παραπάνω επιλογές είναι ανοιχτές, όπως ακριβώς και στη συμβατική δόμηση.





**Εικόνα 8** Μεγάλο ρόλο στην επιλογή τρόπου θέρμανσης στην αρχιτεκτονική με κοντέινερ διαδραματίζει η έκταση του χώρου στον οποίο εγκαθίστανται τα συστήματα θέρμανσης.

## **1.8 Αντισεισμικότητα των Κοντέινερ**

Η αρχιτεκτονική από κοντέινερ, παρόλο που βρίσκεται στο προσκήνιο μόνο μερικά χρόνια, έχει ήδη στο ενεργητικό της πάρα πολλά προγράμματα που σχείζονται με τις φυσικές καταστροφές, και αυτός ίσως είναι ένας λόγος που έχει γίνει τόσο δημοφιλής. Προβάλλει ως η οικονομικότερη, γρηγορότερη και απλούστερη λύση προστασίας απέναντι στις εξάρσεις της φύσης.

Μεταξύ των προγραμμάτων αυτών συγκαταλέγονται τα καταλύματα για την ανακούφιση σεισμοπαθών στην Ελλάδα, το ανάλογο πρόγραμμα για την ανακούφιση

των σεισμοπαθών στην Αϊτή, ενώ τα κοντέινερ φαίνεται να είναι και η επικρατέστερη λύση για την ανακούφιση της Ιαπωνίας από το πρόσφατο καταστροφικό τσουνάμι. Επίσης, στην πολύπαθη από φυσικές καταστροφές τα τελευταία χρόνια Αυστραλία, οι αρχιτέκτονες έχουν προκρίνει τα κοντέινερ ως τη βάση αρκετών προτάσεων για καταλύματα προστασίας από τις δυνάμεις της φύσης. Ένα ακόμη δείγμα της εμπιστοσύνης που δείχνει η παγκόσμια αρχιτεκτονική κοινότητα στην *cargotecture* μπορεί να αποτελέσει η Κόστα Ρίκα. Σε μία από τις πιο σεισμογενείς περιοχές της υφελίου, είναι λογικό οι απαιτήσεις για την στατικότητα όλων των οικοδομημάτων να είναι κατά τι αυστηρότερη από ότι σε άλλες χώρες που δεν αντιμετωπίζουν αυτό το πρόβλημα. Τα κοντέινερ εκεί έχουν αναγνωριστεί ως η γρηγορότερη και φθηνότερη λύση οίκησης, η οποία ξεπερνά τις απαιτήσεις ασφαλείας που έχουν τεθεί από τον νόμο. Λοιπόν, πρέπει να είναι γνωστό ότι ένα από τα χαρακτηριστικά στα οποία οφείλεται η ραγδαία αναγνώριση και εξάπλωση της *cargotecture*, είναι η ισχυρότατη αντισεισμικότητα των κτισμάτων που παράγει. Από στατικής απόψεως αυτό είναι πολύ λογικό : πέρα από το ισχυρότατο υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα, τα κοντέινερ είναι σχεδιασμένα να στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο, προορισμένα να παραδίδουν σε άριστη κατάσταση εμπορεύματα διαμέσου υπερατλαντικών διαδρομών. Εάν λοιπόν παρέχουν τέτοιες δυνατότητες σε συνθήκες που δεν παρέχουν τη σταθερότητα που έχει το έδαφος, λογικό και επόμενο είναι να έχουν πολύ βελτιωμένη στατικότητα στην ξηρά. Παρόλα αυτά, η διαδικασία θεμελίωσης των κτισμάτων αυτών έχει ιδιαιτερότητες και πρέπει σε κάθε περίπτωση οι αρχιτέκτονες και οι πολιτικοί μηχανικοί να έχουν εξειδίκευση πάνω σε αυτόν τον τομέα.

## **1.9 Ηχομόνωση και Κοντέινερ**

Τα κοντέινερ και η ηχομόνωση παρουσιάζουν ιδιαίτερη σχέση μεταξύ τους. Τα πρώτα παρέχουν μια από τις ορθότερες λύσεις σχετικά με την ηχομόνωση του κτιρίου και συχνά είναι διαμορφωμένα, ώστε να μεταφέρουν τοξικά υλικά. Ταυτόχρονα, είναι δυνατόν να υποστούν επεξεργασία μέσω της ηχομόνωσης σε πολύ υψηλό επίπεδο. Οι λύσεις που προσφέρονται είναι φυσικά όσες και στα συμβατικά δομημένα κτίρια και ακόμη περισσότερες, όμως τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσως δε διαγράφουν

τόσο καλά ούτε τα προτερήματα ούτε και το επίπεδο των αποτελεσμάτων που μπορεί να δώσει η αρχιτεκτονική από κοντέινερ.

Πιθανότατα, το καλύτερο παράδειγμα να το παρείχε μια έκθεση από διάφορες τροποποιήσεις κοντέινερ και ο εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί βάσει αυτών των τροποποιήσεων. Αν λοιπόν διενεργήσει κανείς μια έρευνα αγοράς, θα βρει ότι ήδη υπάρχουν κοντέινερ τα οποία χρησιμεύουν :

- Στη στέγαση και πλήρη ηχομόνωση μηχανών εσωτερικής καύσεως
- Στη στέγαση και πλήρη ηχομόνωση αντλιών πετρελαίου υψηλής πίεσης
- Στη στέγαση και πλήρη ηχομόνωση λέβητα πολυκατοικιών
- Στη στέγαση και πλήρη ηχομόνωση συμπιεστών
- Στη στέγαση και πλήρη ηχομόνωση γεννητριών και πινάκων ηλεκτρικού ελέγχου



**Εικόνα 9** Τα κοντέινερ προσφέρουν μια από τις καλύτερες λύσεις αναφορικά με την ηχομόνωση του κτιρίου

## 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Π.Ε.

### Εισαγωγή

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, ο ήλιος, η κυκλοφορία του νερού και άλλες οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα. Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. (Κ. Βατάλης, 2007)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο κατοικίας ή επιχείρησης περιλαμβάνουν τις εξής τεχνολογίες:

- Φωτοβολταϊκά συστήματα για παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού
- Μικρές ανεμογεννήτριες για παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο
- Ηλιακά συστήματα για θέρμανση και ζεστό νερό
- Γεωθερμία για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό
- Βιομάζα για θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά, καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Και δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεδυεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη

κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. (Ι. Γελεγένης, 2005)

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απαντών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. (Δ. Κοδοσάκης, 1994)

## **2.1 Είδη Ήπιων Μορφών Ενέργειας**

Σε συνδυασμό με τις μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης που εμφανίζουν οι μορφές ενέργειας, το μηδενικό κόστος πρώτης ύλης έχει ως αποτέλεσμα το περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Συνεπώς, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μέχρι σήμερα μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους. Ωστόσο, ο Α.Π.Ε. προβάλλουν έναν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Η σημασία αυτού έγκειται στο ότι απαιτείται ένα μεγάλο σύνολο εγκαταστάσεων και ένα αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Αναλυτικά, τα είδη των Α.Π.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Ενέργεια από παλίρροια
- Ενέργεια από θαλάσσια κύματα
- Ενέργεια από τους ωκεανούς (ακόμα στο στάδιο της έρευνας) (Ι. Γελεγένης, 2005)

## 2.2 Πλεονεκτήματα

Τα οφέλη της χρήσης των συστημάτων αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα εξής :

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις (Ι. Γελεγένης, 2005)

## 2.3 Μειονεκτήματα

Αντίστοιχα, τα μειονεκτήματα της χρήσης συστημάτων εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30%. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται:
  - (α) σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας και
  - (β) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.

- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. (Κ. Βατάλης, 2007)

## 2.4 Οφέλη Χρήσης ΑΠΕ

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία προκύπτουν τα εξής πλεονεκτήματα από τη χρήση ΑΠΕ :

- Σε όλα τα προγράμματα επιδότησης των επιχειρήσεων, περιλαμβάνεται η χρήση ΑΠΕ και επιδοτείται κατά προτεραιότητα
- Σημαντική μείωση έως και μηδενισμό στην κατανάλωση ρεύματος και πετρελαίου και άρα μείωση του κόστους λειτουργίας.
- 20 χρόνια εγγυημένο συμβόλαιο με το δίκτυο (ΔΕΗ) στις περιπτώσεις των διασυνδεδεμένων συστημάτων
- 0,419 ευρώ αγορά της KWh από τη ΔΕΗ
- Ευνοϊκά χρηματοδοτικά προγράμματα από τις τράπεζες (παρεμφερή επιτόκια με αυτά των στεγαστικών δανείων). (Α. Πρωτοπαπός, 2005)

## 2.5 Προοπτικές Εξέλιξης

Σημαντικό είναι το γεγονός πως γίνεται ολοένα και σαφέστερη η ανάγκη περιβαλλοντικής συμμόρφωσης της ενεργειακής αγοράς, σύμφωνα με τις αποφάσεις που λαμβάνονται σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η πορεία του κλάδου αναμένεται ολοένα και περισσότερο τα επόμενα χρόνια να καθορίζεται με βάση περιβαλλοντικά κριτήρια και δεσμεύσεις που θα αναλαμβάνουν τα κράτη για τη μείωση των εκπομπών ρύπων. Υπό αυτό το πρίσμα των μεσοπρόθεσμων εξελίξεων, εξαιρετικά ενδιαφέρον θα πρέπει να θεωρείται το κομμάτι της αγοράς που αφορά όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Όσον αφορά στην ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, τρεις είναι οι τομείς που παρουσιάζουν ενδιαφέρον σήμερα, τα **αιολικά πάρκα**, οι **μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί** και τα **φωτοβολταϊκά συστήματα** αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα και οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι πλήρως ώριμες τεχνολογικά εφαρμογές. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ήδη και σήμερα παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα με αρκετά λογικό και ανταγωνιστικό κόστος. Επιπλέον, η υποστήριξη από την πολιτεία και η εξασφάλιση της πώλησης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος θα συνεχιστεί σύμφωνα με την ευρωπαϊκή ένωση, τουλάχιστον για την επόμενη εικοσιπενταετία.

Η ηλιακή ενέργεια, από την άλλη πλευρά, είναι λιγότερο ώριμη αλλά ακόμα περισσότερα υποσχόμενη. Έχει, προς το παρόν, ανάγκη πίστωσης χρόνου, κανονιστικής και οικονομικής υποστήριξης για να εξελιχθεί. Ήδη όμως παρέχει τη δυνατότητα δραστηριοποίησης σε επίδοξους μικρούς ή μεγάλους ηλεκτροπαραγωγούς, με εξασφαλισμένη πώληση του ρεύματος σε μία προκαθορισμένη τιμή. Η πορεία της αγοράς τις επόμενες δεκαετίες θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα.

Η εξέλιξη του κλάδου των ΑΠΕ στη χώρα μας αναμένεται, σε γενικές γραμμές, να είναι σταθερή, με σταδιακά αυξανόμενους ρυθμούς όσο περνά ο χρόνος, τουλάχιστον για την επόμενη δεκαετία, παρέχοντας αξιόλογο έδαφος για επενδύσεις. (Ι. Γελεγένης, 2005)



## 2.6 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια διακρίνεται για το σύνολο των ποικίλων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο και αφορά το φως ή τη φωτεινή ενέργεια, τη θερμότητα ή θερμική ενέργεια, καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Στο σύνολό της, η ηλιακή ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη, διότι προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Σχετικά με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

- τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
- τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα,
- τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Η θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας αξιοποιείται από τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. (Α. Πρωτοπαπάς, 2005)



Εικόνα 10 Οι κατηγορίες εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας

## 2.6.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο. Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ηλιακοί τοίχοι :** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel .
- **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) :** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.
- **Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Το σύνολο των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και τη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού. (Σ. Περδίδος, 2008)

## **2.6.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα**

Ως Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ορίζονται εκείνα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και, ακολούθως, τη μεταφέρουν σε νερό με τη μορφή θερμότητας, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Απλοί είναι οι μηχανισμοί, καθώς και η τεχνολογία που εφαρμόζεται και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι Η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες θεωρείται η πλέον φημισμένη εφαρμογή των συγκεκριμένων συστημάτων.

Η επιφάνεια ηλιακών συστημάτων που βρίσκονται σε λειτουργία στη χώρα μας είναι περίπου 2.800.000 m<sup>2</sup> (στοιχεία 2001). Ήδη, περισσότερες από 1.000.000 ελληνικές οικογένειες καλύπτουν περίπου 80% των ετησίων αναγκών τους σε ζεστό νερό χρήσης με ηλιακό θερμοσίφωνα. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών και η ποιότητα τους γενικά έχουν βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια. Η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας σε όλη την Ευρώπη και μάλιστα σε χώρες με ιδιαίτερη βιομηχανική παράδοση, όπως η Γερμανία.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται συνήθως στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, ώστε να μεγιστοποιηθεί το ποσό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να εφαρμοστούν οπουδήποτε χρειάζεται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης, εκτός από τη δεδομένη φημισμένη οικιακή χρήση. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία. Υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

Ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελεί μια άλλη ιδιαίτερη εφαρμογή στην Ευρωπαϊκή αγορά. Η χρήση των συστημάτων αυτών στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης. Ο σωστός σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος καθώς και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης είναι πολύ σημαντικά για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. (Δ. Κοδοσάκης, 1994)

### 2.6.3 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα

Στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγκειται η λειτουργία των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων και αφορά, συγκεκριμένα, την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Το έτος 1839 ανακαλύφθηκε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και εφαρμόστηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές. Η ικανότητα που παρέχουν τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα είναι η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. (Σ. Περγίος, 2008)

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας. (Α. Πρωτοπαπάς, 2005)

Οι εγκαταστάσεις της ΔΕΗ στα νησιά (Κύθνος, Αντικύθηρα, Γαύδος, Σίφνος κλπ.), η ηλεκτροδότηση του συνόλου του φαρικού δικτύου από την αντίστοιχη υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού, οι αναμεταδότες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, καθώς και διάφορες εγκαταστάσεις στα πλαίσια πιλοτικών εφαρμογών μέσω επιδοτούμενων έργων της ΕΕ, αλλά και του ΕΠΑΝ αποτελούν τις κύριες εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο.

Κατά τα έτη 2002 και 2003, η ετήσια παραγωγή ενέργειας από Φ/Β ανερχόταν στα 2,3GWh και 2,7 G Wh αντίστοιχα. Το εκτιμώμενο δυναμικό της βιομηχανίας Φ/Β στην Ελλάδα είναι 60–70 άτομα και ο ετήσιος κύκλος εργασιών είναι της τάξης των €3 εκατομμυρίων. Αντίστοιχα, ο ετήσιος εθνικός προϋπολογισμός για Ε&Α σε Φ/Β τεχνολογίες εκτιμάται σε €2,2 εκατομμύρια.

Η δυνητική αγορά των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα αλλά και η παραγωγική δραστηριότητα είναι αντίστοιχη της αγοράς των ηλιακών συλλεκτών ζεστού νερού. Η ανάπτυξη της αγοράς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προώθηση βέλτιστων μέτρων και κινήτρων εκ μέρους της πολιτείας.

### 3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

#### Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον (Ε. Λάζαρη, 2002) ως Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ορίζεται

*«ο σχεδιασμός των κτιρίων (και γενικότερα των χώρων) που λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους του κλίματος μιας περιοχής, με στόχο την θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών, αξιοποιώντας ενέργεια και φαινόμενα του τοπικού περιβάλλοντος.»*

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα<sup>1</sup> που ενσωματώνονται στο κτίριο με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών. Η φιλοσοφία της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής βασίζεται στην άνεση των ανθρώπων που μένουν σ' ένα χώρο θα πρέπει να ρυθμίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες (τουλάχιστον αυτές που γίνονται άμεσα αισθητές, θερμοκρασία – υγρασία). Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση :

**το τοπικό κλίμα**           θερμοκρασία αέρα, ηλιακή ακτινοβολία, κατεύθυνση και ένταση ανέμων, σχετική υγρασία

**το φυσικό περιβάλλον**   το ανάγλυφο του εδάφους, η βλάστηση, το τοπίο – θέα, η γειτνίαση με το νερό

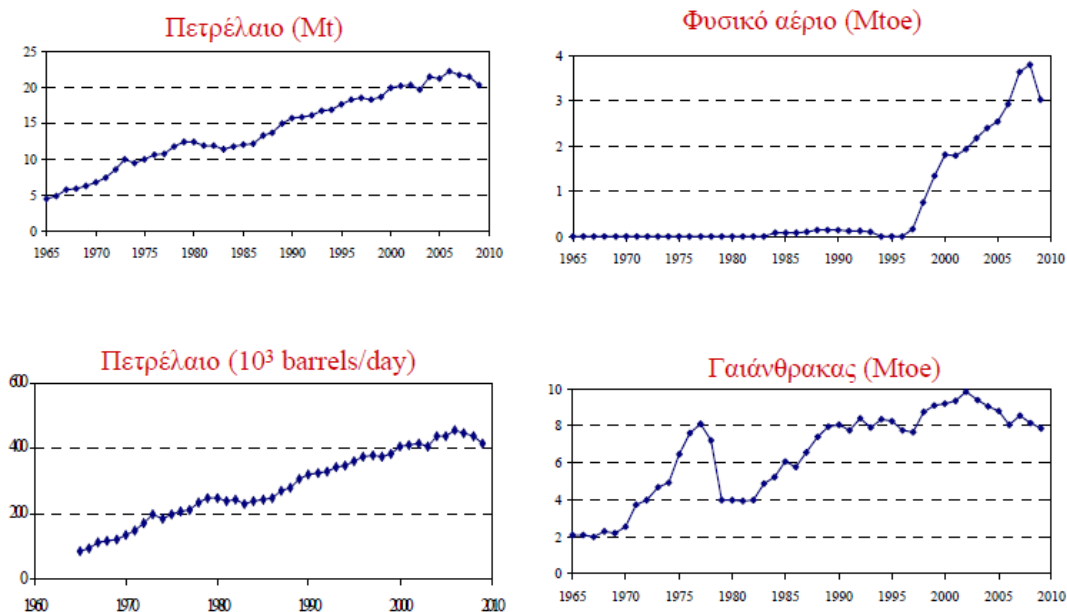
---

<sup>1</sup> Παθητικά συστήματα. Ο όρος παθητικό υπογραμμίζει τη σημαντική διαφορά που διακρίνει δύο ξεχωριστές προσεγγίσεις. Τα ηλιακά συστήματα που λειτουργούν με τη βοήθεια ανεμιστήρων και μηχανικών αντλιών χαρακτηρίζονται «ενεργητικά». Ο όρος παθητικό υποδηλώνει τεχνολογία απλή και εκμετάλλευση της ενέργειας που ενυπάρχει στον συγκεκριμένο τόπο, σε συνεργασία με αρχιτεκτονικές συνιστώσες.

Στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι αρχικά η απεξάρτηση από το πετρέλαιο, πράγμα που συνεπάγεται εν μέρει με την πολιτική απεξάρτηση. Το 1973 με την πρώτη πετρελαϊκή κρίση, οι δυτικές χώρες, κυρίως της Ευρώπης, συνειδητοποίησαν ότι η οικονομική αλλά και η καθημερινή ζωή των πολιτών τους εξαρτάται από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Έτσι ξεκίνησε μια σοβαρή προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, κυρίως των ανανεώσιμων πηγών.

**Πίνακας 1** Θερμογόνος δύναμη ορυκτών καυσίμων

	Πετρέλαιο	Μαζούτ 1	Μαζούτ 3	Φυσικό αέριο	Προπάνιο	Βουτάνιο	Μίγμα
<b>Θερμική Ικανότητα</b>							
kcal/lt	8200	9350	9250	9000	11000	10900	10920
kJ/lt	34333	39148	38730	37683	46057	45638	45722
kWh/lt	9.5	10.9	10.8	10.5	12.8	12.7	12.7
10 <sup>6</sup> Btu/lt	32.5	37.1	36.7	35.7	43.6	43.3	43.3
<b>Βαθμός Απόδοσης</b>							
Βαθμός Απόδοσης	0.8	0.8	0.8	0.95	0.95	0.95	0.95
<b>Ωφέλιμη θερμική ενέργεια</b>							
kcal/lt	6560	7480	7400	8550	10450	10355	10374
kJ/lt	27467	31319	30984	35799	43754	43356	43436
kWh/lt	7.6	8.7	8.6	9.9	12.2	12.0	12.1
10 <sup>6</sup> Btu/lt	26.0	29.7	29.4	33.9	41.5	41.1	41.2



**Εικόνα 11** Κατανάλωση καυσίμων στον Ελλαδικό χώρο



Δεύτερος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξοικονόμηση χρήματος αφού η χρησιμοποίηση της αδιάπανης ηλιακής ενέργειας για να θερμάνουμε τα κτίρια ή των δροσερών ανέμων για να τα δροσίσουμε αποτελεί πρόκληση οικονομική, μια και το αποτέλεσμα είναι θετικό. Έτσι η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι μεγαλύτερη του 50% και οφείλεται στη μειωμένη κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος. Για τους χρήστες των κατοικιών η οικονομία αυτή είναι πολύ σημαντική, με δεδομένο μάλιστα ότι το κόστος του πετρελαίου ολοένα και αυξάνεται. Οι αρχιτέκτονες θεωρούν επιβεβλημένη αυτή την οικονομία, όμως στην πορεία του σχεδιασμού η παράμετρος «οικονομική λειτουργία κτιρίου» παραμελείται.

Τέλος, ο βασικός στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η προστασία του περιβάλλοντος, με την άμεση αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση του χώρου και οι δροσεροί άνεμοι για την φυσική ψύξη των κτιρίων. Αυτή η προσέγγιση περιορίζει τη χρήση συμβατικών καυσίμων, άρα και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Οι βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι :

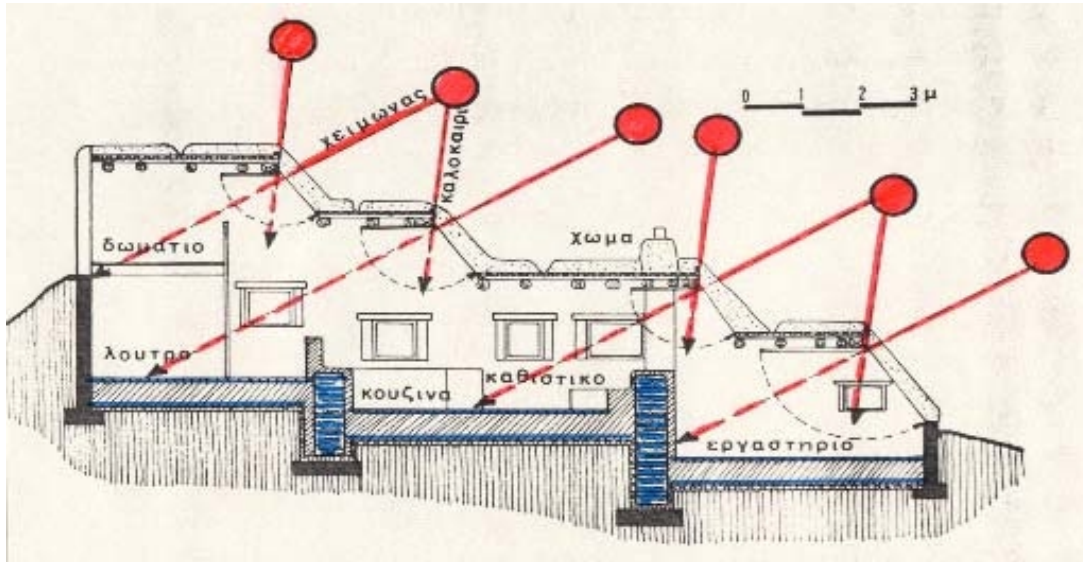
- το κτίριο να λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης
- το κτίριο να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας
- το κτίριο να λειτουργεί ως παγίδα θερμότητας
- το κτίριο να λειτουργεί ως αποθήκη φυσικής ψύξης το καλοκαίρι.

### **3.1 Το Κτίριο ως Φυσικός Ηλιακός Συλλέκτης**

Προκειμένου να διασφαλίζεται η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη το χειμώνα ο σχεδιασμός του οφείλει να ακολουθεί κάποιους κανόνες-προϋποθέσεις όπως :

- Την κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο
- Τον σωστό προσανατολισμό του
- Το κατάλληλο σχήμα
- Το μέγεθος των ανοιγμάτων βάση του προσανατολισμού

- Τη λειτουργική διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων
- Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του



**Εικόνα 12** Το κτίριο ως φυσικός συλλέκτης ηλιακής ενέργειας το χειμώνα

### 3.1.1 Χωροθέτηση Κτιρίου

Ο επαρκής ηλιασμός του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα, από τις 9:00 έως τις 15:00 προσφέρει την αναγκαία ηλιακή, θερμική ενέργεια για την λειτουργία του κτιρίου ως συλλέκτης θερμότητας. Ωστόσο, οι ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες καθώς και τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζουν τη διάρκεια του ηλιασμού και την ένταση της θερμικής του ακτινοβολίας, αποτελούν σημαντικά εργαλεία. Με την χρήση του ηλιακού χάρτη καθορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος για την συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίρια ή ότι άλλο μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο, καθώς κι ο ελεύθερος χώρος όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιστος και μπορεί να τοποθετηθεί το κτίριο.

Επίσης υφίσταται και ένας εμπειρικός κανόνας στη φάση των προσχεδίων για τον έλεγχο του ηλιασμού το χειμώνα, ο οποίος καθορίζει ότι: για νότιο προσανατολισμό η

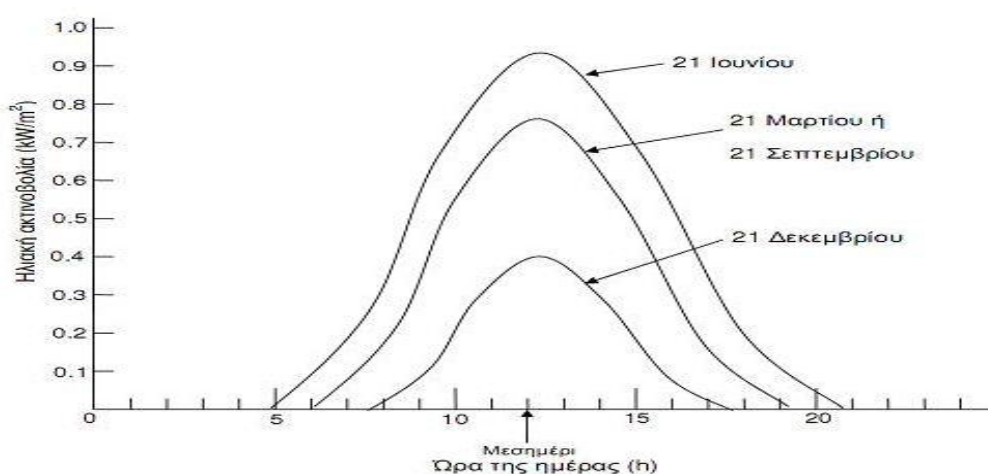
απόσταση ανάμεσα στο χωροθετούμενο κτίριο και το υφιστάμενο εμπόδιο πρέπει να ισούται με  $1,5 * \text{το ύψος του εμποδίου}$ .

Έτσι, η μεγαλύτερη όψη του κτιρίου πρέπει να είναι προσανατολισμένη προς το νότο με απόκλιση έως 30 μοίρες (ανατολικά ή δυτικά) του νότου. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί, λόγω αστικού οικοπέδου με ελεύθερες όψεις μόνο σε ανατολή και δύση, τότε ο προσανατολισμός προς τον νότο μπορεί να επιτευχθεί με προεξοχές του κελύφους, τον οποίων η όψη στρέφεται προς τον νότο. (Κ. Τσίπρας, 2000)

### 3.1.2 Προσανατολισμός Κτιρίου

Το ζήτημα του προσανατολισμού είναι σύνθετο, γιατί εξαρτάται από άλλους παράγοντες όπως είναι:

- Η τοπογραφία της περιοχής και το ανάγλυφο του εδάφους
- Το φυσικό τοπίο
- Ο κυκλοφοριακός θόρυβος
- Οι κλιματικές συνθήκες, κυρίως ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία



**Εικόνα 13** Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας όλο το χρόνο

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την εύκρατη ζώνη - συγκριτικά με τις κλιματικές συνθήκες - είναι ο νότιος, διότι η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με την αντίστοιχη σε ανατολή και δύση, κατά την εποχή του χειμώνα. Όσον αφορά το καλοκαίρι μειώνεται σχεδόν στο μισό για τις νότιες επιφάνειες, συγκριτικά με τις ανατολικές και δυτικές.

Έρευνες έχουν αναδείξει ότι ο προσανατολισμός για βόρεια γεωγραφικά πλάτη  $40^\circ$  είναι ο βέλτιστος, αυτός που βρίσκεται  $17,5^\circ$  ανατολικότερα του νότιου (η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος  $38^\circ$ ). Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται μεγαλύτερος ηλιασμός τον χειμώνα και προστασία από ψυχρούς βόρειους ανέμους. Αντίθετα, το καλοκαίρι το κτίριο δροσίζεται από τις αύρες, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ηλιακή ακτινοβολία και η υπερθέρμανση του κτιρίου. (Κ. Τσίππρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική, 2005)

### 3.1.3 Γεωμετρία Κτιρίου

Οι ανάγκες του κτιρίου σε θέρμανση, ψύξη και φωτισμό επηρεάζονται από το σχήμα του. Και τα κλιματικά δεδομένα ενός τόπου επηρεάζουν το σχήμα του κτιρίου. Ένα κτίριο επίμηκες κατά τον άξονα ανατολή-δύση προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Παράλληλα, το καλοκαίρι η σκίαση της νότιας πλευράς είναι σχετικά πιο εύκολη, ενώ οι δυσμενείς προσανατολισμοί ανατολή και κυρίως δύση έχουν περιορισμένοι επιφάνεια και επομένως μικρότερη επιβάρυνση από τον ήλιο το καλοκαίρι.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βέλτιστου σχήματος, σε δεδομένο γεωγραφικό πλάτος και κλιματικές συνθήκες προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

- Το κτίριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για οποιεσδήποτε κλιματικές συνθήκες, παρά το γεγονός ότι έχει τις μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα.
- Όλα τα επιμήκη σχήματα του κτιρίου, κατά τον άξονα βορρά-νότου, λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με την τετραγωνική κάτοψη

κτιρίου. Τα αποτελέσματα είναι αρνητικά τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι.

- Η άριστη μορφή κτιρίου, για οποιοδήποτε κλίμα, είναι η επιμήκης στον άξονα ανατολή-δύση, με διαφορετικές όμως αναλογίες στις διαστάσεις.

### 3.1.4 Μέγεθος και Θέση Ανοίγματος

Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων αποτελούν βασικό παράγοντα για τη λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη.

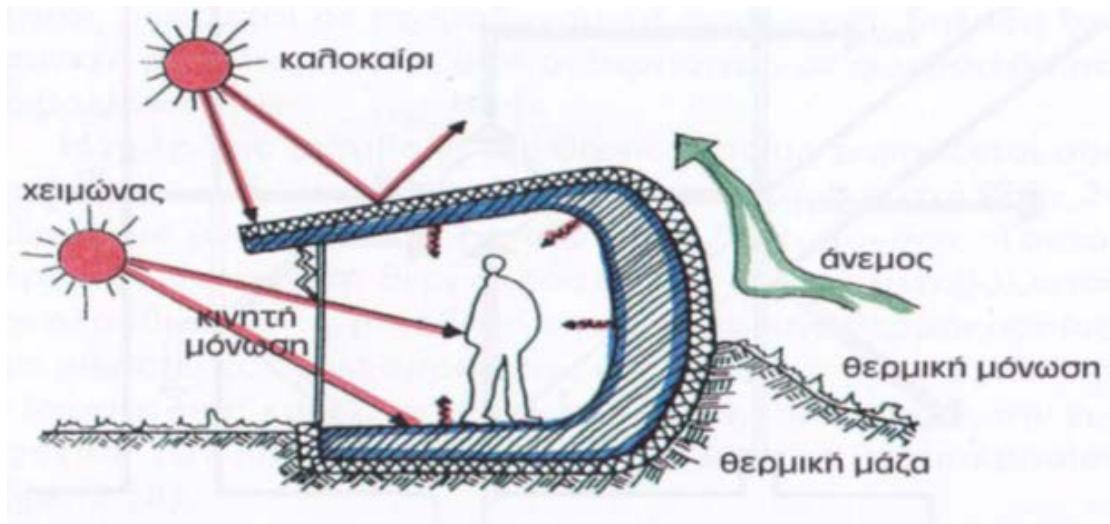
Βασικό υλικό που χρησιμοποιείται στα ανοίγματα είναι το γυαλί, το οποίο όμως είναι πολύ λίγο θερμομονωτικό με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες θερμικές απώλειες από τα υαλοστάσια. Ωστόσο τα υαλοστάσια, αποτελούν την πιο οικονομική πηγή θερμικών απολαβών από τον ήλιο, αρκεί να έχουν προσανατολισμό προς το νότο, με ανοχή  $\pm 30^\circ$  ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου.

Έτσι προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο, με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μέτριων διαστάσεων στην ανατολή και τη δύση και μικρά σχετικά ανοίγματα στη βορεινή πλευρά του κτιρίου με διπλό τζάμι, εκτός εάν υπάρχει θέα στο βορρά.

## 3.2 Το Κτίριο ως Αποθήκη Θερμότητας

Μια σημαντική αρχή για την βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου είναι η διασφάλιση θερμικής μάζας, στην οποία αποθηκεύεται η θερμότητα που προέρχεται από τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Εφόσον το κτίριο λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης, πρέπει η θερμότητα αυτή να αποθηκευτεί στη μάζα του κτιρίου προκειμένου να αποδοθεί και πάλι στον εσωτερικό χώρο κατά την διάρκεια της νχτας.

Ο πιο αποτελεσματικός «αποθηκευτής» θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα, το καθένα όμως σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα, ανάλογα με την πυκνότητα ( $\rho$ ) της μάζας του και τον συντελεστή ειδικής θερμότητας ( $c$ ). Τα βαριά υλικά (μπετόν, πέτρα, τούβλα) έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα και συνεπώς μεγαλύτερη ικανότητα για θερμική αποθήκευση.



**Εικόνα 14** Διαγραμματική τομή κελύφους αποθήκευσης θερμότητας

Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της κατασκευής που αποθηκεύει θερμότητα τόσο η θερμοκρασία του χώρου παραμένει πιο σταθερή, σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση από άλλες πηγές ή να προκαλείται υπερθέρμανση του αέρα και δυσφορία.

Για να λειτουργήσει σωστά ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- να διαθέτει υλικά κατασκευής με αυξημένη θερμοχωρητικότητα
- τα δομικά αυτά στοιχεία ή υλικά να είναι ισοκατανεμημένα στο σύνολο της κατασκευής.

**Πίνακας 2** Θερμοχωρητικότητα υλικών

Υλικά	Ειδική Θερμότητα (c)	Ποκνότητα (d)	Θερμοχωρητικότητα (γ)	Θερμική Αγωγιμότητα (λ)
Μπετόν	0,84	2.240	492	1,70

Πέτρα	0,88	2.850	546	3
Τούβλα	0,84	1.920	378	0,72
Ωμόπλινθοι	1,00	1.700	220	0,52

Για την αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου είναι ανάγκη η θερμότητα που συλλέγεται από τον ήλιο, να παγιδεύεται στο εσωτερικό του, και να μην διασκορπίζεται προς τα έξω. Η διασπορά θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον καθορίζεται και από τις θερμικές απώλειες του κτιρίου, γεγονός που συμβαίνει το χειμώνα. Αντίστροφα, το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, το κτίριο απορροφά θερμότητα, την οποία σταδιακά την διοχετεύει μέσα στο χώρο, με κίνδυνο να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης.

Τα παραπάνω μπορούν να αντιμετωπιστούν με την πρόβλεψη στρώματος θερμικής μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του κελύφους, δηλαδή στους τοίχους, στην οροφή και τα δάπεδα. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση των θερμικών απωλειών από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του κτιρίου και "παγιδεύεται" μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής θερμότητας. Ενώ το καλοκαίρι η θερμομόνωση λειτουργεί προστατευτικά για το κέλυφος και κατ' επέκταση για τον εσωτερικό χώρο, μειώνοντας την πιθανότητα υπερθέρμανσης. (J.R. Goulding, 1994)

### 3.3 Το Κτίριο ως Συλλέκτης Ψύξης

Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά περισσότερη θερμότητα, με άμεση επίπτωση να δημιουργούνται συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του κτιρίου.

Οι συνθήκες που επηρεάζουν και καθορίζουν την αποφυγή των επιβαρύνσεων του κτιρίου και τη λειτουργία του ως φυσικού συλλέκτη δροσισμού το καλοκαίρι είναι :

- Η προστασία του κτιρίου από τον ήλιο και η σκίαση των ανοιγμάτων, ώστε να αποκλείεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο.
- Η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο, κυρίως τις νυχτερινές ώρες, ώστε να απομακρύνεται το πρόσθετο θερμικό φορτίο που απορροφάται από τα υλικά της κατασκευής στη διάρκεια της ημέρας.
- Η εξασφάλιση θερμικής αδράνειας στην κατασκευή με χρησιμοποίηση υλικών που έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα.
- Η βαφή των εξωτερικών επιφανειών με ανοιχτά χρώματα, ώστε να μειώνεται η απορροφούμενη θερμότητα. (J.R. Goulding, 1994)
- Η φυσική ψύξη με τη διαδικασία της εξάτμισης όταν το κλίμα είναι ζεστό-ξηρό.

### 3.3.1 Σχεδιασμός Κτιρίου και Ανοιγμάτων

Ο σκιασμός του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες, έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες. Η βλάστηση μετριάζει την εξωτερική θερμοκρασία, λόγω της απορρόφησης θερμότητας από το φύλλωμα.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου.

Βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι τα εξής :

- Η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος)
- Ο προσανατολισμός της όψης
- Η μορφή των ανοιγμάτων (συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους)
- Η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων
- Ο παράγοντας της οικονομίας της κατασκευής, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας.



Σε σχέση με τον προσανατολισμό, έρευνες έχουν δείξει ότι :

**(α) για τον νότιο προσανατολισμό**, τα πιο κατάλληλα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.

**(β) για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό**, η σκίαση των ανοιγμάτων με κινητές κατακόρυφες περσίδες είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα.

**(γ) για τον νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό**, τα ηλιοπροστατευικά στοιχεία πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας (Κ. Τσίππρας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, 2000).

### 3.3.2 Σχεδιασμός Ηλιοπροστασίας

Για τον προσδιορισμό της μορφής των σκιάστρων χρησιμοποιούνται ως εργαλεία σχεδιασμού οι ηλιακοί χάρτες και ο μετρητής σκιασμού. Συγκεκριμένα:

- επιλέγεται ο ηλιακός χάρτης που αντιστοιχεί στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου ή αυτός που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη γεωγραφική περιοχή.
- ο μετρητής σκιασμού είναι ο ίδιος για όλα τα γεωγραφικά πλάτη .
- ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον καθορισμό του προσανατολισμού της όψης, εφόσον είναι νότια το βέλος που ορίζει το νότο στο ηλιακό διάγραμμα ταυτίζεται με το μέσον του μετρητή σκιασμού. Εάν δεν είναι απολύτως νότια, τότε ορίζεται η απόκλιση ως γωνία αζιμουθίου και τότε το κέντρο του μετρητή σκιασμού ταυτίζεται με το σημείο που ορίζει η γωνία απόκλισης από το νότο.
- ο ακριβής προσανατολισμός της όψης του κτιρίου, ορίζεται από την κάθετη στη διεύθυνση της όψης και την χάραξη του βορρά-νότου στο ίδιο σημείο.
- για τις οριζόντιες και κάθετες προεξοχές-σκιάστρα χρησιμοποιείται η τομή του ανοίγματος-υαλοστασίου. (Κ. Τσίππρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική, 2005)

### **3.3.3 Θερμική Αδράνεια Κατασκευής**

Η δυνατότητα του κτιρίου να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας έγκειται στη χρήση των υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Με τη μεταφορά θερμότητας στον εσωτερικό χώρο επιβραδύνεται η θερμική αδράνεια της κατασκευής, για αρκετές ώρες, μέχρι η εξωτερική θερμοκρασία να μειωθεί και το κτίριο αρχίσει να αποβάλλει το πρόσθετο θερμικό φορτίο που αποθήκευσε στη μάζα του., με τη διαδικασία του φυσικού αερισμού και ακτινοβολίας θερμότητας στην ατμόσφαιρα, στη διάρκεια της νύχτας.

Η πιο επιβαρυνόμενη περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του, γιατί σε όλη τη διάρκεια την ημέρας δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ήλιου. Η μορφές επικάλυψης με θόλους ή τρούλους, έχουν το πλεονέκτημα αφενός να διανέμουν την ακτινοβολία του ήλιου σε μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με τον ορίζοντα, αφετέρου τη νύχτα η καμπύλη μορφή να αποβάλλει μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας μέσω ακτινοβολίας προς την ατμόσφαιρα, επιταχύνοντας έτσι τον ρυθμό φυσικής ψύξης του κτιρίου.

### **3.3.4 Φυσικός Αερισμός**

Η αλήθεια είναι ότι η υγεία των ενοίκων επηρεάζεται άμεσα από τον φυσικό αερισμό των εσωτερικών χώρων ως προς τη θερμική άνεση και στο αίσθημα της ευεξίας. Η κίνηση του αέρα μέσα στο κτίριο προκαλείται από δύο κύριες αιτίες:

- Από την κατεύθυνση του πνέοντος ανέμου και την διαφοροποίηση των πιέσεων που δημιουργούνται στο κέλυφος του κτιρίου
- Από θερμοκρασιακές διαφορές που δημιουργούνται στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου αλλά και στο εσωτερικό του.

Οι συνθήκες του φυσικού αερισμού στο εσωτερικό των κτιρίων καθορίζονται από τις ακόλουθες παραμέτρους :

- Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες και κυρίως η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων επηρεάζουν τον φυσικό δροσισμό του κτιρίου το καλοκαίρι. Για την αξιοποίησή τους χρησιμοποιείται η βλάστηση.
- Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την διασφάλιση φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο. Προτιμάτε η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε αντιμέτωπους τοίχους ώστε να δημιουργείται αερισμός σε όλο το χώρο.
- Η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες σε φυσικό αερισμό.
- Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών
- Η δημιουργία ρευμάτων αερισμού μέσω εξάτμισης νερού (Κ. Τσίπρας, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, 2000)

### **3.3.5 Χρώμα και Υφή Εξωτερικών Επιφανειών**

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας εξαρτάται από το χρώμα και την υφή των εξωτερικών επιφανειών που απορροφάται από τους τοίχους και την οροφή, καθώς και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ προς την ατμόσφαιρα, ρυθμίζοντας έτσι την θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και κατ' επέκταση την διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Σχετικά με το ζεστό κλίμα, όταν η θερμοκρασία την ημέρα ξεπερνά τους 33°C, προσθήκη θερμομόνωσης στο δώμα και η χρήση ανοιχτού χρώματος (κατά προτίμηση άσπρου) απαλλάσσει το εσωτερικό του κτιρίου από υψηλές θερμοκρασίες.

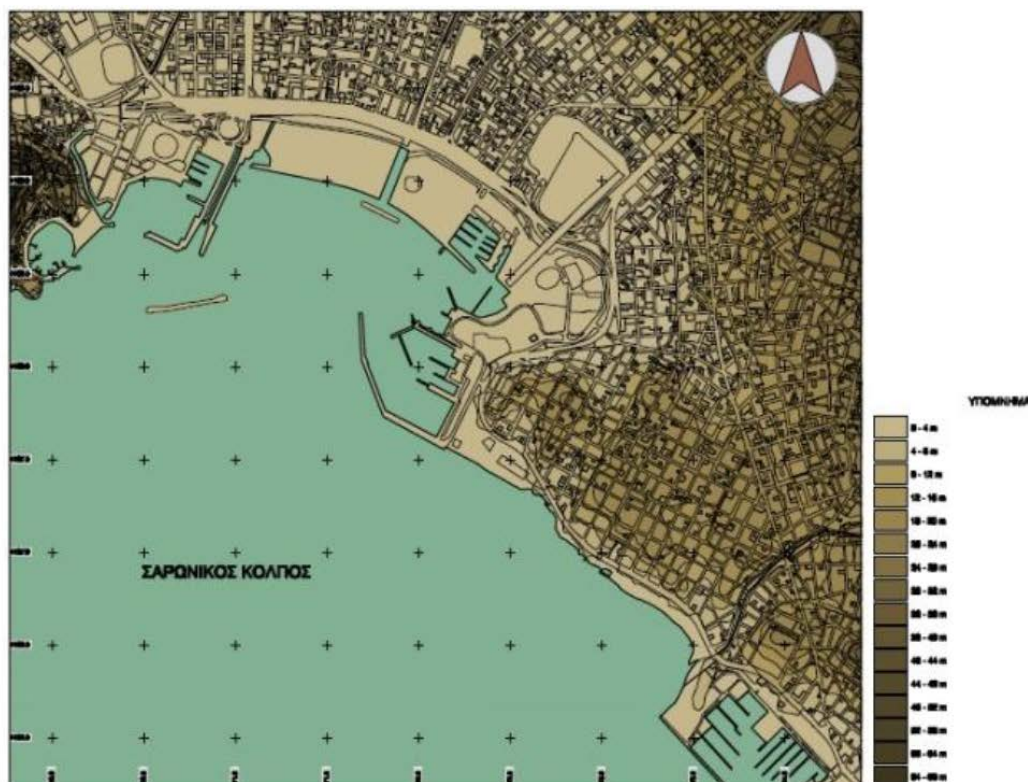
## **4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **Εισαγωγή**

Το τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην περιοχή που μελετάται. Ειδικότερα, αναλύεται η μορφολογία της περιοχής, η οποία δεν παρουσιάζει σημαντικές αλλαγές, καταπτώσεις ή σοβαρά ζητήματα, και στη συνέχεια περιγράφεται η σημερινή κατάσταση του Δημοτικού Πάρκου παλαιού Φαλήρου που διερευνάται. Όπως είναι φυσικό, επισημαίνονται οι κλιματολογικές και καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του εδάφους, καθώς και το ιδιοκτησιακό καθεστώς σε συνδυασμό με το συγκοινωνιακό δίκτυο.

## 4.1 Μορφολογία Περιοχής

Το ανάγλυφο εμφανίζεται σταθερό, χωρίς σημαντικές αλλαγές ή καταπτώσεις και λοιπά προβλήματα που καθορίζουν την ύπαρξη μιας διαχρονικά μεταβαλλόμενης τοπογραφίας.



Συγκεκριμένα η γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης δεν υπόκειται σε μεταβολές που οφείλονται σε γεωδυναμικές διεργασίες ή ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ή συνδυασμό αυτών, όπως είναι η έλλειψη ευστάθειας πρανών, οι κατολισθήσεις, οι ερπυσμοί, η λειτουργία λατομείων, οι ανεξέλεγκτες επιχωματώσεις κλπ. Η ηπειρωτική περιοχή δυτικά χαρακτηρίζεται από πεδινές εκτάσεις με χαμηλό σχετικά υψόμετρο και χωρίς έντονα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά.

## 4.2 Υφιστάμενη Κατάσταση Οικοπέδου Μελέτης

Το οικόπεδο μελέτης που εξετάζεται αποτελεί το **Δημοτικό Πάρκο Παλαιού Φαλήρου** το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στη λεωφόρο Ποσειδώνος και τη θάλασσα,

στο ύψος της Μαρίνας Φλοίσβου, και ουσιαστικά αποτελεί συνέχεια του Πάρκου Ναυτικής Παράδοσης.







Εικόνα 15 Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου





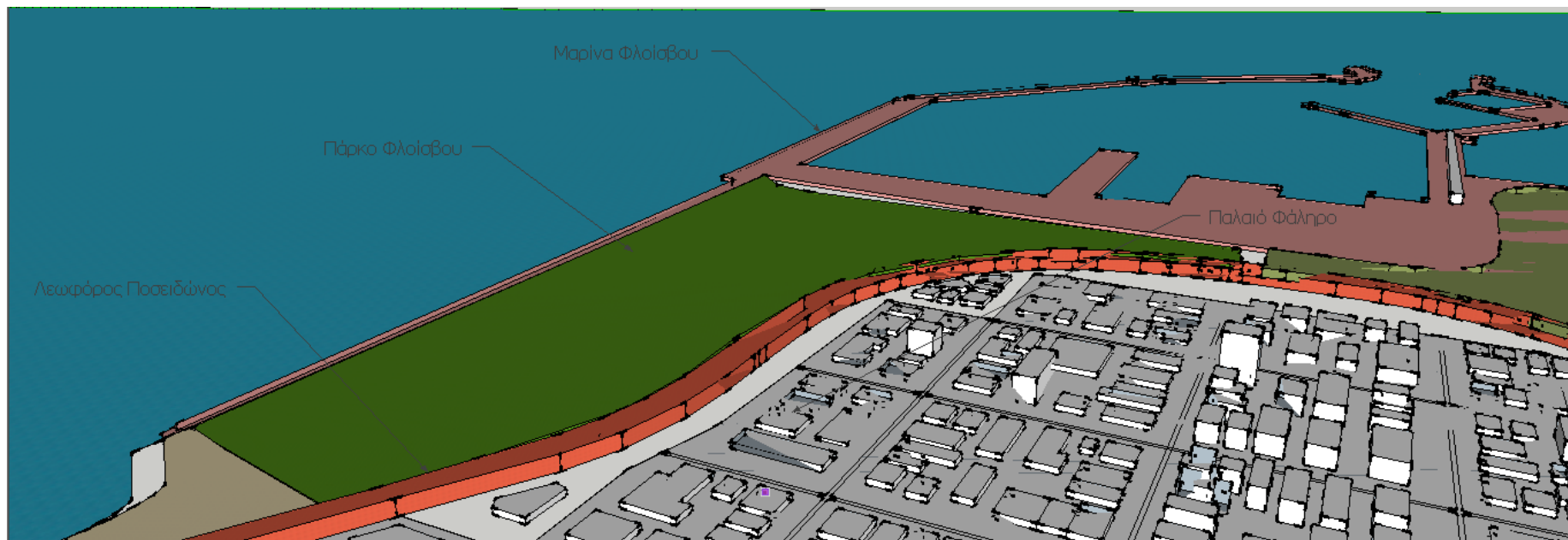
**Εικόνα 16** Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου





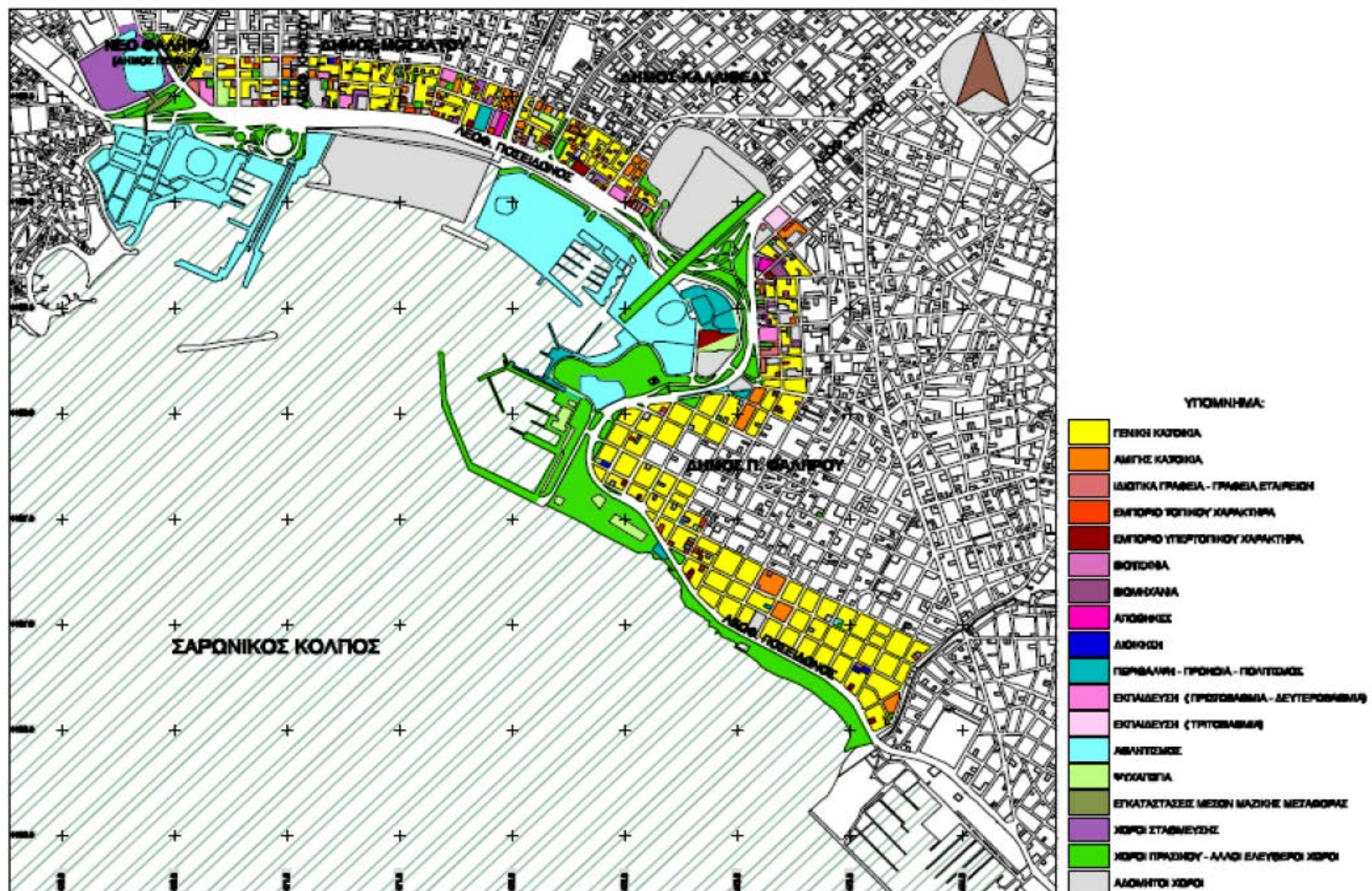


**Εικόνα 17** Φωτογραφίες περιμετρικά του χώρου



**Εικόνα 18** Τρισδιάστατη σχεδίαση του πάρκου στο πρόγραμμα Sketch up



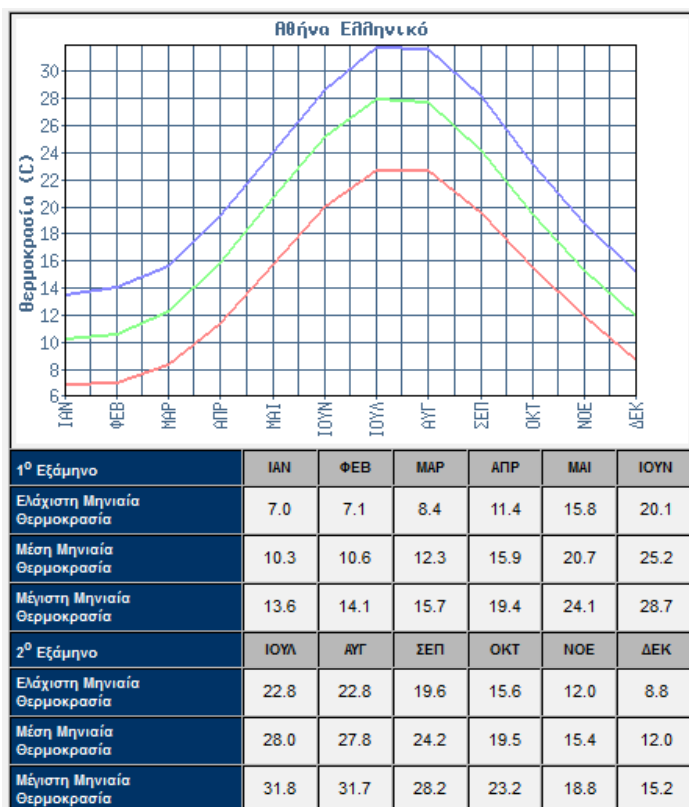


Εικόνα 19 Χρήσεις γης

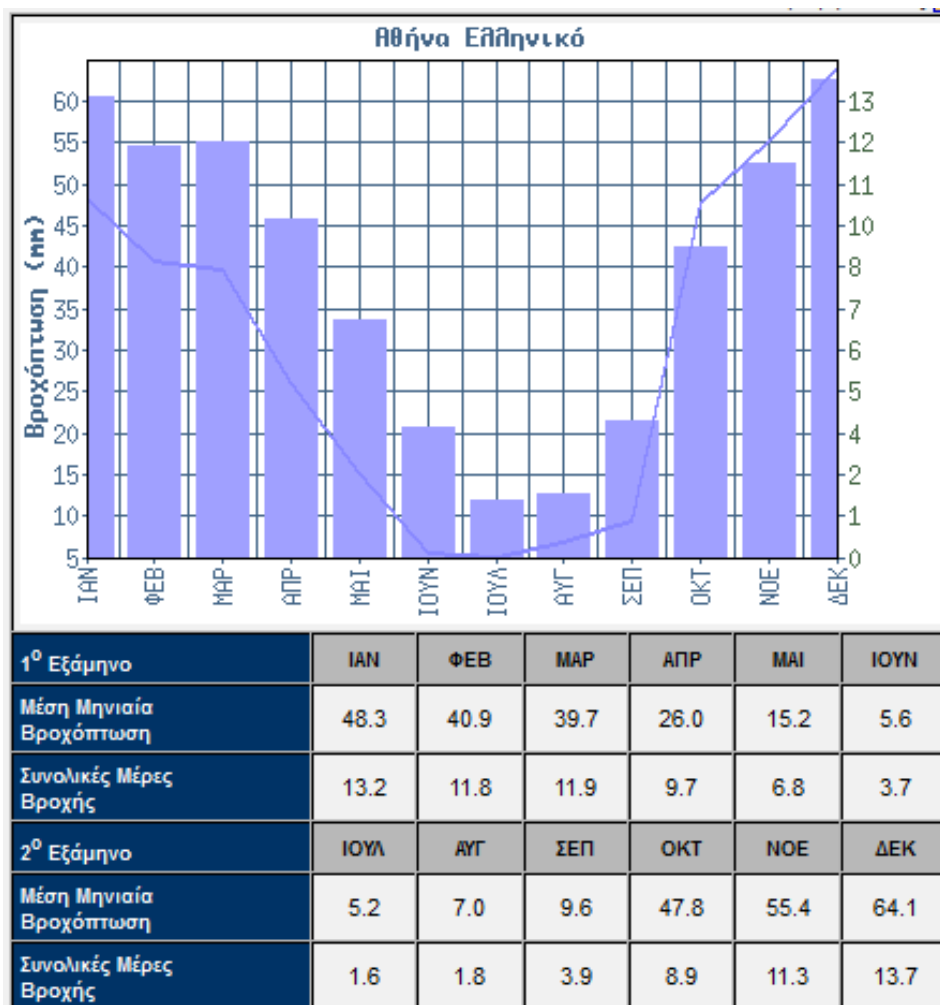
### 4.3 Κλιματικές Συνθήκες

Οι καιρικές συνθήκες (βροχή) και οι κλιματολογικές συνθήκες (ξηρή ατμόσφαιρα) επηρεάζουν τη συμπεριφορά του εδάφους. Αμμώδη εδάφη παρουσιάζουν μικρό δείκτη εσωτερικής τριβής και σχεδόν ρέουν. Αντίθετα, τα στιφρά αργιλώδη εδάφη παρουσιάζουν μεγάλη συνεκτικότητα. Τα βραχώδη και ημιβραχώδη εδάφη δεν ενέχουν κίνδυνο υποχωρήσεων, τουλάχιστον με τη μορφή των υποχωρήσεων που αναμένονται σε ένα γαιώδες έδαφος. Ο κίνδυνος έγκειται στην ανάπτυξη ρηγματώσεως η οποία μπορεί να προχωρήσει στην αποκόλληση τμήματος βράχου.

Δεδομένου ότι στην περίπτωση που εξετάζουμε το κλίμα είναι αφενός εύκρατο, με περιορισμένο αριθμό βροχοπτώσεων και αφετέρου ότι πρόκειται για ημιβραχώδες έδαφος, ο κίνδυνος υποχωρήσεων είναι μικρός. Καθώς οι εργασίες έχουν προγραμματιστεί να εκτελεστούν κατά τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η μέση θερμοκρασία θα κυμανθεί από 19,5° έως 24,2° και η μέση μηνιαία βροχόπτωση θα είναι από 9,6 χιλ. έως 47,8 χιλ. σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Μ.Υ. Κατά συνέπεια, οι κλιματολογικές συνθήκες θα είναι ήπιες και δε θα αποτελέσουν εμπόδιο στη διεξαγωγή των εργασιών μας. (5)



**Εικόνα 20** Στατιστικά στοιχεία θερμοκρασιακών μεταβολών στην περιοχή της Αθήνας



**Εικόνα 21** Στατιστικά στοιχεία συχνότητας βροχοπτώσεων στην περιοχή της Αθήνας

#### 4.4 Ιδιοκτησιακό Καθεστώς

Το Παλαιό Φάληρο υπάγεται χωροταξικά στο λεκανοπέδιο Αττικής, ενώ διοικητικά ανήκει στη Νομαρχία Αθηνών. Ο πληθυσμός του ήταν 64.021 κάτοικοι κατά την απογραφή του 2011. Δήμαρχος του Παλαιού Φαλήρου είναι ο Διονύσιος Χατζιδάκης, ο οποίος εκλέχτηκε για πρώτη φορά στις δημοτικές εκλογές του 2002 και επανεκλέχτηκε στις δημοτικές εκλογές του 2006, του 2010 και του 2014. Με την εφαρμογή της νέας διοικητικής διαίρεσης της χώρας κατά το Πρόγραμμα Καλλικράτης το 2011 ουδεμία μεταβολή επήλθε στο Δήμο, σύμφωνα με το άρθρο 1,§ 5.1.Β αυτού.

## 4.5 Προσβασιμότητα - Συγκοινωνιακή Κάλυψη

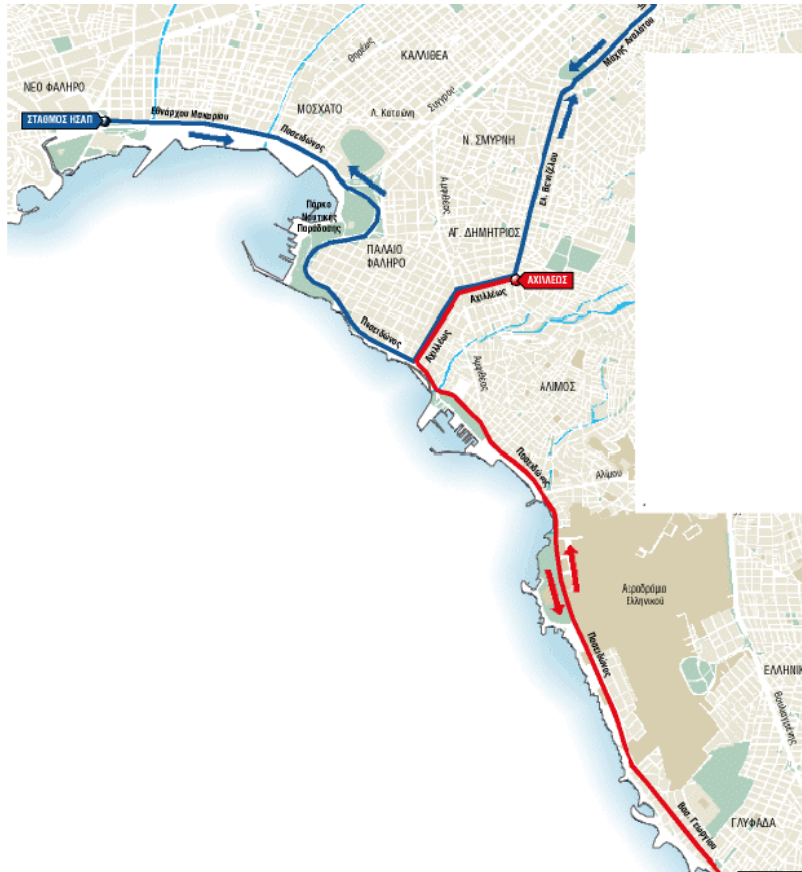
Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του Φαληρικού Όρμου είναι η θέση του, καθώς το πλέγμα των μεγάλων οδικών αξόνων και το δίκτυο MMM (σταθμός ΗΣΑΠ, τραμ, λεωφορειακές γραμμές) διευκολύνουν την πρόσβαση στην περιοχή, μέσω των οδικών μεταφορών. Χαρακτηρίζεται από υψηλή προσβασιμότητα ως προς την μητροπολιτική κλίμακα, αναφορικά με το αστικό οδικό δίκτυο, γεγονός που οφείλεται στην άμεση επαφή του με ένα σύστημα τριών στοιχείων του βασικού οδικού δικτύου της μητροπολιτικής περιοχής. :

- Τη Λεωφόρο Ποσειδώνος στην κατεύθυνση ανατολή-δύση που ακολουθεί παράκτια όδευση και διασυνδέει τη Γλυφάδα με τον Πειραιά,
- τις Λεωφόρους Συγγρού και Κηφισού που εξασφαλίζουν την άμεση διασύνδεση του θαλάσσιου μετώπου με την κεντρική περιοχή της πόλης και τα βόρεια προάστια.
- Δυο μεγάλα συστήματα ανισόπεδων κόμβων διασυνδέουν τις Λεωφόρους Συγγρού και Κηφισού αφενός με την Λεωφόρο Ποσειδώνος και αφετέρου με την Εθνάρχου Μακαρίου (παλιά παραλιακή λεωφόρος) και με το δευτερεύον και τοπικό δίκτυο εξυπηρέτησης του παραλιακού μετώπου. Η παλιά Λ. Ποσειδώνος - Εθνάρχου Μακαρίου αντιστοιχεί σε οδική αρτηρία δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση,

**Πίνακας 3** Μέσα πρόσβασης στο συγκρότημα του Παλαιού Φαλήρου

Μετρό	
Τραμ	<b>x</b>
Τρένο	x
Προαστιακός	
Λεωφορείο	<b>x</b>





**Εικόνα 22** Χάρτης πρόσβασης στο συγκρότημα του Παλαιού Φαλήρου



**Εικόνα 23** Αεροφωτογραφία της περιοχής με σήμανση των στάσεων του τραμ

## **5. ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **Εισαγωγή**

Το τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας επικεντρώνεται στην πρόταση μελέτης της κατασκευής από κοντέινερ. Αρχικά δίνεται έμφαση στην αιτία τοποθέτησης του κτιρίου στην περιοχή του Φαλήρου και ακολούθως αναλύεται η δυτική, ανατολική, βορινή και νότια πλευρά του κτιρίου. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται για τα φωτοβολταϊκά συστήματα αλλά και για τη φύτευση του δώματος.

### **5.1 Φιλοσοφία Σχεδιασμού**

Η τοποθέτηση ενός κτιρίου κατασκευασμένο από κοντέινερ στο Δημοτικό Πάρκο Παλαιού Φαλήρου δεν επιλέχθηκε τυχαία. Πιο συγκεκριμένα, η αρχιτεκτονική από κοντέινερ στο σύνολό της θεωρείται καινοτόμα, πρωτοπόρα και φορέας νέων ιδεών, καθώς συμβάλλει στην αλλαγή του τοπίου της ευρύτερης περιοχής.

Το Δημοτικό Πάρκο βρίσκεται ανάμεσα στη λεωφόρο Ποσειδώνος και τη θάλασσα, στο ύψος της Μαρίνας Φλοίσβου, και ουσιαστικά αποτελεί τη συνέχεια του Πάρκου Ναυτικής Παράδοσης. Θεωρείται ένας ιδιαίτερα καθαρός χώρος που προσελκύει μεγάλο αριθμό του πληθυσμού και αποτελεί στοιχείο νεωτερικότητας, αφού διαφοροποιείται σημαντικά από άλλες γειτονικές περιοχές. Βρίσκεται σε σημείο όπου μπορεί να εξυπηρετήσει τη συγκοινωνιακή πρόσβαση και υπάγεται σε έναν από τους καλύτερους δήμους του λεκανοπεδίου της Αττικής με βαθμιαία πρόοδο κατά τα τελευταία χρόνια. Όπως είναι φυσικό, η περιοχή αυτή ταυτίζεται με την πρωτοπορία που παρουσιάζει η αρχιτεκτονική από κοντέινερ και το κτίριο που κατασκευάζεται.

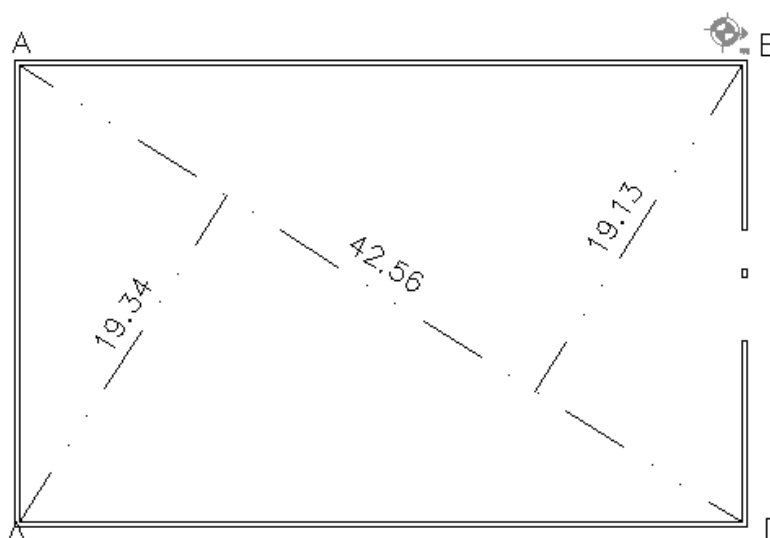
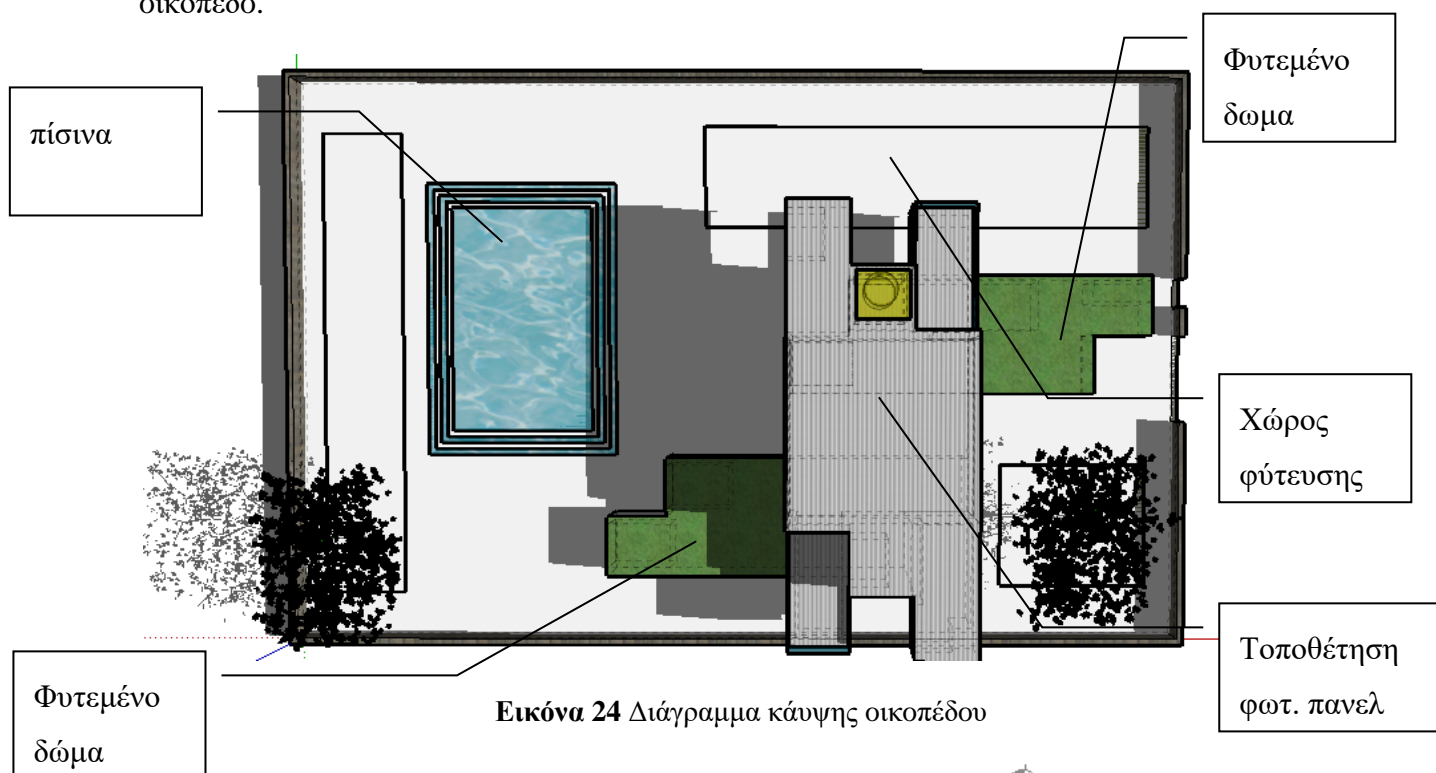


## 5.2 Διάγραμμα Κάλυψης

Η συνολική έκταση του οικοπέδου που θα εκμεταλλευτούμε από το πάρκο του Φλοίσβου για κάθε μια κατασκευή είναι 848,00 τ.μ. Μέσα σε αυτή την έκταση προβλέπεται η τοποθέτηση μιας δυόροφης με ισόγειο κατασκευής από κοντίνερς.

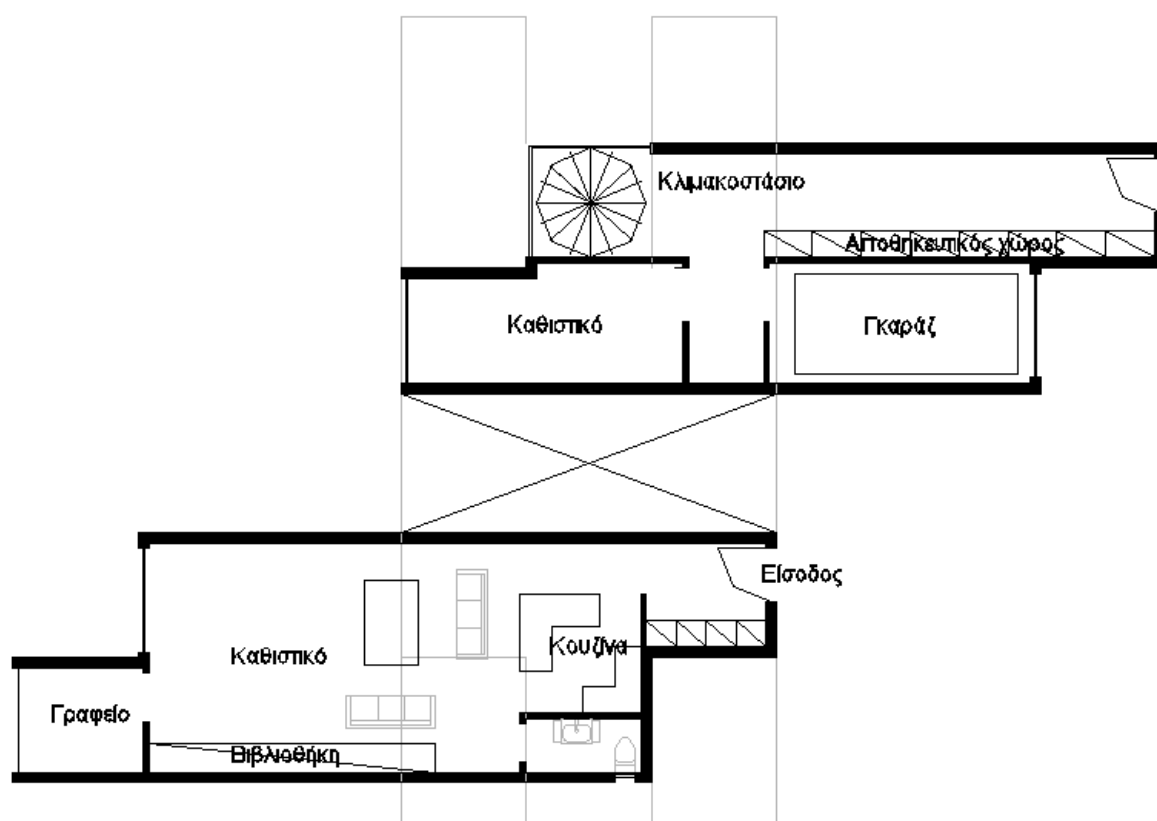
Στο οικόπεδο προβλέπεται θέση για την κατασκευή πισίνας και χώρου πρασίνου.

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζονται αναλυτικά η θέση όλων των χώρων στο οικόπεδο.

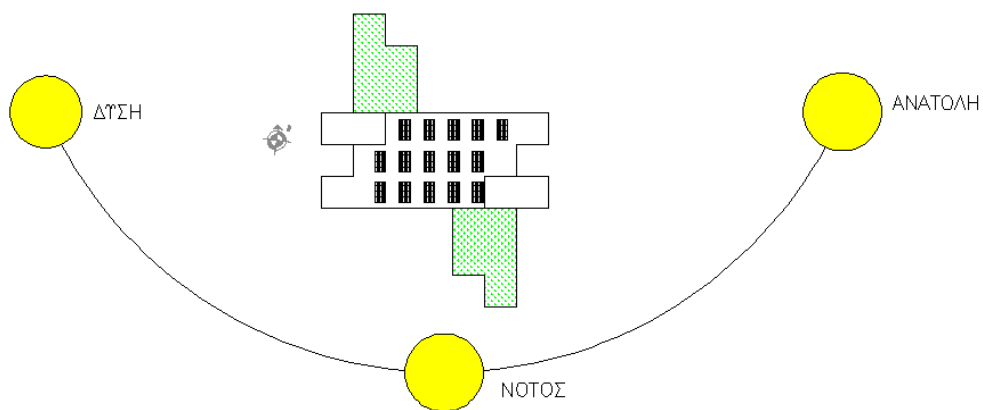


### 5.3 Εσωτερική Διαρρύθμιση

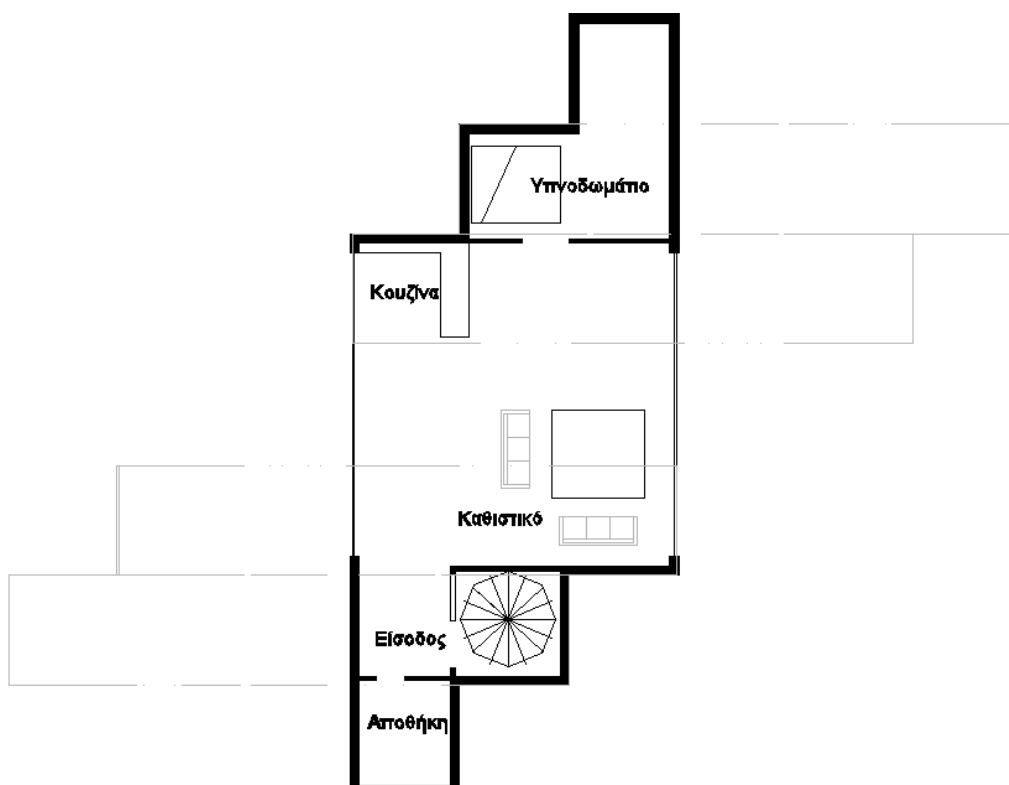
Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο ζήτημα, εξαρτώμενο από τη χρήση του χώρου και τις ανάγκες των ενοίκων. Η βορεινή πλευρά του κτηρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή, η λιγότερη φωτεινή και δε δέχεται καθόλου ήλιο, παρά μόνο το καλοκαίρι για λίγες ώρες το πρωί και το απόγευμα. Για τους λόγους αυτούς, στην πλευρά αυτή τοποθετούνται οι χώροι των οποίων η χρήση είναι ολιγόωρη, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους, συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιώνουν τις συνθήκες στους κύριους χώρους.



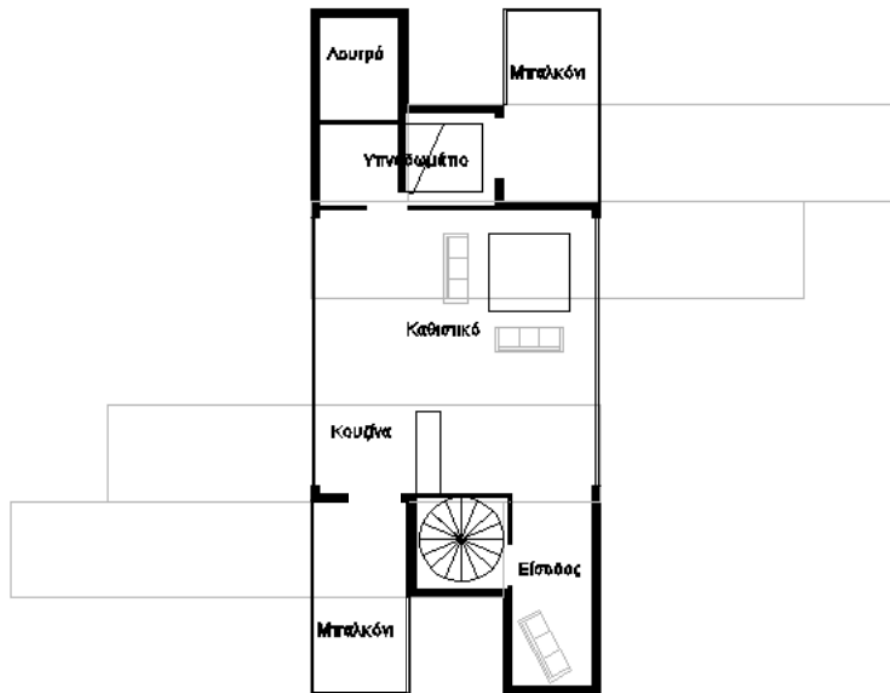
Εικόνα 26 Κάτοψη ισόγειου



**Εικόνα 27** Η ηλιακή τροχία σε σχέση με το κτίριο



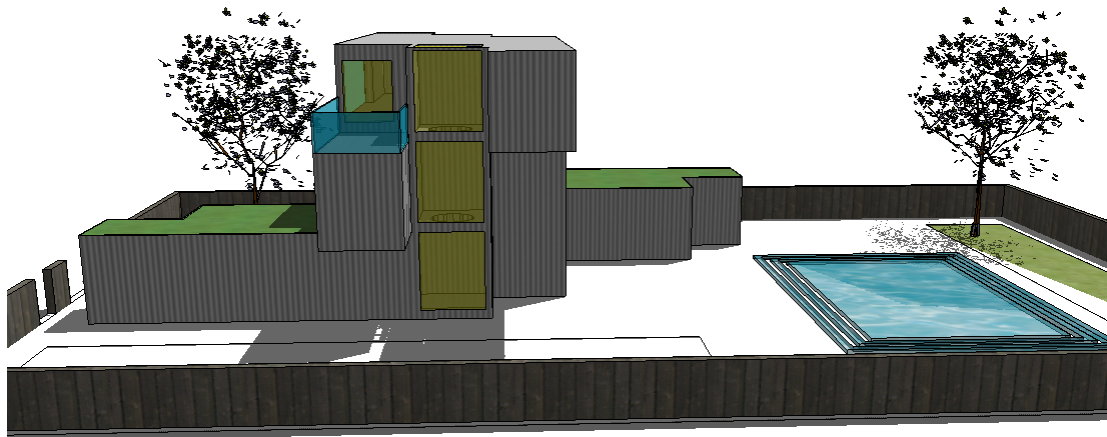
**Εικόνα 28** Κάτοψη πρώτου ορόφου



Εικόνα 29 Κάτοψη δευτέρου ορόφου

## 5.4 Δυτική Όψη

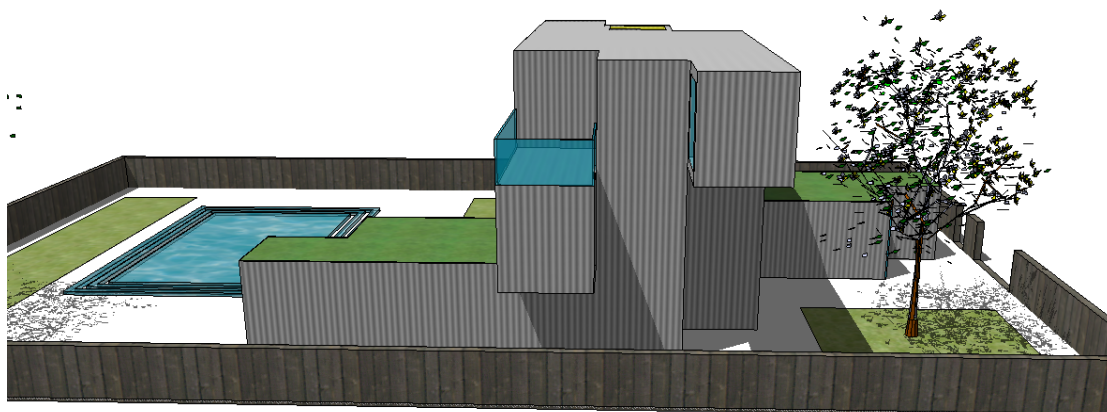
Η δυτική πλευρά του κτιρίου μπορεί να έχει μικρές διαστάσεις και να προστατεύεται από κατάλληλη σκίαση. Επιπρόσθετα, προβλέπεται καλή μόνωση της δυτικής όψης και αποφεύγονται ανοίγματα, καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες δέχονται την άμεση επαφή με τον ήλιο από το μεσημέρι και μετά. Συνεπώς, είναι καλό να επιλέγονται ανοίγματα στη δυτική όψη μόνο σε περιπτώσεις φωτισμού και θέας. Στις δυτικές όψεις, στέγες και κεραμοσκεπές δεν παρέχουν μεγάλη προστασία, με αποτέλεσμα να συνιστάται εξωτερική σκίαση κατακόρυφου τύπου που επιτυγχάνεται με τη τοποθέτηση αειθαλούς βλάστησης με προτίμηση δέντρων πυκνού φυλλώματος (κυπαρίσσι, μύοπορο).



**Εικόνα 30** Η δυτική όψη του κτιρίου. Έχει τοποθετηθεί φυσική βλάστηση για την προστασία του κτιρίου από την αντηλιά και τον απογευματινό ήλιο.

## 5.5 Ανατολική Όψη

Η ανατολική πλευρά παρουσιάζει πολλές ομοιότητες και κοινά γνωρίσματα με τη δυτική πλευρά. Σαφέστατα, εξαιτίας της ηλιακής τροχιάς ένα κτίριο που αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα ανατολής – δύσης έχει περισσότερα πλεονεκτήματα από ένα αντίστοιχο που αναπτύσσεται κατά τον άξονα βορράς – νότος.



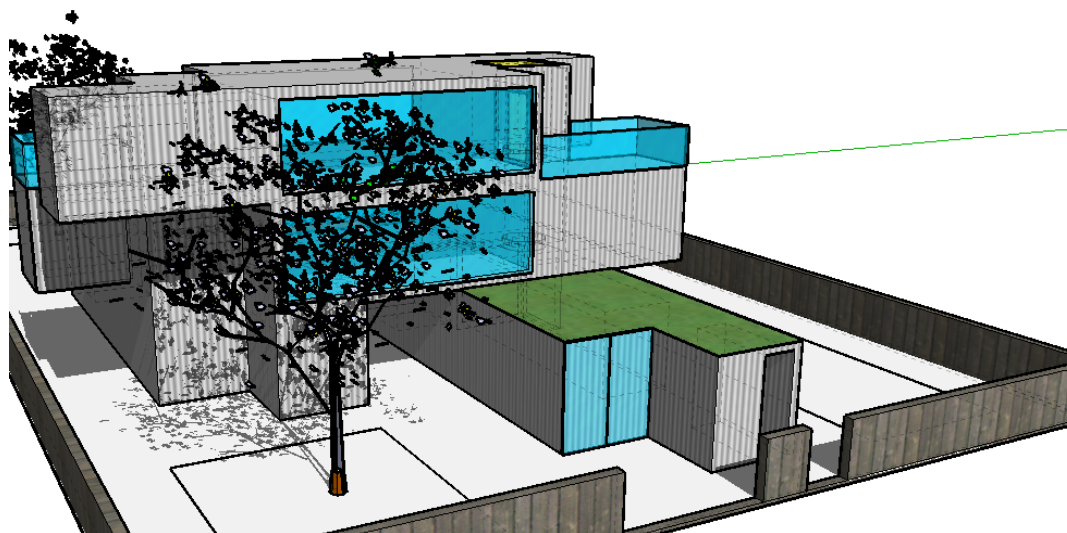
**Εικόνα 31** Η ανατολική πλευρά του κτιρίου.

## 5.6 Βορινή Όψη

Τα ανοίγματα στη βορινή πλευρά του κτιρίου συμβάλλουν στην καλύτερη ποιότητα φωτισμού, διότι δέχονται διάχυτο και όχι άμεσο φως. Παράλληλα, καλό θα είναι να αποφεύγονται οι μεγάλες διαστάσεις στα ανοίγματα, αφού τη χειμερινή εποχή τα κέρδη που αποκομίζουν είναι ελάχιστα για τη θέρμανση του κτιρίου, ενώ το χρεώνουν με μεγάλες απώλειες.



**Εικόνα 32** Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι συγχρόνως και η πρόσοψη του. Για λόγους καλαισθησίας προτιμήθηκαν μεγάλα ανοίγματα με πρόβλεψη προστασίας από φυλλοβόλα δέντρα.



**Εικόνα 33** Στην βορινή πλευρά του κτιρίου βρίσκεται η κεντρική είσοδος. Στην βορινή πλευρά τοποθετούνται τα κλιμακοστάσια, λουτρό -W.C., αποθήκη και χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων

## 5.7 Νότια Όψη

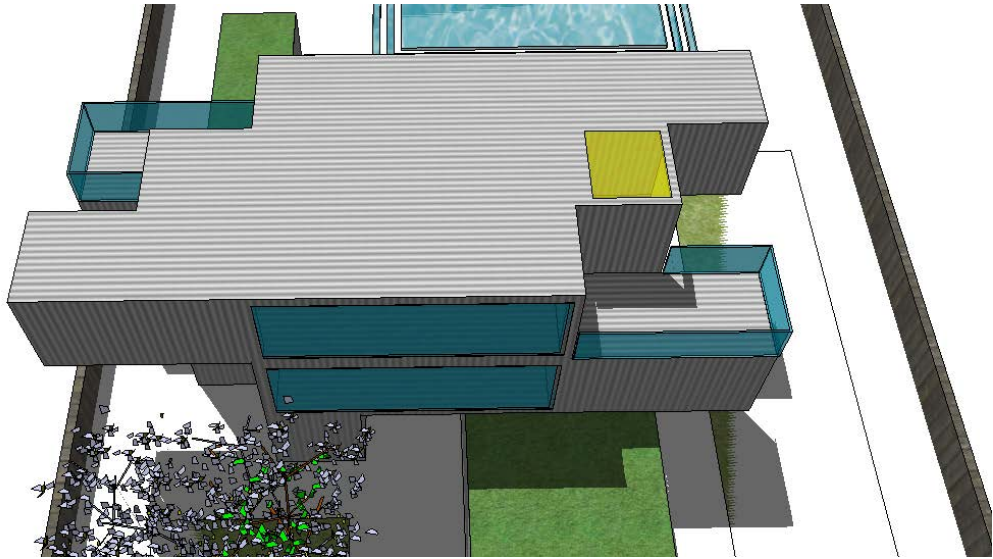
Κατά τους χειμερινούς μήνες, η νότια πλευρά είναι ιδιαίτερα ευεργετημένη από την άμεση ακτινοβολία που δέχεται, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είναι καλό να προστατεύεται με στοιχεία σκίασης. Συνάμα, η νότια πλευρά ενδείκνυται για εισροή φυσικού φωτισμού στον χώρο, ενώ και το κλιμακοστάσιο έχει μεγάλα ανοίγματα για την εισροή φυσικού φωτός στο χώρο. Τις απογευματινές ώρες χρησιμοποιείται η αίθουσα συνεδριάσεων, όταν πλέον η ακτινοβολία δεν είναι τόσο έντονη στο κομμάτι αυτό.



**Εικόνα 34** Η νότια πλευρά του κτιρίου. Έχουν προβλεφθεί μεγάλα ανοίγματα. Η νότια πλευρά δέχεται την μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και την μικρότερη το καλοκαίρι. Είναι η πιο φωτεινή και η πιο ευχάριστη περιοχή του κτιρίου και συνεπώς η προσφορότερη για την τοποθέτηση των χώρων που χρησιμοποιούνται τις περισσότερες ώρες της ημέρας, όπως για παράδειγμα η κουζίνα, το καθιστικό, τα δωμάτια.

## 5.8 Φωτοβολταϊκό Σύστημα

Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ οικιακού συστήματος έως 10kW, σύμφωνα με τις σημερινές ισχύουσες διατάξεις σε χώρους επι του κτιρίου οι οποίοι δεν είναι βατοί απο τους χρήστες, αποτελεί άριστη λύση τόσο από πλευράς οικονομικής απόσβεσης της εγκατάστασης αλλά και την δημιουργία κερδοφορίας μέσω αυτής.



**Εικόνα 35** Στο δώμα θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταικά πάνελ

Οι παράμετροι οι οποίοι καθορίζουν και πρέπει να προσδιοριστούν στην τοποθέτηση των φωτοβολταικών πάνελ είναι :

1. Τοποθεσία – χωροθέτηση εγκατάστασης
2. Τετραγωνικά μέτρα
3. Τύπος φωτοβολταικού πάνελ
4. Χρονική διάρκεια που απαιτείται για την εγκατάσταση.
5. Κόστος Εγκατάστασης
6. Ποσότητα παραγόμενης ενέργειας
7. Χρόνος απόσβεσης

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύς έγινε χωροθέτηση των φωτοβολταικών πλαισίων στην κάτοψη της οροφής του δώματος. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία τα φωτοβολταικά πλαίσια θα πρέπει να τοποθετηθούν ένα μέτρο από την περίμετρο του δώματος.



Η εγκατάσταση των ΦΒ πλαισίων θα τοποθετηθούν σε αρθρωτές μεταλλικές βάσεις και σε κατάλληλη γωνία κλίσης  $30^\circ$  (συναρτήσει το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής) ώστε να έχουμε την μέγιστη ετήσια παραγωγή. Στο διαθέσιμο χώρο μπορούν να τοποθετηθούν 16 φωτοβολταϊκά με διαστάσεις 1652x1000mm που είναι η συνηθισμένη διάσταση για φωτοβολταϊκά πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Ο τελικός αριθμός όμως των ΦΒ πλαισίων που θα εγκαταστήσω εξαρτάται από τη διαστασιολόγηση. Υπάρχουν λοιπόν ειδικά λογισμικά που λαμβάνουν υπόψη τους τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ΦΒ πλαισίων και του αντιστροφέα που θα χρησιμοποιήσουμε. Έτσι για την συγκεκριμένη περίπτωση και με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διαθέσιμων αντιστροφέων βλέπουμε ότι ο κατάλληλος αριθμός των ΦΒ πλαισίων είναι δεκαπέντε (15), ώστε να δουλεύει το σύστημα με την μεγαλύτερη απόδοση όλη την διάρκεια του χρόνου. Οι διαφορετικές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του χρόνου επηρεάζουν τόσο τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα όσο και των ΦΒ πλαισίων και έτσι με την διαστασιολόγηση του συστήματος επιλέγουμε το καταλληλότερο σύστημα ώστε το σύστημα να αποκρίνεται βέλτιστα στις μεταβολές αυτές. Στη προκειμένη περίπτωση η ονομαστική ισχύς του συστήματος θα είναι:

$$15 \times 230 \text{Wp} = 3450 \text{Wp} \text{ (3,45kWp)}$$

Η συνολική ισχύς του Φ/Β συστήματος τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι 3.450 Wp και αποτελείται από 15 πλαίσια ονομαστικής ισχύος 230 Wp το καθένα. Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων θα γίνει σε σταθερές μεταλλικές βάσεις, κατάλληλα τοποθετημένες στην οροφή του δώματος. Οι μεταλλικές βάσεις είναι αρθρωτές, από γαλβανισμένο αλουμίνιο για αντισκωρική προστασία και ο ακριβής σχεδιασμός κάθε υποσυστήματος στήριξης θα γίνει κατά την μελέτη εφαρμογής.

Η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε διασυνδεδεμένο θα γίνει με αντιστροφέα και η ομαδοποίηση μεταξύ των Φ/Β πλαισίων και του αντιστροφέα έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε οι μονάδες αυτές να είναι συμβατές μεταξύ τους, τόσο κατά τη λειτουργία των συστημάτων για μέγιστη παραγωγή ενέργειας όσο και για την τριφασική ή μονοφασική διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ προκειμένου να

αποφεύγονται φαινόμενα ηλεκτρικής ασυμμετρίας. Στη περίπτωση που η ονομαστική ισχύς του συστήματος ήταν μεγαλύτερη από 5kWp θα γινόταν τριφασική σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από ηλεκτρονικό και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ενώ ο χώρος εγκατάστασης απαιτείται να είναι ανεμπόδιστος για αποφυγή σκιάσεων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την χρήση εκτεταμένων μεταλλικών κατασκευών διαμορφώνουν ένα ικανό συλλεκτήριο σύστημα για κεραυνικά και επαγωγικά πλήγματα αλλά και κρουστικές υπερτάσεις μέσω του δικτύου της ΔΕΗ. Για αυτό το λόγο το ΦΒ σύστημα προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας από πιθανές κρουστικές και επαγωγικές υπερτάσεις που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στον αντιστροφέα.

Η συνολική ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα διοχετευτεί στο δίκτυο από τον Φ/Β σταθμό ισχύος 3,45 kWp με σταθερή γωνία κλίσης εκτιμάται σε 4554 kWh (1320kWh/Kwp \* 3,45kWp) και τα ετήσια έσοδα θα ανέρχονται σε 1047,42 € με τιμή πώληση της κιλοβατώρας 0,23 €/kWh. Η οικονομική απολαβή από την παραγόμενη ενέργεια προκαλεί απόσβεση της επένδυσης σε 12 έτη παρέχοντάς σας καθαρό κέρδος τα υπόλοιπα 13 έτη του συμβολαίου με τη ΔΕΗ. Ο τρόπος υπολογισμού που ακολουθήθηκε βασίστηκε σε ειδικό λογισμικό πρόγραμμα προσομοίωσης που χρησιμοποιεί ωριαίες χρονοσειρές έντασης ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος στην περιοχή της εγκατάστασης και επισυνάπτεται ως συνημμένο.

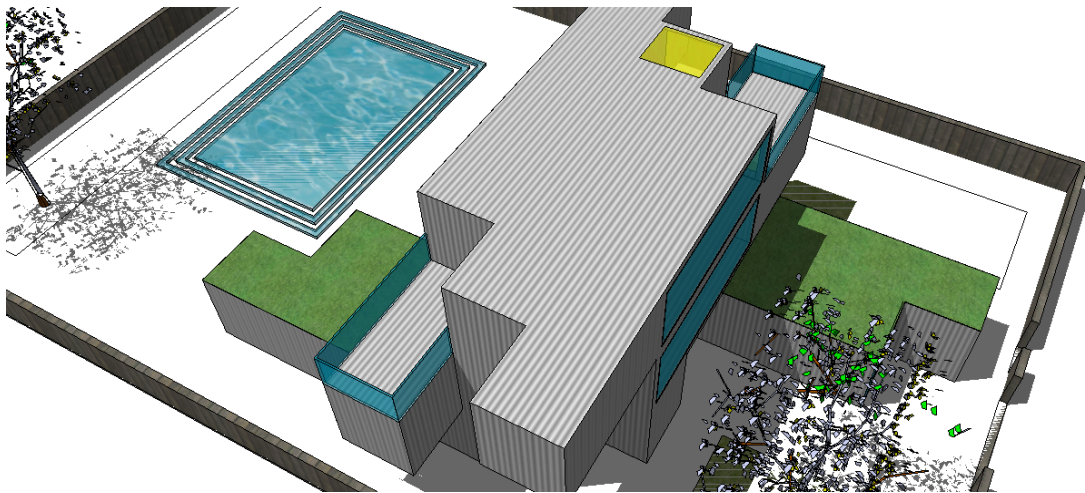
**Πίνακας 4** Στοιχεία εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ

Δεδομένο	Τιμή	Παρατηρήσεις
Τ.μ. καλυπτόμενης επιφάνειας	<b>24.5 τ.μ.</b>	Θα τοποθετηθούν στην οροφή του δώματος
Τεμάχια τοποθετούμενων πάνελ	<b>15 τεμχ.</b>	Διαστάσεις 1650 *990 mm <sup>2</sup>
Κόστος τεμαχίου	<b>800€</b>	Συνολικό Κόστος : <u>12000€*</u>
Ονομαστική ισχύς τεμαχίου	<b>230 Wp</b>	Προδιαγραφές κατασκευαστή

Συνολική Ισχύς	<b>3.450 Wp</b>	$15 * 230 \text{ Wp} = 3.450 \text{ Wp}$
Ετήσια Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	<b>4.554 kWh</b>	$1320\text{kWh/Kwp} * 3,45\text{kWp}$
Τιμή πώλησης κιλοβατώρας στο Δίκτυο της Δ.Ε.Η.	<b>0,23 €</b>	Για το έτος (2013)
Κέρδος ανά έτος	<b>1047,42 €</b>	$0,23 * 4.554 = 1047,42 \text{ €}$

## 5.9 Φύτευση Δώματος

Όλα τα υλικά και τα δομικά στοιχεία για την συγκεκριμένη χρήση πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους, σύμφωνα με τα διεθνή Πρότυπα. Τα υλικά θα πρέπει να φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις από διεθνείς οργανισμούς πιστοποίησης για την χρήση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.(FLL Root Proof Test, FLL Guidelines, DIN, CE).



**Εικόνα 36** Στα δώματα του ισογείου θα πραγματοποιηθεί η φύτευση

Οι στρώσεις σύμφωνα με τις οποίες τοποθετούνται τα υλικά φύτευσης είναι:

- Μεμβράνη αντιριζικής προστασίας

- Υπόστρωμα προστασίας και συγκράτησης υγρασίας
- Αποστραγγιστική αποθηκευτική στρώση
- Διηθητικό φύλλο συγκράτησης υποστρώματος ανάπτυξης
- Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών
- Βλάστηση

Η αντιριζική μεμβράνη θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη από ηλεκτρονικά ελεγμένο πολυαιθυλένιο (PE), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) ή εύκαμπτη πολυολεφίνη (FPO), ή καουτσούκ EPDM και να είναι πιστοποιημένη από FLL Root Proof Test. Η μεμβράνη διαστρώνεται και συγκολλείται με αλληλοεπικάλυση των φύλλων κατά τουλάχιστον 10cm με θερμό αέρα. Ακολουθεί έλεγχος των ραφών συγκόλλησης και εφαρμόζεται πίεση με ειδικό ρολό. Στα στηθαία η μεμβράνη εφαρμόζεται σε ύψος μεγαλύτερο κατά 5-10cm από την ανώτερη στάθμη του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και στερεώνεται μηχανικά με ειδικό τεμάχιο αλουμινίου. Ακολουθεί σφράγιση του ειδικού μεταλλικού τεμαχίου με πολυουρεθανική μαστίχη

Το υπόστρωμα θα πρέπει να έχει πάχος από 3 ως 15 mm, και να συγκρατεί νερό από 3 l/m<sup>2</sup> ως 10 l/m<sup>2</sup> ώστε να προσφέρει επιπλέον προστασία στην υποκείμενη αντιριζική μεμβράνη καθώς και στα συστήματα στεγανοποίησης από πλήγματα. Το υπόστρωμα προστασίας και συγκράτησης υγρασίας πρέπει να εφαρμόζεται ελεύθερα πάνω από την αντιριζική μεμβράνη με επικάλυψη των άκρων κατά 10- 15cm. Στα στηθαία το υπόστρωμα εφαρμόζεται σε ύψος μεγαλύτερο από την ανώτερη στάθμη του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και συγκολλάται με ειδική κόλλα. Το υπόστρωμα προστασίας θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο από υλικά που καθορίζονται στα διεθνή πρότυπα (π.χ.FLL 2008, Water retention).

Το αποστραγγιστικό σύστημα θα είναι κατασκευασμένο από υψηλής πυκνότητας ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο (HDPE) Η περίσσεια ύδατος οδηγείται στις υδρορροές ή συγκεντρώνεται σε ειδική δεξαμενή για επανάχρηση. Το αποστραγγιστικό σύστημα θα λειτουργήσει σαν αποθήκη νερού και θα επιτρέπει την ενιαία αποστράγγιση, τον

αερισμό του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών και θα αποτελεί ισχυρή προστατευτική στρώση για τις υποκείμενες μεμβράνες. Επειδή το δώμα θα είναι προσπελάσιμο το αποστραγγιστικό σύστημα θα πρέπει να εξασφαλιστεί υψηλή μηχανική αντοχή.

Το διηθητικό φύλλο θα κατασκευαστεί από υλικό υψηλής αντοχής, θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο υψηλής αντοχής και θα είναι σχεδιασμένο ώστε να αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχίων από το υπόστρωμα στο αποστραγγιστικό σύστημα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν το φράξιμό του και να εμποδίσουν τη ροή του νερού. Επίσης θα είναι βιολογικά και χημικά ουδέτερο. Η κατηγορία αντοχής του σύμφωνα με διεθνή ή εθνικά πρότυπα (π.χ. DIN ISO 12236, EN ISO 11058, EN ISO 10319).

Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών θα δώσει τη δυνατότητα στα φυτά να αναπτύξουν ένα πυκνό ριζικό σύστημα και να ικανοποιήσουν τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες τους. Απαιτείται να έχει συγκεκριμένο πορώδες, PH και κοκκομετρία, ανάλογα με το φυτικό υλικό και τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα επιλεγεί. Όσον αφορά την κοκκομετρία του υλικού

- Δεν επιτρέπεται περισσότερο από 10% του υλικού να έχει διάμετρο μικρότερη από 0.063 mm.
- Συγκεκριμένα η διάμετρος των κόκκων του εδαφικού υλικού θα είναι για βάθος >10 – 20 cm να είναι μεταξύ 4/8 mm και 8/16 mm
- Το pH του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών για την περίπτωση μελέτης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6.0 και 8.5.
- Για να διατηρηθεί η ανάπτυξη των φυτών πρέπει οι τιμές της αλατότητας του νερού να μην ξεπερνά τα 2.5 g/l και η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία να είναι μικρότερη ή ίση με 90 g/l

Καθώς αυξάνεται το ύψος της συνολικής διαστρωμάτωσης του συστήματος υποδομής, αυξάνεται και η παλέτα των ενδημικών φυτών προς εγκατάσταση. Οι μορφές βλάστησης που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο δώμα είναι:

- Γρασίδια - πολυετή ποώδη φυτά

- Τοπική ποώδης - θαμνώδης βλάστηση
- Θαμνώδης βλάστηση

Όσον αφορά τα γρασίδια θα τοποθετηθεί τάπητας βλάστησης ενισχυμένος με οργανικές ίνες. Βασικό κριτήριο για την επιλογή των φυτικών ειδών, που συνθέτουν τη φύτευση του δώματος, αποτέλεσαν οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή<sup>2</sup>. Το ύψος ανάπτυξης της βλάστησης προβλέπεται να φτάσει ως 250 mm.

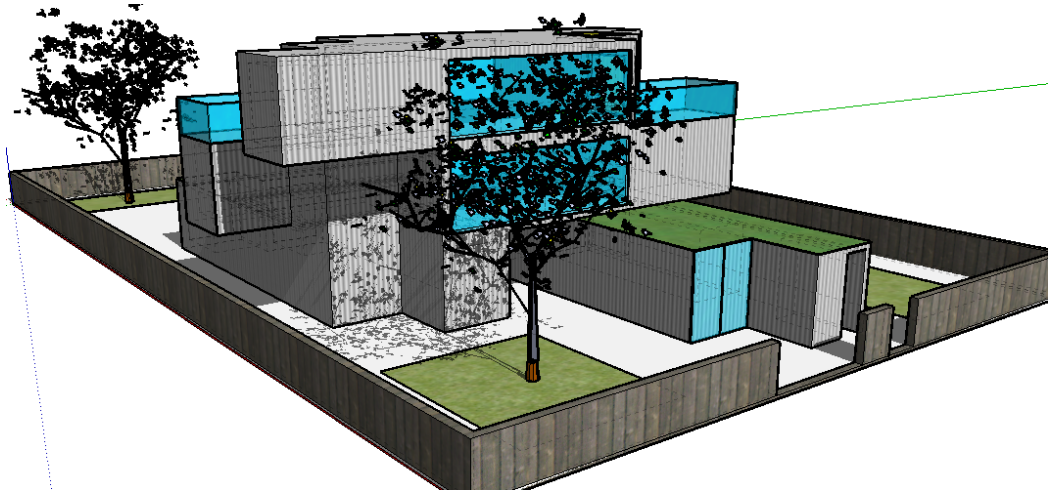
### 5.10 Περιβάλλον Χώρος

Η αρχιτεκτονική του τοπίου μπορεί να βελτιώσει το μικροκλίμα τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι η βλάστηση παρέχει σκίαση, ψύξη εξάτμισης και βοηθάει στην κατεύθυνση ρευμάτων ανέμου, ενώ το χειμώνα προστατεύει από τον άνεμο. Τα φυτά απορροφούν μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας και η διαπνοή τους μειώνει περαιτέρω τις θερμοκρασίες.

---

<sup>2</sup> Η περιοχή της Νότιας Αττικής παρουσιάζει ιδιόμορφες καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες. Όσον αφορά την ατμοσφαιρική θερμοκρασία, οι ανώτατες ετήσιες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 22° C – 32° C και σημειώνονται στην πεδινή περιοχή που εκτείνεται βόρεια του Σαρωνικού κόλπου. Η δυτική παράκτια λουρίδα και τα παράκτια τμήματα στα δυτικά του Σαρωνικού κόλπου παρουσιάζουν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 20° C, ενώ στο εσωτερικό αυτής της περιοχής οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 18° C και 22° C.

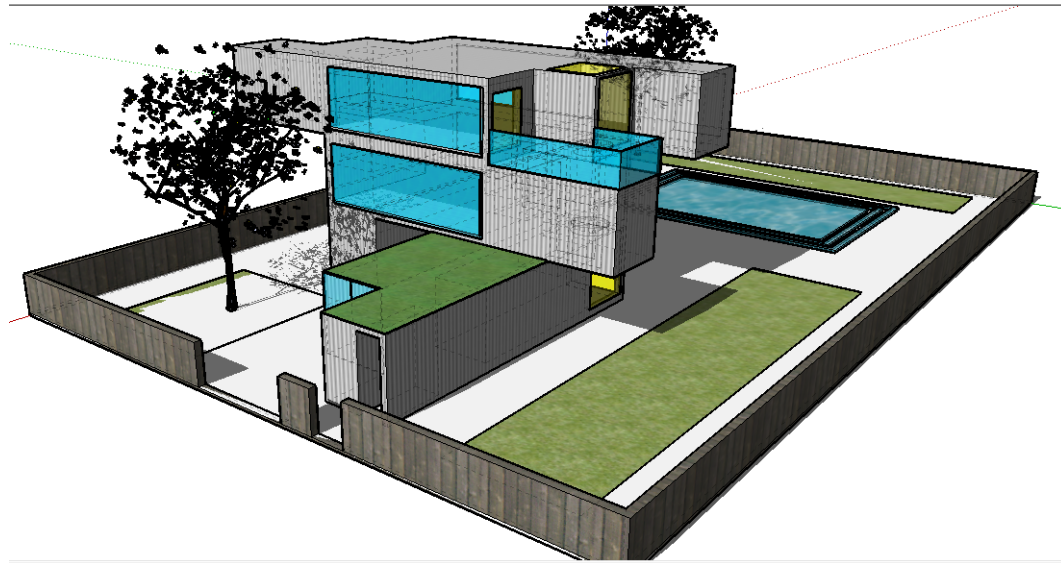
Κατά τον χειμώνα, η γεινίαση με τη θάλασσα και οι σχετικά θερμοί και υγροί άνεμοι του νοτίου και νοτιοδυτικού τομέα διατηρούν τις θερμοκρασίες σε υψηλά επίπεδα.



**Εικόνα 37** Η πρόσοψη του οικοπέδου

Φυλλοβόλα δέντρα, θάμνοι και κληματαριές, παρέχουν σκίαση το καλοκαίρι, ενώ επιτρέπουν την προσπέλαση της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Το νερό επίσης βοηθάει στη βελτίωση του μικροκλίματος τους καλοκαιρινούς μήνες και μπορεί να εμφανίζεται ως δεξαμενή, λίμνη, σιντριβάνι ή καταρράκτης. Η αρχιτεκτονική του τοπίου εκτός από την ενεργειακή της σημασία για τη βελτίωση του μικροκλίματος, μπορεί να δημιουργήσει ελκυστικούς χώρους για υπαίθριες δραστηριότητες, όπως αυλές που επεκτείνουν το χώρο διαβίωσης το καλοκαίρι.

Δύο είναι οι άξονες πάνω στους οποίους πατάει κάθε μελέτη, είτε αυτή σχεδιάζει την σύνθεση ενός roof garden είτε το κήπο μιας εξοχικής κατοικίας, οι απαιτήσεις του ιδιοκτήτη και οι περιορισμοί του συγκεκριμένου χώρου.

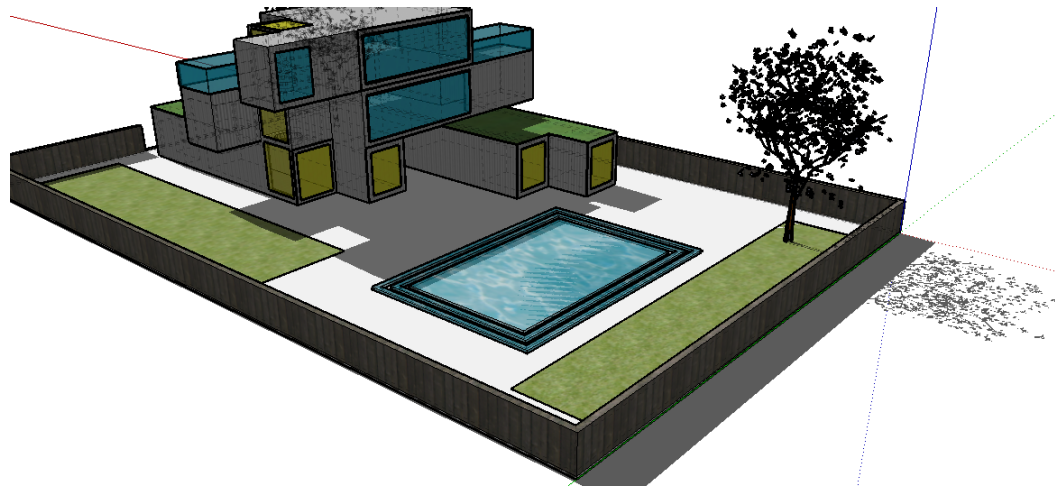


**Εικόνα 38** Η πρόσοψη του οικοπέδου

Η μελέτη θα πρέπει να εναρμονίζεται με τα δεδομένα που θέτουν κάθε φορά οι δύο αυτοί παράγοντες, όμως υπάρχουν μερικές θεωρητικές αρχές ορθού σχεδιασμού που μπορούν να εφαρμοσθούν σ' όλες τις περιπτώσεις για να δώσουν ένα σωστό σχέδιο. Σε γενικές γραμμές η επιτυχία του σχεδίου εξαρτάται από τέσσερις κυρίως παράγοντες:

- την ενότητα μεταξύ κλειστού χώρου και κήπου
- τη λειτουργικότητα ώστε να καλύπτονται οι βασικές ανάγκες των ιδιοκτητών
- την απλότητα, που επηρεάζει τόσο την αισθητική όσο και την οικονομική επιτυχία του σχεδίου
- την κλίμακα που καθορίζει την ορθή σχέση των διαφόρων στοιχείων του κήπου





**Εικόνα 39** Η πίσω όψη του οικοπέδου

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η εκτενής μελέτη της προκατασκευασμένης κατοικίας (τύπου Containers) που προκύπτει από τη σύνθεση Containers, με βάση τις κύριες αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς και παρουσιάζει προτάσεις – λύσεις για την ενεργειακή αυτονομία. Όπως έγινε σαφές σε όλη τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, η αρχιτεκτονική με κοντέινερ αποτελεί καινοτομία και στοιχείο νεωτερισμού για τα ελληνικά δεδομένα με ιδιαίτερη έμφαση τα τελευταία χρόνια στον συγκεκριμένο τομέα δόμησης.

Η επιλογή κοντέινερ εφαρμογής στοιχείων βιοκλιματικής μεθόδου δεν αποτέλεσε πρόβλημα ως προς την αδειοδότηση, συγκριτικά με τα προβλήματα που συναντώνται στις κατασκευές με εναλλακτικούς τρόπους δόμησης (πχ, τοιχοποιία 60εκ.). Η εύρεση ικανών τεχνιτών με εξειδικευμένες γνώσεις με απώτερο στόχο την υλοποίηση της εφαρμογής αυτής δεν αποτέλεσε σημαντικό πρόβλημα.

Η μελέτη στάθηκε ιδιαίτερα στο ζήτημα της ενεργειακής αυτονομίας με χρήση ενεργητικών και παθητικών συστημάτων αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε αέρα ή νερό, ενώ τα παθητικά συστήματα αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα και για παροχή φυσικού φωτισμού. Ειδικότερα, εκπονήθηκε μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελων που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Η περιοχή που μελετήθηκε ήταν το Παλαιό Φάληρο και συγκεκριμένα το Δημοτικό Πάρκο, στα πλαίσια του οποίου καταγράφηκαν οι κλιματολογικές συνθήκες, η μορφολογία της περιοχής και το δίκτυο πρόσβασης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης είναι αισιόδοξα και επιβεβαιώνουν τις προσδοκίες της νέας πράσινης εποχής στο κλάδο των κατασκευών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. H. Bud, H. (1996). *Energy sources/applications/alternatives*. Αθήνα : Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδη.
2. <http://www.allaboutenergy.gr>. (2013, Φεβρουάριος 12).
3. <http://www.castello-kalamaki.com>. (2013).
4. <http://www.eap.gr/view.php?artid=1737>. (2013, Φεβρουάριος).
5. <http://www.ee.teihal.gr>. (2013, Φεβρουάριος).
6. J.R. Goulding, J. (1994). *Ενεργειακός σχεδιασμός. Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες*. Αθήνα: Μαλλιάρης Παιδεία.
7. S. Danchev, N. Π. (2012). *Η Επίδραση του Τουρισμού στην Ελληνική Οικονομία*. Αθήνα: Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών.
8. Α. Πρωτοπαπάς, Ε. Κ. (2005). *Οικονομικά και Πολιτικές για τη Βιώσιμη Διαχείριση Περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων*. Αθήνα: Εκδόσεις Σάκκουλα.
9. Γ. Σπανάκη, Γ. (1990). *Το Ηράκλειο στο Πέρασμα των Αιώνων*. Ηράκλειο Κρήτης: Δήμος Ηρακλείου.
10. Δ. Κοδοσάκης, Δ. (1994). *Διαχείριση Φυσικών Πόρων και Ενέργειας*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
11. Ε. Γεωργιάδου, Ε. (1996). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός και καθαρές τεχνολογίες δόμησης*. Αθήνα: Παρατηρητής.

12. Ε. Λάζαρη, Ε. (2002). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα. Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής*. Πικέρμι: ΚΑΠΕ.
13. Η. Λειβαδά, Μ. Α. (2008). *Αιολική και άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, Βιομάζα, Γεωθερμία - Υδατοπτώσεις*. Αθήνα: Μ.Αθανασοπούλου, Σ. Αθανασόπουλος Ο.Ε.
14. Ι. Γελεγένης, Π. Α. (2005). *Πηγές Ενέργειας. Συμβατικές και Ανανεώσιμες*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
15. Ι. Καλδέλλης, Ι. (2005). *Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
16. Κ. Βατάλης, Κ. (2007). *Εισαγωγή στο Δίκαιο Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Αθήνα: Εκδόσεις Σάκκουλα.
17. Κ. Μπαλαράς, Α. Α. (2006). *Συμβατικές και Ήπιες Μορφές Ενέργειας*. Αθήνα: ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ.
18. Κ. Τσίππρας, Κ. (2000). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων*. Αθήνα: ΠΣύστεμς.
19. Κ. Τσίππρας, Κ. (2005). *Οικολογική Αρχιτεκτονική*. Αθήνα : Εκδόσεις Κέδρος.
20. Μ. Αλεξιάκη, Μ. Π. (2003). *Βιώσιμη Ανάπτυξη του Νομού Ηρακλείου*. Αθήνα.
21. Νομαρχία Ηρακλείου, Ν. (1971). *Το Ηράκλειο και ο Νομός του*. Ηράκλειο Κρήτης.
22. Π. Τσάρτας κλπ, Π. (2010). *Η Σημασία του Τουρισμού για την Ελληνική Οικονομία. Κοινωνία και Προτάσεις Πολιτικής για την Τουριστική Ανάπτυξη*. Χίος: ΣΕΤΕ.
23. Πατριδογνωσία. (2003). Κρήτη.

24. Σ. Περδίας, Σ. (2008). Οι ενεργειακές προοπτικές του 21ου Αιώνα. *Παρουσίαση στο 6ο Συνέδριο των Νησιωτικών Περιφερειακών Τμημάτων του ΤΕΕ*. Χαλκίδα: ΤΕΕ Χαλκίδας.
25. Χ. Κοκκώσης, Π. Τ. (2001). *Βιώσιμη Τουριστική Ανάπτυξη και Περιβάλλον*. Αθήνα: Κριτική.