

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Σχεδιασμός Πρότυπης Βιοκλιματικής Κατοικίας

Γεωργία Ελευθεράκη

**Επιβλέπων Καθηγητής
Σίσσυ Ευθυμιάδου**

Δεκέμβριος 2015

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Σχεδιασμός Πρότυπης Βιοκλιματικής Κατοικίας

Γεωργία Ελευθεράκη

**Επιβλέπων Καθηγητής
Σίσσυ Ευθυμιάδου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2015

Περίληψη

Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη και στην Ελλάδα αυξάνεται συνεχώς. Η αύξηση αυτή οδηγεί σε χρήση περισσότερων συμβατικών καυσίμων, υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα του περιβάλλοντος και δημιουργώντας ανησυχίες στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής. Τα υφιστάμενα νομικά πλαίσια και οι ρυθμίσεις καθορίζουν σαφείς τεχνικές και μεθόδους για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, τόσο σε Ευρωπαϊκό επίπεδο όσο και στην Ελλάδα. Η μεταπτυχιακή διατριβή αφορά τη διερεύνηση ζητημάτων σχετικά με κτιριακές δομές υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τη βιωσιμότητα και την στρατηγική ανάπτυξή τους στον Ελλαδικό χώρο. Σε αυτά τα πλαίσια, στην παρούσα διατριβή προτείνεται η δημιουργία μιας βιοκλιματικής κατοικίας, μικρού μεγέθους, η οποία μπορεί να είναι πλήρως αυτόνομη ενεργειακά, με αξιοποίηση των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού αλλά και συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κατοικία μπορεί να έχει χρήση ως εξοχική κατοικία ή τουριστικό κατάλυμα και μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε περιοχή στην Ελλάδα. Επίσης μπορεί να επεκταθεί με τη συνδυασμένη χωροθέτηση δύο ή περισσότερων μονάδων. Στη μεταπτυχιακή διατριβή γίνεται ανασκόπηση δευτερογενών πηγών για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων και την καταγραφή των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχέση με τη χωροθέτηση και τα δομικά υλικά των κτιρίων. Η βιοκλιματική κατοικία σχεδιάζεται και υπολογίζεται ενεργειακά και οικονομικά. Στη συνέχεια υλοποιείται οικονομική μελέτη και υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης. Τέλος γίνεται πολυκριτηριακή ανάλυση των παραγόντων του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επένδυσης και πρόταση στρατηγικών προώθησης του προϊόντος της βιοκλιματικής κατοικίας στην Ελλάδα σήμερα.

Summary

Energy consumption of the building sector in Europe and in Greece is constantly growing. Increasing energy consumption leads to using more fossil fuel, thereby degrading the quality of the environment and creating concerns in the context of climate change. The existing legal frameworks and regulations have set clear techniques and methods to reduce energy consumption in buildings, both in European and in Greece. This thesis involves exploring issues relating to building energy efficient structures, sustainability and strategic development in Greece. In this context, the present study proposes the creation of a passive solar house, of small size, which can be fully autonomous energy, making use of bioclimatic design guidelines and renewable energy systems. The house can be used as a holiday home or accommodation and can be installed in every area in Greece. It can be expanded by the combined positioning of two or more housing. This thesis is a review of secondary sources for identifying the parameters that influence the energy consumption of buildings and the registration guidelines of bioclimatic design in relation to the sitting and construction materials of buildings. The bioclimatic house is designed and the energy consumption and cost are estimated. Then the economic analysis is implemented and payback time of the proposed structure is calculation. Finally a multi-criteria analysis is realized, of internal and external environment factors of investment and we propose strategies for promoting the product of the bioclimatic solar house in Greece today.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ την καθηγήτριά μου κα Σίσσυ Ευθυμιάδου για την ουσιαστική βοήθειά της και την πολύτιμη καθοδήγησή της κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής, την οικογένειά μου για την ηθική και οικονομική ενίσχυση κατά το διάστημα των σπουδών και τους φίλους και συνεργάτες για την επικοινωνιακή ανταλλαγή απόψεων, τη σημαντική συνεισφορά σε ιδέες και προτάσεις, την υπομονή και τη συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Ενεργειακή απόδοση κτιριακού τομέα.....	1
1.1	Εισαγωγή.....	1
1.1.1	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων στην Ευρώπη.....	1
1.1.2	Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων στην Ελλάδα.....	4
1.1.3	Οικιακά και μη-οικιακά κτίρια.....	6
1.2	Καταγραφή του προβλήματος.....	7
1.2.1	Αυξημένη ζήτηση ενέργειας.....	7
1.2.2	Κλιματική αλλαγή.....	8
1.2.3	Στόχοι για βιώσιμη ανάπτυξη.....	10
1.2.4	Υφιστάμενη κατάσταση πράσινων κατασκευών στην Ελλάδα.....	12
1.3	Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης.....	16
1.3.1	Διεθνείς ενεργειακές πολιτικές και κανονισμοί.....	18
1.3.2	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ).....	22
1.4	Σκοποί και στόχοι.....	23
2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	25
2.1	Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.....	25
2.2	Κτιριακός Τομέας – Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης.....	28
2.3	Βιοκλιματικός σχεδιασμός και βιοκλιματική αρχιτεκτονική.....	29
2.4	Οφέλη και κόστη βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.....	33
2.5	Παθητικά συστήματα συλλογής θερμότητας.....	33
2.6	Συστήματα αδράνειας.....	34
2.7	Συστήματα εξαερισμού και διαχείριση αέρα.....	35
2.8	Έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας.....	36
2.8.1	Η επίδραση της σκίασης.....	37

2.8.2	Γειτονικά κτίρια.....	38
2.9	Στοιχεία παθητικού ηλιακού σχεδιασμού	38
2.9.1	Προσανατολισμός	40
2.9.2	Ανοίγματα	40
2.9.3	Σκίαστρα.....	42
2.9.4	Θερμική μάζα.....	43
2.9.5	Μόνωση	44
2.9.6	Ηλιακοί χώροι	49
2.9.7	Αεροστεγανότητα.....	50
2.9.8	Απόδοση του παθητικού ηλιακού σχεδιασμού.....	51
3	Σχεδιασμός πρότυπης βιοκλιματικής κατοικίας	53
3.1	Εισαγωγή.....	53
3.2	Περιγραφή προτεινόμενης βιοκλιματικής κατοικίας	53
3.2.1	Υλικά κατασκευής	53
3.2.2	Προσανατολισμός.....	54
3.2.3	Ανοίγματα	54
3.2.4	Σκίαστρα.....	55
3.2.5	Ηλιακός χώρος	56
3.3	Υπολογισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	57
3.3.1	Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κατοικίας.....	57
3.3.2	Υπολογισμός απαιτούμενου μεγέθους Φ/Β γεννήτριας	58
3.3.3	Υπολογισμός ισχύος αντιστροφέα.....	61
3.3.4	Υπολογισμός συστοιχίας μπαταριών.....	61
3.4	Υπολογισμός ενεργειακών αναγκών για θέρμανση και ZNX.....	62
3.5	Υπολογισμός κόστους εγκατάστασης της προτεινόμενης βιοκλιματικής κατοικίας.....	63
3.6	Κόστος λειτουργίας βιοκλιματικής κατοικίας.....	65
4	Μεθοδολογία Ανάλυσης SWOT και PESTEL.....	71
4.1	Ανάλυση SWOT	71
4.1.1	Περιγραφή και Στόχοι της ανάλυσης SWOT.....	71

4.1.2	Μεθοδολογία της ανάλυσης SWOT	75
4.2	Ανάλυση PESTEL.....	77
4.2.1	Περιγραφή και μεθοδολογία ανάλυσης PESTEL.....	77
4.2.2	Η μέθοδος αναλυτικής ιεράρχησης.....	79
5	Αποτελέσματα.....	80
5.1	Ανάλυση SWOT για την προώθηση της προτεινόμενης βιοκλιματικής κατοικίας.....	80
5.1.1	Δυνατά σημεία.....	80
5.1.2	Αδύνατα σημεία.....	83
5.1.3	Ευκαιρίες.....	84
5.1.4	Απειλές.....	85
5.1.5	Αποτελέσματα ανάλυσης SWOT.....	87
5.2	Πολυκριτηριακή ανάλυση PESTEL-AHP για την βιοκλιματική κατοικία.....	88
5.2.1	Αναγνώριση κριτηρίων PESTEL.....	88
5.2.2	Ιεραρχικό μοντέλο.....	89
5.2.3	Αξιολόγηση και βαρύτητες κριτηρίων.....	90
6	Συζήτηση, Συμπεράσματα, Εισηγήσεις.....	93
6.1	Συζήτηση.....	93
6.2	Περιορισμοί της μελέτης.....	95
6.3	Συμπεράσματα.....	96
Παράρτημα Α	99
A.1	Αρχιτεκτονικές Προτάσεις.....	99
A.1.1	Πρόταση 1.....	100
A.1.2	Πρόταση 2.....	101
A.1.3	Πρόταση 3.....	102
Βιβλιογραφία	103

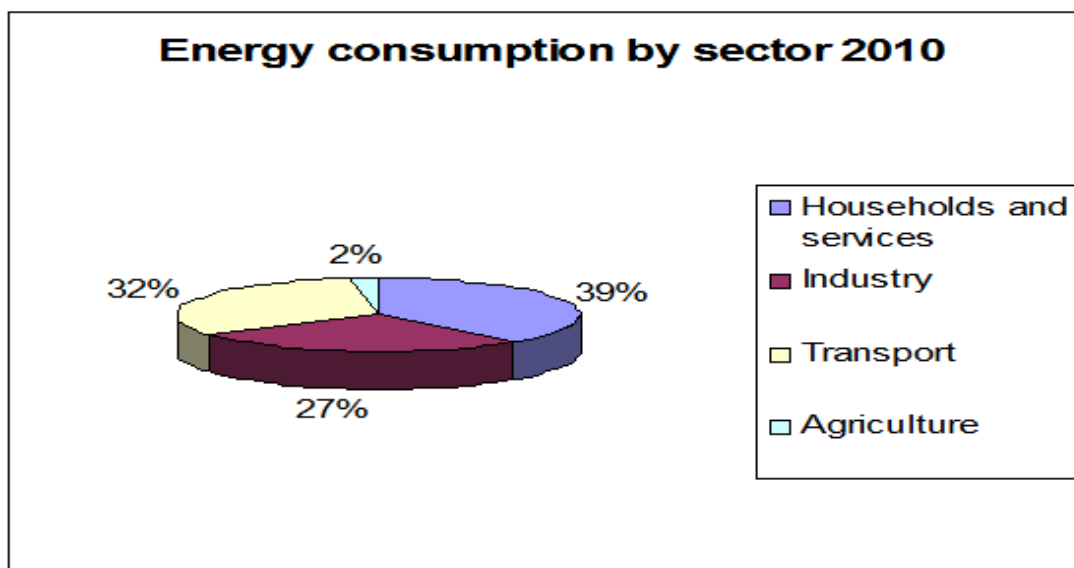
1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.1 Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πληθυσμό 500 εκατομμυρίων ανθρώπων. Είναι εύκολο να καταλάβουμε ότι μια τέτοια ανεπτυγμένη περιφέρεια παρουσιάζει αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες. Η συνολική τελική χρήση ενέργειας της Ευρώπης για το 2010 ήταν περίπου 1,8 δισεκατομμύρια τόνοι πετρελαίου, περίπου το 15% της κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως εκείνη τη χρονιά (EC, 2010). Ο κύριος καταναλωτής ενέργειας είναι ο τομέας των κτιρίων με σχεδόν το 40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρώπη. Αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες για θέρμανση, ψύξη και ηλεκτρική ενέργεια των κατοικιών, των εμπορικών και δημόσιων κτιρίων (Eurostat a, 2012).

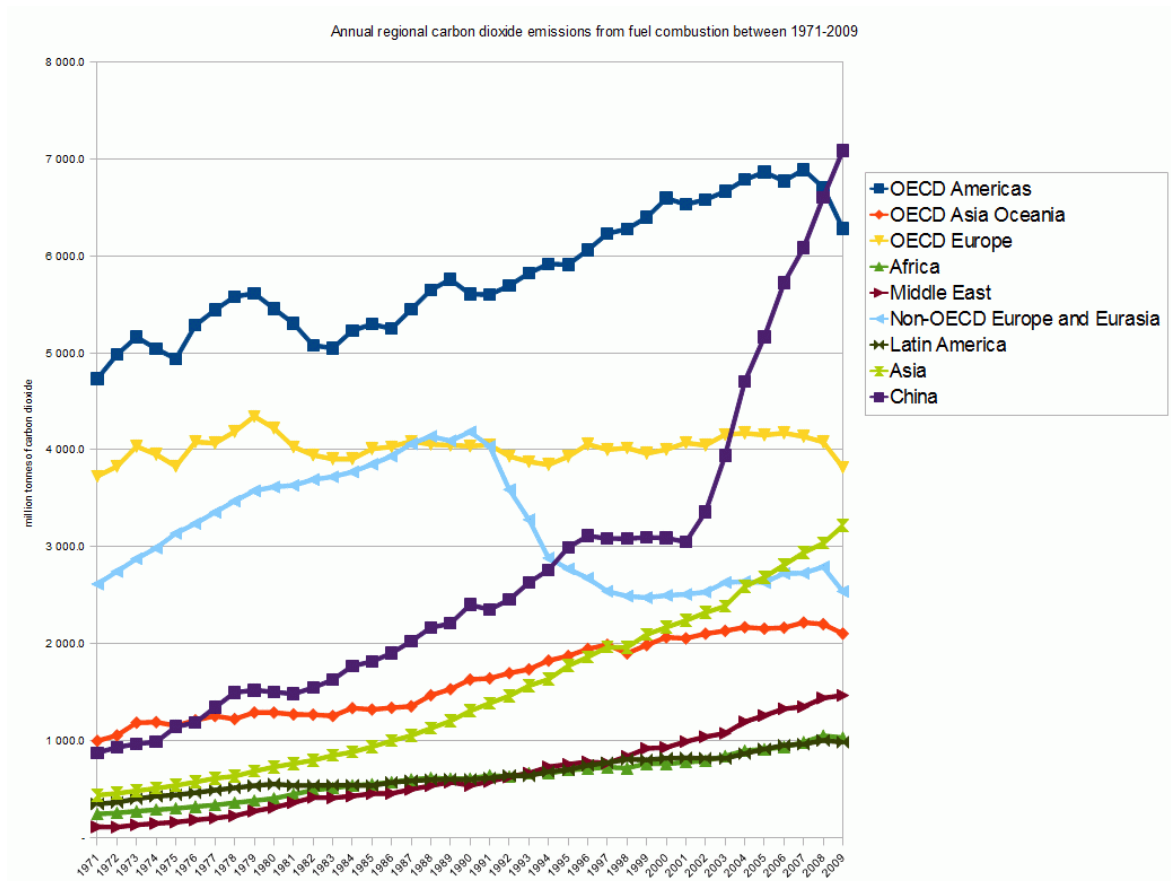
Παράγεται κυρίως από την καύση του πετρελαίου ή φυσικού αερίου, η οποία δείχνει την εξάρτηση του τομέα από τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, ο κτιριακός τομέας της ΕΕ είναι υπεύθυνος για περίπου το 13% του συνόλου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) (Bolla, 2011). Για να εξασφαλίσει τον ενεργειακό εφοδιασμό και την άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως στόχο τη μείωση κατά 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2020 και 20% αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (CEC, 2007).



Εικόνα 1-1 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα για το 2010 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Eurostat a, 2012)

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2010) παρουσίασε σε πρόσφατη στατιστική έρευνα κάποιες ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή κατάσταση στην Ευρώπη (EP b, 2010). Το 2008, η κύρια εξάρτηση από εισαγωγές ενέργειας της ΕΕ-27 ήταν 54,8%. Συγκεκριμένα, η Ευρώπη των 27, εισήγαγε το 41,2% των στερεών καυσίμων, το 82,6% του πετρελαίου και το 60,3% του φυσικού αερίου. Είναι προφανές ότι μια τέτοια εξάρτηση από ασταθείς πολιτικά χώρες μειώνει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Επιπλέον, κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών οι επιστήμονες ανησυχούν για το υψηλό επίπεδο των εκπομπών CO₂ (EP a, 2010). Η καύση των ορυκτών καυσίμων, προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες προκαλεί εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες είναι υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Ramanathan, 2009). Η Εικόνα 1-2 δείχνει ότι, παρά τις προσπάθειες για τη μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂, δεν υπάρχει σημαντική μείωση από το 1971.



Εικόνα 1-2 Οι συνολικές εκπομπές CO₂ παγκοσμίως από το 1971 (Eurostat b, 2012).

Οι συνολικές εκπομπές CO₂ της Ευρώπης για το 2010 ήταν 4,7 δισεκατομμύρια τόνους (Eurostat b, 2012) και επιπλέον μέτρα και πολιτικές έχουν ήδη αποφασιστεί να ληφθούν.

Όλα αυτά τα μέτρα έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν τον ενεργειακό εφοδιασμό και την άμβλυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως στόχο τη μείωση κατά 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2020 και 20% αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (CEC, 2007). Επιπλέον, πρόσφατες πολιτικές και σχέδια προωθούν την ιδέα της «Post Carbon Society» (EC, 2008). Οι βασικές αρχές της «Post Carbon Society», όπως παρουσιάστηκαν από τους Carvalho et al. (2009) είναι οι εξής:

- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- Κτίρια ως εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας
- Αποθήκευση Ενέργειας
- Smart Grids

Είναι σαφές ότι ο κτιριακός τομέας που αντιπροσωπεύει σχεδόν το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων για το 2020. Η τάση για τα κτίρια είναι να γίνουν αυτοσυντηρούμενα και «μηδενικής κατανάλωσης» ή «μηδενικής καθαρής κατανάλωσης». Η ASHRAE (2008) περιγράφει το κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ως ένα κτίριο το οποίο, σε ετήσια βάση, δεν χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που παρέχεται σε αυτό από τις επί τόπου ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Σύμφωνα με τους Adhikari et al. (2012), ένα κτίριο μηδενικής κατανάλωσης καλύπτει τις ενεργειακές απαιτήσεις του με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι κύριες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται είναι η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα και υδροηλεκτρικά, ανάλογα με τις ειδικές κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Ωστόσο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν μπορούν να προσφέρουν ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού λόγω της διαλείπουσας φύσης τους. Για το λόγο αυτό, σύμφωνα με την τρίτη των αρχών της «Post Carbon Society», η αποθήκευση ενέργειας είναι αναγκαία για μεταγενέστερη χρήση της περίσσειας ενέργειας. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται μέχρι τώρα ήταν η αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας σε μεγάλες μπαταρίες, αλλά ένα πιο αποτελεσματικό και φιλικό προς το περιβάλλον σύστημα αποθήκευσης θα είναι να χρησιμοποιήσουν τις κυψέλες καυσίμου υδρογόνου, ή άλλες τεχνικές.

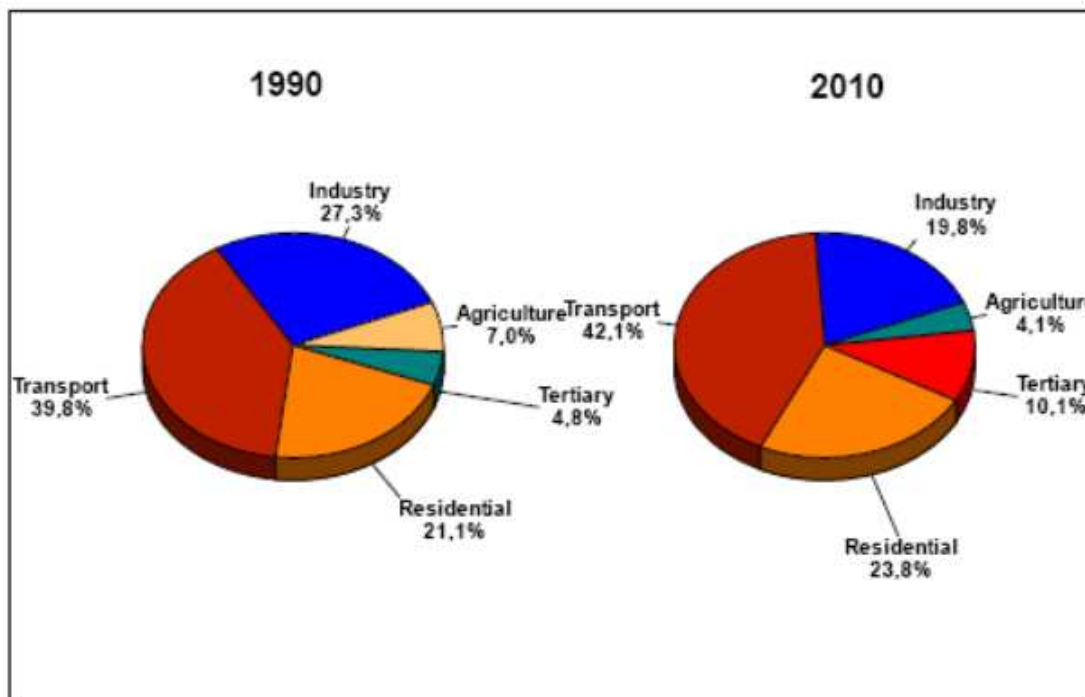
1.1.2 Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα ο κτιριακός τομέας και οι μεταφορές είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ενέργειας. Κατά τα έτη 2000-2005 τα ελληνικά κτίρια κατανάλωσαν περίπου το 34% της συνολικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ελληνικά κτίρια είναι παλιά και δεν έχουν ενσωματωμένη state-of-the art τεχνολογία, λόγω της έλλειψης σχετικής νομοθεσίας, η οποία θεσμοθετήθηκε τα τελευταία 35 χρόνια.

Τα περισσότερα από αυτά τα κτίρια έχουν προβλήματα που σχετίζονται με (ΚΑΠΕ, 2012):

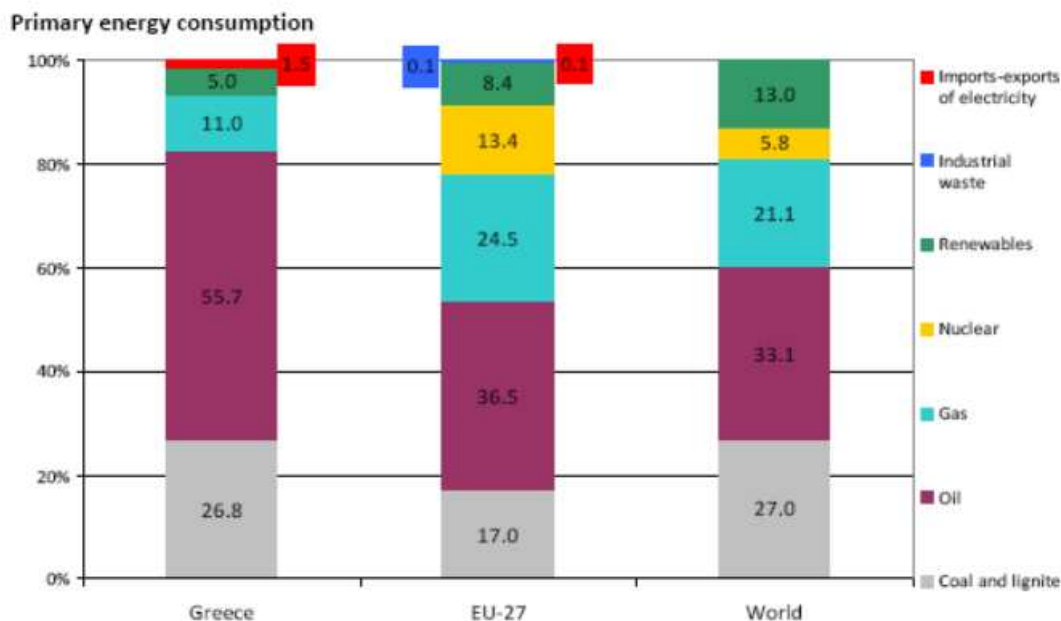
- μερική ή ολική έλλειψη θερμομόνωσης
- ξεπερασμένη τεχνολογία σε παράθυρα / πόρτες (πλαίσια / υαλοπίνακες μόνο)
- έλλειψη προστασίας από τον ήλιο στη νότια και τη δυτική πλευρά
- ανεπαρκή χρήση του υψηλού ηλιακού δυναμικού στην Ελλάδα
- ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης / κλιματισμού, με αποτέλεσμα την κακή απόδοση.

Η ζήτηση της υιοθέτησης νέων μέτρων τονίζεται στο παρακάτω σχήμα, όπου παρουσιάζεται η τελική κατανάλωση ανά τομέα στην Ελλάδα. Είναι προφανές από τα ποσοστά ότι η οικιακή κατανάλωση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον τομέα της ενέργειας στην Ελλάδα.



Εικόνα 1-3 Μερίδιο τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα (1990 vs.2010) (ΚΑΠΕ, 2012)

Επιπλέον, από την εικόνα 1-4 είναι σαφής η ανάγκη για την αύξηση της συνεισφοράς των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.



Εικόνα 1-4 Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα (ΕΟΠ, 2011)

1.1.3 Οικιακά και μη-οικιακά κτίρια

Ο τομέας των κτιρίων αποτελείται από δύο κύριες κατηγορίες: κτίρια κατοικιών και μη οικιακά κτίρια. Τα κτίρια κατοικιών αποτελούνται από μονοκατοικίες (αυτοτελείς και διπλοκατοικίες) και πολυκατοικίες. Σε σύγκριση με τον οικιακό τομέα, τα μη οικιακά κτίρια είναι πιο ετερογενή. Αυτά ταξινομούνται συνήθως με βάση τον τύπο και ανά κλάδο δραστηριότητας, σύμφωνα με τις ακόλουθες κατηγορίες: γραφεία (ιδιωτικές και δημόσιες υπηρεσίες), στον τομέα της υγείας, της εκπαίδευσης, των ξενοδοχείων και εστιατορίων, του χονδρικού και λιανικού εμπορίου και άλλους τύπους κτιρίων (Daskalaki et al., 2012).

Ένα στατιστικό θέμα είναι ότι πέρα από την κατανάλωση στις παραπάνω κατηγορίες κτιρίων, άλλοι καταναλωτές συχνά περιλαμβάνονται σε έναν τομέα που ονομάζεται μη προσδιορισμένος, που εξ ορισμού περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που δεν περιλαμβάνονται αλλού (π.χ. ΜΜΕ, στρατιωτικές χρήσεις). Είναι προφανώς δύσκολο να γνωρίζουμε ακριβώς τι περιλαμβάνεται σε αυτόν, αλλά είναι σημαντικό να εξετασθεί (EC, 2010), δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει περίπου το 7% του συνόλου της μη οικιακής κατανάλωσης για το 2010 σε επίπεδο ΕΕ (10% το 1990). Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα έχει αυξηθεί κατά περίπου 1% / έτος από το 1990, κυρίως στα μη οικιακά κτίρια (1,5% / έτος για τα μη οικιακά κτίρια σε σύγκριση με 0,6% / έτος για τα νοικοκυριά).

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια αντιπροσώπευε το 41% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε επίπεδο ΕΕ το 2010, από 37% το 1990, εκ των οποίων το 27% αναφέρεται στον οικιακό τομέα (δηλαδή περίπου τα 2/3 της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια) και 14% στον τριτογενή τομέα. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς μετά το 1990, κατά 2,4% / έτος (+ 60%). Αυτή η αυξανόμενη τάση μεταφράζεται σε ρυθμό αύξησης 3,3% / έτος για τα μη οικιακά κτίρια, ενώ ο ρυθμός αύξησης για τα νοικοκυριά είναι δύο φορές χαμηλότερος (1,7% / έτος). Η κατανόηση των διαφορετικών χρήσεων ενέργειας στον τομέα των κτιρίων είναι πολύπλοκη λόγω της έλλειψης αξιόπιστων στοιχείων για την κατανάλωση ενέργειας κατά την τελική χρήση (π.χ. θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, εξοπλισμός πληροφορικής και συσκευών), και λόγω της μεγάλης ποικιλίας κτιρίων και χρήσεων (Engelund, 2008).

1.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη παρατηρείται αύξηση στη ζήτηση ενέργειας, όχι μόνο γενικά αλλά και στον κτιριακό τομέα ειδικά. Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας οδηγεί σε έκκληση μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα. Η επιστημονική κοινότητα καταγράφει αυτό το φαινόμενο, συσχετίζοντάς το με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή. Πρωτοβουλίες σε παγκόσμιο επίπεδο, θέτουν τα πλαίσια των ευρύτερων πολιτικών για την αντιμετώπιση των φαινομένων αυτών, παράλληλα καλύπτοντας τις ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού σε ενέργεια (Engelund, 2008).

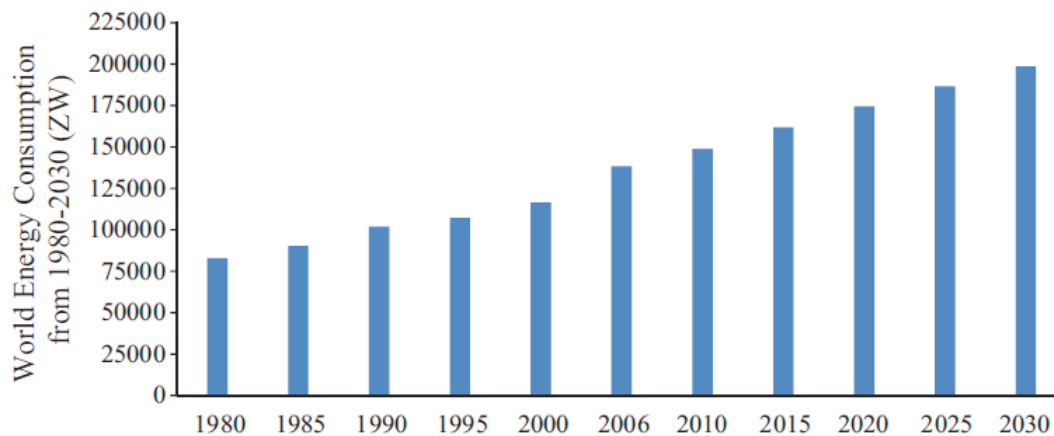
Σε αυτή τη διαδικασία, οι έννοιες της ενεργειακής αποδοτικότητας, της εξοικονόμησης ενέργειας, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των κτιρίων χαμηλής ή μηδενικής εξωγενούς ενεργειακής κατανάλωσης αποκτούν σημαντική θέση για την καταπολέμηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Adhikari, 2012). Παρακάτω αναλύονται τα ζητήματα περιβαλλοντικής ανησυχίας και παρουσιάζονται οι στόχοι της παγκόσμιας κοινότητας για βιώσιμη ανάπτυξη.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα, σχετικά με τον σχεδιασμό που αφορά ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, τόσο δομικά όσο και με την εισαγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.2.1 Αυξημένη ζήτηση ενέργειας

Η ενέργεια αποτελεί βασική ανάγκη για διάφορες δραστηριότητες και εφαρμογές, σε εγκαταστάσεις σε όλο τον κόσμο. Οι μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας απαιτούνται από τις χώρες με την ταχύτερη οικονομική ανάπτυξη. Η ενέργεια αποτελεί συνεπώς ένα βασικό παράγοντα για την οικονομική ανταγωνιστικότητα και την απασχόληση. Ωστόσο, ο παγκόσμιος πληθυσμός και οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται ταυτόχρονα και ραγδαία. Αυτή η ανησυχία θα πρέπει να αντιμετωπιστεί από τη διεθνή κοινότητα για να ξεπεραστεί κάθε έλλειψη ενεργειακών πόρων στο μέλλον.

Η κατανάλωση ενέργειας παγκοσμίως αναμένεται να αυξηθεί κατά 33% από το 2010 έως το 2030. Η συνολική χρήση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο αυξήθηκε από 82.919 ZW το 1980 σε 116.614 ZW το 2000 και στη συνέχεια αναμένεται να φθάσει 198.654 ZW το 2030, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1-5 (Eurostat c, 2012).



Εικόνα 1-5 Ενεργειακή κατανάλωση από το 1980 ως το 2030 (ZWh) (Eurostat c, 2012)

Η πιο ραγδαία αύξηση της ενεργειακής ζήτησης από το 2006 ως το 2030 προβλέπεται για τα έθνη εκτός του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης. Αυτό συμβαίνει διότι, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, οι χώρες του ΟΟΣΑ ήταν σε μεταβατικό στάδιο, από κατασκευαστικές οικονομίες σε οικονομίες υπηρεσιών. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας εκτός του ΟΟΣΑ αυξήθηκε κατά 73% σε σύγκριση με αύξηση 15% στη χρήση ενέργειας μεταξύ χωρών του ΟΟΣΑ (Eurostat c, 2012).

Οι ΗΠΑ καταναλώνουν το 25% της παγκόσμιας ενέργειας. Ωστόσο, η πιο σημαντική αύξηση κατανάλωσης ενέργειας επί του παρόντος λαμβάνει χώρα στην Κίνα, η οποία σημειώνει αύξηση 5,5% ανά έτος (IEA,2012).

1.2.2 Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα σημαντικό κίνητρο και οφείλεται κατά βάση στην υψηλή κατανάλωση ενέργειας των βιομηχανιών αλλά και του κτιριακού τομέα από το τέλος του 19^{ου} αιώνα έως την εποχή μας. Οι κύριες αιτίες της κλιματικής αλλαγής είναι η παραγωγή ενέργειας για τις μεταφορές, οι βιομηχανικές διεργασίες, η χρήση διαλυτών και άλλων χημικών προϊόντων, τα απόβλητα. Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος την τελευταία πενταετία έχει συμβάλει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με αποτέλεσμα, μέσω των σημαντικών μειώσεων των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Ramanathan, 2009).

Η κύρια αιτία για την μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου τα τελευταία έτη, είναι η μείωση της χρήσης του άνθρακα, που οφείλεται στην οικονομική κρίση και επηρέασε πολλούς τομείς της

ευρωπαϊκής βιομηχανίας. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) μειώθηκε κατά 5,5% το 2009 σε σύγκριση με το 2008 (Ramanathan, 2009). Συγχρόνως, αυξήθηκε σημαντικά η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σημειώνοντας αύξηση κατά 8,3% (εκτός της βιομάζας). Οι μεγαλύτερες μειώσεις εκπομπών πραγματοποιήθηκαν στις βιομηχανικές διεργασίες αντικατοπτρίζοντας τα χαμηλότερα επίπεδα δραστηριότητας στους τομείς του τσιμέντου, χημικών, σιδήρου και χάλυβα (Eurostat a, 2012).

Ως συνέπεια, και στην Ελλάδα, η ύφεση στην βιομηχανική παραγωγή και τη μεταποίηση περίπου κατά 9% το 2009 είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά 11,6% σε σχέση με το 2008. Αυτή η μείωση είναι επιθυμητή αλλά μπορεί να αναιρεθεί απότομα από μία ενδεχόμενη ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας και ιδιαίτερα του βιομηχανικού κλάδου αν δεν ληφθούν μέτρα για πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας και εισαγωγή στο ενεργειακό μείγμα εναλλακτικών μορφών ενέργειας (Eurostat c, 2012).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μετά τη βιομηχανική επανάσταση. Ουσιαστικά είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η ατμόσφαιρα του πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνειά του. Οφείλεται στις ραγδαία αυξανόμενες βιομηχανίες που απελευθερώνουν κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και άλλους ρύπους στον αέρα, όπως μεθάνιο και υποξείδιο του αζώτου. Η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου επιφέρει την κλιματική αλλαγή, με κύρια αιτία την ανθρωπογενή δραστηριότητα, που επηρεάζει την ποιότητα ζωής στον πλανήτη αυξάνοντας τα ακραία καιρικά φαινόμενα, που απειλούν την περιουσία και τη ζωή των ανθρώπων (Ramanathan, 2009).

Με βάση τις προηγούμενες παρατηρήσεις για την κλιματική αλλαγή, συμφωνήθηκε μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο η λήψη μέτρων για την αντιμετώπισή της. Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί διεθνή συμφωνία που συνδέεται με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, η οποία δεσμεύει τα συμβαλλόμενα μέρη της θέτοντας διεθνώς δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών του θερμοκηπίου (UN, 2008).

Αναγνωρίζοντας ότι οι ανεπτυγμένες χώρες είναι κυρίως υπεύθυνες για τα σημερινά υψηλά επίπεδα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, ως αποτέλεσμα πάνω από 150 χρόνια βιομηχανικής δραστηριότητας, το πρωτόκολλο δίνει μεγαλύτερο βάρος στις ανεπτυγμένες χώρες, βάσει της αρχής των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών» (UN, 2008).

1.2.3 Στόχοι για βιώσιμη ανάπτυξη

Η έννοια της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης αναφέρθηκε πρώτη φορά στην έκθεση των Ηνωμένων Εθνών το 1987 ως ένα όραμα προόδου που συνδέει την οικονομική ανάπτυξη με την προστασία του περιβάλλοντος και την κοινωνική δικαιοσύνη.

Η Ατζέντα 21 και η Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη παρέχουν το βασικό πλαίσιο για τη συζήτηση και την πολιτική δράση σε θέματα που σχετίζονται με τη βιομηχανία και την αειφόρο ανάπτυξη. Ο ρόλος των επιχειρήσεων και της βιομηχανίας, ως μια σημαντική ομάδα, αναπτύσσεται ειδικά στο κεφάλαιο 30, αλλά ζητήματα που σχετίζονται με τη βιομηχανία και την οικονομική ανάπτυξη προτύπων κατανάλωσης και παραγωγής, την κοινωνική ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος διατρέχουν το σύνολο της Ατζέντας 21 (UN, 2008).

Το κεφάλαιο II του Σχεδίου Υλοποίησης του Γιοχάνεσμπουργκ καλεί επίσης για την ενίσχυση της βιομηχανικής ανάπτυξης, προκειμένου να αντιμετωπίσουν την εξάλειψη της φτώχειας και την αειφόρο διαχείριση των φυσικών πόρων. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της αειφόρου ανάπτυξης, οι κυβερνήσεις πρέπει να ενσωματώνουν οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα στη χάραξη της πολιτικής τους και την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης και της διεθνούς ανταγωνιστικότητας μέσω μακροοικονομικών πολιτικών. Προκειμένου να τονωθεί η εγχώρια ιδιωτική επιχειρηματικότητα, η τόνωση της οικονομίας σε επίπεδο ανταγωνιστικότητας και η προσέλκυση άμεσων ξένων επενδύσεων, οι μεταρρυθμίσεις της πολιτικής πρέπει να στοχεύουν στη δημιουργία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος πολιτικής, με βελτιώσεις στις υποδομές και την εκπαίδευση, την ενθάρρυνση της έρευνας και της ανάπτυξης, τη διευκόλυνση των εξαγωγών και η απελευθέρωση της εγχώριας αγοράς. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη των μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων θα πρέπει να τύχει ιδιαίτερης προσοχής (UN, 2008).

Η βιομηχανία διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο τόσο στις τεχνολογικές καινοτομίες και δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη κάθε χώρας, όσο και στην ανάπτυξη, τη διάδοση και μεταφορά των φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών και τεχνικών διαχείρισης, που αποτελούν βασικό στοιχείο της αειφόρου ανάπτυξης (Shahriar, 2008).

Υπάρχει μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ κοινωνικής και βιομηχανικής ανάπτυξης, και η εκβιομηχάνιση έχει τη δυνατότητα να προωθήσει, άμεσα και έμμεσα, μια ποικιλία κοινωνικών στόχων, όπως η δημιουργία θέσεων απασχόλησης, η εξάλειψη της φτώχειας, η ισότητα των φύλων, τα πρότυπα εργασίας, και μεγαλύτερη πρόσβαση στην εκπαίδευση και τη φροντίδα υγείας. Στο πλαίσιο αυτό, η πρωταρχική πρόκληση πολιτικής είναι αφενός η προώθηση των θετικών επιπτώσεων, αφετέρου ο

περιορισμός ή η κατάργηση των αρνητικών επιπτώσεων των βιομηχανικών δραστηριοτήτων για την κοινωνική ανάπτυξη (Nfah et al., 2010).

Καθώς ο κόσμος έχει γίνει πιο βιομηχανοποιημένος, έχουν υπάρξει αυξανόμενες περιβαλλοντικές πιέσεις από επιβλαβείς εκπομπές και απόβλητα, τα οποία είχαν παγκόσμιες, περιφερειακές ή τοπικές επιπτώσεις. Αυτές περιλαμβάνουν, σε τοπικό επίπεδο, την αστική ατμοσφαιρική ρύπανση, τη μόλυνση του εδάφους και των ποταμών και την υποβάθμιση της γης, σε περιφερειακό επίπεδο, την όξινη βροχή και νερό και τη μόλυνση των παράκτιων ζωνών και σε παγκόσμιο επίπεδο, την αλλαγή του κλίματος, τη καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, την απώλεια της βιοποικιλότητας, την αυξημένη διακίνηση επικίνδυνων αποβλήτων και την αύξηση της χερσαίας και θαλάσσιας ρύπανσης.

Η πρωταρχική αποστολή που αντιμετωπίζουν οι κυβερνήσεις είναι να μεγιστοποιηθεί η θετική επίδραση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, με παράλληλη ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της κατανάλωσης στο περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό, οι κυβερνήσεις θα πρέπει να επανεξετάσουν τις ρυθμιστικές πολιτικές και τα συστήματα οικονομικών κινήτρων και αντικινήτρων και να αναλάβουν άλλες ενέργειες, όπως την ανάπτυξη ικανοτήτων, τη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων και την υποστήριξη προσπαθειών προστασίας του περιβάλλοντος από τη βιομηχανία και την κοινωνία των πολιτών. Οι κυβερνήσεις θα πρέπει να ενθαρρύνουν την ευρύτερη διασπορά και την υλοποίηση των εθελοντικών πρωτοβουλιών και συμφωνιών της βιομηχανίας και την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών (Lqbal, 2004).

Για την ανάπτυξη περισσότερο βιώσιμων κοινωνιών, η βιομηχανία, πρέπει να κατανοήσει καλύτερα πώς να ανταποκριθεί στις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις και να μετατρέψει τη βιομηχανική συμπεριφορά. Θα πρέπει λοιπόν να αναπτυχθούν οι γνώσεις και τα εργαλεία που βοηθούν στην επιτάχυνση της μετάβασης σε ένα βιώσιμο βιομηχανικό σύστημα (Kramer, 2007).

Υπάρχουν τρεις άξονες δράσεις για την βιώσιμη ανάπτυξη στη βιομηχανία (Engelund, 2008):

- Η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων, χωρίς να αλλάξουν τα υπάρχοντα προϊόντα και οι διαδικασίες
- Η ανάπτυξη και εισαγωγή νέων τεχνολογιών, και
- Αλλαγή του βιομηχανικού συστήματος.

Επομένως οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν για να δώσουν κατεύθυνση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη εστιάζουν σε (Engelund, 2008):

- Προϊόντα

- Διαδικασίες παραγωγής,
- Εργοστάσια,
- Επιχειρήσεις,
- Βιομηχανίες
- Εθνικά και διεθνή πλαίσια πολιτικής.

Συγκεντρωτικά, οι βασικοί στόχοι της βιώσιμης ανάπτυξης είναι οι εξής:

- Η ισορροπημένη και δίκαιη οικονομική ανάπτυξη
- Τα υψηλά επίπεδα απασχόλησης και η κοινωνική ανάπτυξη
- Το υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και η υπεύθυνη χρήση των φυσικών πόρων
- Η δραστική διεθνής συνεργασία για την προώθηση των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης παγκοσμίως.

Η εξοικονόμηση ενέργειας (και γενικότερα η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας) αποτελεί ένα σύγχρονο και πολλά υποσχόμενο εργαλείο στην επίτευξη των παραπάνω στόχων.

1.2.4 Υφιστάμενη κατάσταση πράσινων κατασκευών στην Ελλάδα

Το βασικό πλαίσιο του χωροταξικού σχεδιασμού στην Ελλάδα καθορίζεται από τους κανονισμούς για την οικιστική ανάπτυξη, τον αστικό σχεδιασμό και τη νομοθεσία για τη χωροταξία. Ωστόσο, ο συνολικός χωροταξικός σχεδιασμός λαμβάνει οδηγίες από το νόμο σχετικά με τη δόμηση, τη νομοθεσία για το περιβάλλον, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο και τα εθνικά προγράμματα για τις επενδύσεις και την ανάπτυξη κινήτρων (BS, 2014).

Ο νόμος 360/1976 αρχικά πέρασε για τον χωροταξικό σχεδιασμό και το περιβάλλον, ο οποίος για πρώτη φορά εισήγαγε τις έννοιες των χωροταξικών σχεδίων (εθνικών, περιφερειακών και ειδικών) σε ένα ιεραρχικό σύστημα αλληλένδετων σταδίων σχεδιασμού και προγραμματισμού, και ίδρυσε το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Περιβάλλοντος. Ωστόσο, κανένα χωροταξικό σχέδιο δεν εγκρίθηκε σύμφωνα με τις διατάξεις του Νόμου 360/76. Ο νόμος, στην ουσία, είχε περιορισμένη εφαρμογή (BS, 2014).

Το αστικό καθεστώς, που καθιερώθηκε με το νόμο 1337/1983 εκσυγχρονίζεται και συμπληρώνεται με το Ν 2508/1997 «Βιώσιμη Ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας». Αυτό είναι το νεότερο νομικό πλαίσιο, το οποίο καθορίζει τις βασικές αρχές, τους όρους, τις διαδικασίες και τα έντυπα για τη βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των ευρύτερων περιοχών των πόλεων και οικισμών της χώρας. Τα

άρθρα δίνουν έμφαση στη χωρική διάσταση (σχεδιασμός στο επίπεδο των Ο.Τ.Α.) και στην κάλυψη της ανάγκης για αναθεώρηση σε παλιά σχέδια με το εργαλείο της αναγέννησης (BS, 2014).

Σε ένα ευρύτερο χωροταξικό επίπεδο, ο νόμος 2742/1999 (ΦΕΚ Ελληνική 207Α / 7.10.99) ακολουθεί δύο χρόνια αργότερα, και αναφέρεται πλέον στους κανονισμούς για τη σύσταση των φορέων, τις διαδικασίες και τα μέσα για τη χωροταξία που προωθούν τη βιώσιμη και ισόρροπη ανάπτυξη, αναγνωρίζοντας έτσι την ανάγκη για στρατηγικό σχεδιασμό για την ανάπτυξη της ελληνικής γης και τη δημιουργία μηχανισμών για να τον υποστηρίξει. Μέχρι εκείνη τη στιγμή, το μόνο κείμενο με τους στόχους και τις κατευθυντήριες γραμμές για τη χωρική ανάπτυξη και οργάνωση σε ένα ευρύτερο περιφερειακό επίπεδο, ήταν τα ρυθμιστικά σχέδια (Νόμος 1515/1985 για την Αθήνα και 1561/1985 για τη Θεσσαλονίκη), τα οποία ενσωματώνουν επίσης στοιχεία του χωροταξικού σχεδιασμού από τον τυπικό νόμο.

Ο Νόμος 2742/1999 καθορίζει ένα συστηματικό πλαίσιο διαμόρφωσης του χωροταξικού σχεδιασμού για το σύνολο της επικράτειας, το οποίο βασίζεται σε τρία επίπεδα. Στο υψηλότερο επίπεδο υπάρχει το γενικό πλαίσιο που αφορά τη μακροπρόθεσμη χωρική ανάπτυξη της εθνικής επικράτειας. Περαιτέρω, τα Ειδικά Πλαίσια προσαρμόζονται και συμπληρώνουν τις κατευθύνσεις του Γενικού Πλαισίου για ορισμένες περιφέρειες ή τομείς, και ο σχεδιασμός ολοκληρώνεται με τα Περιφερειακά Πλαίσια, που καταρτίζονται για κάθε περιφέρεια της χώρας. Αυτή η λογική της ιεραρχίας επιπέδων ανατράπηκε στην πράξη λόγω της έκδοσης υπουργικών αποφάσεων για την έγκριση των περιφερειακών σχεδίων πριν από την προγραμματισμένη επίσημη έγκριση του γενικού πλαισίου της Ολομέλειας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Ωστόσο, αυτό οδήγησε στην έκδοση 12 χωροταξικών σχεδίων για όλες τις περιοχές της χώρας, με μόνη εξαίρεση την Αττική.

Η κατασκευή των κτιρίων, ο βασικός σχεδιασμός και οι ενεργειακές απαιτήσεις τους καθορίζονται από τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό και τη ρύθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Συγκεκριμένα, το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο (υπό τη μορφή νόμων, υπουργικών αποφάσεων, προεδρικών διαταγμάτων, κανονιστικών πράξεων και εγκυκλίων), το οποίο έχει εγκριθεί για την εισαγωγή της ενεργειακής απόδοσης και την ορθολογική χρήση της ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα, αλλά και για την αύξηση του μεριδίου της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον τομέα των κτιρίων ιδιωτικών και δημόσιων φορέων, παρουσιάζεται παρακάτω:

1.2.4.1 Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (νόμος 4067/2012 - ΦΕΚ 79 / Α ' / 09.04.12)

Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ) είναι μια σειρά από διατάξεις που καθορίζουν τα γενικά και ειδικά μέτρα που αφορούν την εκμετάλλευση των ακινήτων εντός και εκτός σχεδίου πόλεως και σε οικισμούς χωρίς εγκεκριμένο σχέδιο. Ειδικότερα, ο νόμος 4067/2012 ορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται κατά την κατασκευή, την ανάπτυξη των δημόσιων χώρων όσον αφορά τη χρήση, την υγιεινή και την ασφάλεια έτσι ώστε να προστατεύεται το φυσικό, πολιτιστικό και οικιστικό περιβάλλον και η εξυπηρέτηση των συμφερόντων της κοινωνίας.

Ο νόμος αυτός είναι προσανατολισμένος προς την περιβαλλοντική αναβάθμιση του δομημένου περιβάλλοντος και εισάγει νέους ορισμούς και συστήματα, τεχνολογίες και μεθόδους της σύγχρονης αρχιτεκτονικής με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος κάθε νέου κτιρίου. Επιπλέον, ο νέος οικοδομικός κανονισμός επιδιώκει να αυξήσει τους χώρους πρασίνου και κατά συνέπεια να ενισχύσει τη βελτίωση του μικροκλίματος σε αστικές περιοχές. Σε γενικές γραμμές, παρέχει σημαντικά κίνητρα για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε υφιστάμενα και νέα κτίρια.

Ο νόμος αποτελείται από τρεις (3) μονάδες (BS, 2014):

- Το Τμήμα Α (άρθρα 1-6) αφορά «Γενικές διατάξεις» και συγκεκριμένα αφορά το πεδίο της εφαρμογής του νόμου, με τους γενικούς ορισμούς και προσδιορισμό των συντελεστών και μεγεθών, τις απαιτήσεις για την έκδοση της οικοδομικής άδειας, τη χρήση των κτιρίων και θέματα που σχετίζονται με την προστασία της αρχιτεκτονικής και φυσικής κληρονομιάς.
- Το Τμήμα Β (άρθρα 7-10), με τίτλο «Γη» αναφέρεται στην αναλογία και την ακεραιότητα σε γενικές γραμμές, και σε ειδικές περιπτώσεις σε νέες δυνατότητες για συνδυασμούς της γης και των κινήτρων για την περιβαλλοντική αναβάθμιση και βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές.
- Το Τμήμα Γ (άρθρα 11-26), με τίτλο «Οικοδομικός Κανονισμός» καθορίζει όλα τα άρθρα σχετικά με τους όρους δόμησης, το συντελεστή δόμησης, τη θέση και τα στοιχεία για την ανάπτυξη του κτιρίου και της γης γύρω από αυτό, τα κίνητρα που παρέχονται για την ένταξη φιλικών προς το περιβάλλον παραγόντων στον τομέα των κατασκευών, καθώς και διατάξεις για τα άτομα με αναπηρία.

Σύμφωνα με τους ορισμούς του εν λόγω νόμου (BS, 2014), ο «Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ενός κτιρίου που αποσκοπεί στη βέλτιστη αξιοποίηση των φυσικών και κλιματικών συνθηκών, προκειμένου να επιτευχθούν οι καλύτερες δυνατές εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας του αέρα στη διάρκεια του έτους, με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (άρθρο 2, § 10).

«Βιοκλιματικό κτίριο είναι ένα κτίριο που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, και είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επιτευχθούν οι καλύτερες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας του αέρα στη διάρκεια του έτους, με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας και κατατάσσεται στις υψηλότερες ενεργειακές κατηγορίες» (άρθρο 2, § 11).

Τέλος, «Κτίριο ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας είναι ένα κτίριο το οποίο, με βάση τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, έχει πολύ υψηλή ενεργειακή κατάσταση σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ενέργεια που απαιτείται για τη χρήση του, καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές, συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και μονάδες ενέργειας που παράγονται επί τόπου ή σε μικρή απόσταση»(άρθρο 2, § 43).

Ειδική αναφορά στο άρθρο 25 του νόμου γίνεται για τη δημιουργία κτιρίων ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας και των ειδικών κινήτρων που τους παρέχονται. Σε αυτά τα κτίρια, η μικρή ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία τους, σε μεγάλο βαθμό, συνιστάται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων αυτής που παράγεται επί τόπου ή κοντά στα κτίρια (συμπεριλαμβανομένων όλων των εφαρμογών που έχουν ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας). Ειδικότερα (BS, 2014)::

- «Όταν ένα κτίριο έχει χαρακτηριστεί ως ανώτερης ενεργειακής κατηγορίας A + σύμφωνα με την ενεργειακή μελέτη και σύμφωνα με τους Κανονισμούς Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας μέσω των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και μονάδων Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και συστημάτων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πηγές, αποτελεί κίνητρο για αύξηση 5% του συντελεστή δόμησης.»
- «Ειδική αύξηση του συντελεστή δόμησης κατά 10% προσφέρεται σε κτίρια ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζουν εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση. Τα κτίρια αυτά θα πρέπει να έχουν ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, φωτισμό, αερισμό και ζεστό νερό λιγότερο από 10 kWh / m² / έτος. Η όλη ενεργειακή μελέτη θα πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με τους Κανονισμούς Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και μπορούν να συμπληρωθούν από ειδικά υπολογιστικά δεδομένα που προέκυψαν από την προσομοίωση του κτιρίου με τα διεθνώς αναγνωρισμένα υπολογιστικά εργαλεία της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Τα κτίρια πρέπει απαραίτητα να περιλαμβάνουν συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Την ίδια στιγμή, η εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση, πρέπει να τεκμηριώνεται με βάση διεθνώς αναγνωρισμένη μεθοδολογία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, (Μέθοδος Περιβαλλοντικής Εκτίμησης)»

Παρά τη νομοθετική πρόβλεψη σχετικά με τις πράσινες κατασκευές, υπάρχουν ζητήματα που κωλύουν την περαιτέρω ανάπτυξη των πράσινων κατασκευών στην Ελλάδα (BS, 2014):

- Η ύπαρξη ειδικών κοινωνικών ομάδων και ανάγκη για κοινωνική στέγαση. Σε αυτές τις περιοχές το οικονομικό επίπεδο των κατοίκων είναι χαμηλό, και είναι πολύ δύσκολη η εφαρμογή οποιουδήποτε μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.
- Η ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων και των αστικών περιοχών, του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, καθώς και η μελέτη του λειτουργικού κόστους τους.
- Η απουσία χρήσης των αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού στην διαμόρφωση των ελεύθερων χώρων, δημόσιων ή όχι, και στο σχεδιασμό των κτιρίων.
- Η απουσία κοινωνικής δικτύωσης για την αντιμετώπιση των συνθηκών στέγασης / διαμονής και την ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων, καθώς και τη διαμόρφωση των κοινόχρηστων χώρων με βιοκλιματικό σχεδιασμό.
- Το χαμηλό ποσοστό της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών.

1.3 ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ζούμε σε μια εποχή όπου επικρατεί ταχέως αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία. Η έρευνα σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων έχει λάβει σοβαρό ενδιαφέρον από τις αρχές του 1970, αλλά πλέον το πεδίο αυτό έχει διαφοροποιηθεί δραματικά λόγω των εξελίξεων στις τεχνολογίες αισθητήρων και την ανάπτυξη της πληροφορικής. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, οι Πολιτικές για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής ενισχύθηκαν στη διεθνή ατζέντα (Perez-Lombard, 2007).

Το μείγμα καυσίμων της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας δείχνει ότι περισσότερο από το ήμισυ της ενέργειας που καταναλώνεται παράγεται από ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (Eurostat, 2012). Από το 1999 η κατανάλωση των στερεών καυσίμων και του πετρελαίου έχει παραμείνει αμετάβλητη και η Ευρώπη αντιμετωπίζει την αύξηση της ζήτησης με τη χρήση του φυσικού αερίου και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η καύση ορυκτών καυσίμων προκαλεί ρύπανση του αέρα στις αστικές περιοχές και αναπνευστικά προβλήματα υγείας (CARB, 2012), καθώς ευθύνεται και για την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (CO₂). Κατά τη διάρκεια του 2010, η κατανάλωση ενέργειας οδήγησε στην εκπομπή περίπου 4,6

δισεκατομμυρίων τόνων CO₂ (Eurostat b, 2012). Λόγω των παραπάνω, υπάρχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η καταστροφή του στρώματος του όζοντος, η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, οι επιστήμονες ανησυχούν για την ανεπάρκεια των πόρων και την ασφάλεια του εφοδιασμού (Perez-Lombard et al, 2007).

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε με τη μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) ή με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, επιφέρει εκτός από σημαντική οικονομική επιβάρυνση λόγω του υψηλού κόστους ενέργειας, και επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους (ΚΑΠΕ, 2012).

Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ευθύνονται για το 70% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας από τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και κλιματισμό ευθύνονται για το 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Τα σπίτια με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο τροφοδοτείται αποκλειστικά από πετρέλαιο αντιπροσωπεύει το 35,5% των κατοικιών. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο κατά 25%, ηλεκτρισμό κατά 12% και καυσόξυλα κατά 18% (ΚΑΠΕ, 2012). Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα αυξάνεται λόγω της αυξημένης χρήσης των κλιματιστικών συσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντικό κόστος για τον καταναλωτή. Επιπλέον τα κλιματιστικά επιδεινώνουν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων με τις επακόλουθες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες το καλοκαίρι (ΚΑΠΕ, 2012).

Οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν (ΚΑΠΕ, 2012):

- Το κέλυφος του κτιρίου (π.χ. μόνωση, παθητικά ηλιακά συστήματα)
- Τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση φυτών, δέντρων)
- Θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, ζεστό νερό και ηλεκτρικές συσκευές
- Την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, χρήση της θερμικής μάζας)

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και οι βιομηχανίες υποστηρίζουν την έρευνα για την αειφόρο και βιώσιμη ανάπτυξη του κατασκευαστικού τομέα της ΕΕ. Μία από αυτές τις πρωτοβουλίες, είναι το πρόγραμμα «Ενεργειακά αποδοτικά κτίρια» που στοχεύει στη δραστική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και των εκπομπών CO₂ (EC, 2010). Οι τρεις βασικές αρχές του προγράμματος είναι:

- Η μείωση της χρήσης ενέργειας στα κτίρια
- Κτίρια που καλύπτουν τις δικές τους ενεργειακές ανάγκες
- Μετατροπή των κτιρίων σε παρόχους ενέργειας

Κατά συνέπεια, τα κτίρια του μέλλοντος θα πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να καλύπτουν τις δικές τους ενεργειακές ανάγκες (π.χ. με χρήση Α.Π.Ε.) και, εφόσον είναι δυνατόν, να παρέχουν ενέργεια στο τοπικό δίκτυο.

Σε αυτά τα πλαίσια, η αξιοποίηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, σχετικά με τον προσανατολισμό, τα ανοίγματα, τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων και την καλή μόνωση, αποκτά μεγάλη σημασία. Επίσης, η σημασία αυτή ενισχύεται από τις ενεργειακές πολιτικές και του κανονισμούς που έχουν έρθει στο προσκήνιο και αφορούν την ενεργειακή απόδοση γενικά, αλλά και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων ειδικότερα. Οι πολιτικές και οι κανονισμοί παρουσιάζονται στην παράγραφο 1.3.1.

Ένα δεύτερο στοιχείο που ενισχύει τη σημαντικότητα της παρούσας διατριβής είναι η αναγκαιότητα για οικονομική διερεύνηση και αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια. Ο κτιριακός τομέας έχει υψηλά αρχικά κόστη επένδυσης, ειδικά όταν πρόκειται για την κατασκευή νεόδμητων κτισμάτων και ιδιωτικών κατοικιών. Η εφαρμογή των λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, είτε πρόκειται για τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ή για εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επιφέρουν επιπρόσθετα κόστη, που πρέπει να αξιολογηθούν και να συνεκτιμηθούν ως προς τη απόδοση και την επενδυτική απόσβεση.

Τρίτο στοιχείο που ενισχύει τη σημαντικότητα διερεύνησης των βιοκλιματικών λύσεων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελούν οι άλλοι παράγοντες, εκτός του οικονομικού, που αφορούν στο εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον της επένδυσης και επηρεάζουν καθοριστικά την υλοποίησή του. Οι παράγοντες αυτοί, διαφέρουν ανά χώρα, ανά χρονική περίοδο και ανά ενδιαφερόμενο φορέα (εταιρείες, ιδιώτες, κράτος κλπ.) και θα πρέπει να αναλύονται ξεχωριστά σε κάθε περίπτωση, ούτως ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την ολιστική βιωσιμότητα της επένδυσης.

1.3.1 Διεθνείς ενεργειακές πολιτικές και κανονισμοί

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας, στις 11 Δεκεμβρίου 1997 και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005. Οι λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου εγκρίθηκαν κατά την COP 7 στο Μαρακές, στο Μαρόκο, το 2001, και αναφέρονται ως η «Μαρακές». Η πρώτη περίοδος δέσμευσης ξεκίνησε το 2008 και τελείωσε το 2012 (UN, 2008).

Στις 21 Δεκεμβρίου 2012, η τροπολογία διανεμήθηκε από τον Γενικό Γραμματέα των Ηνωμένων Εθνών, ενεργώντας υπό την ιδιότητά του ως θεματοφύλακα, σε όλα τα μέρη του πρωτοκόλλου του Κιότο, σύμφωνα με τα άρθρα 20 και 21 του πρωτοκόλλου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου δέσμευσης, 37 βιομηχανικές χώρες και η Ευρωπαϊκή Κοινότητα δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά μέσο όρο 5% από τα επίπεδα του 1990. Κατά τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης, τα μέρη δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 18% κάτω από τα επίπεδα του 1990 κατά την περίοδο οκτώ ετών 2013-2020. Ωστόσο, η σύνθεση των μερών κατά τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης είναι διαφορετική από τη πρώτη (UN, 2008). Στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο, η ΕΕ-15 έχει αναλάβει κοινή δέσμευση για τη μείωση των εκπομπών κατά μέσο όρο 8% μεταξύ 2008 και 2012 σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης. Επισημαίνεται ότι σε αντίθεση με την ΕΕ-15, η ΕΕ-27 δεν έχει ουδεμία υποχρέωση επίτευξης κάποιου κοινού στόχου στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο μέχρι το 2012. Αυτό πάντως που ισχύει για την ΕΕ-27 είναι η μονομερής δέσμευση να επιτύχει τουλάχιστον μια μείωση 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020 σε σύγκριση με το 1990.

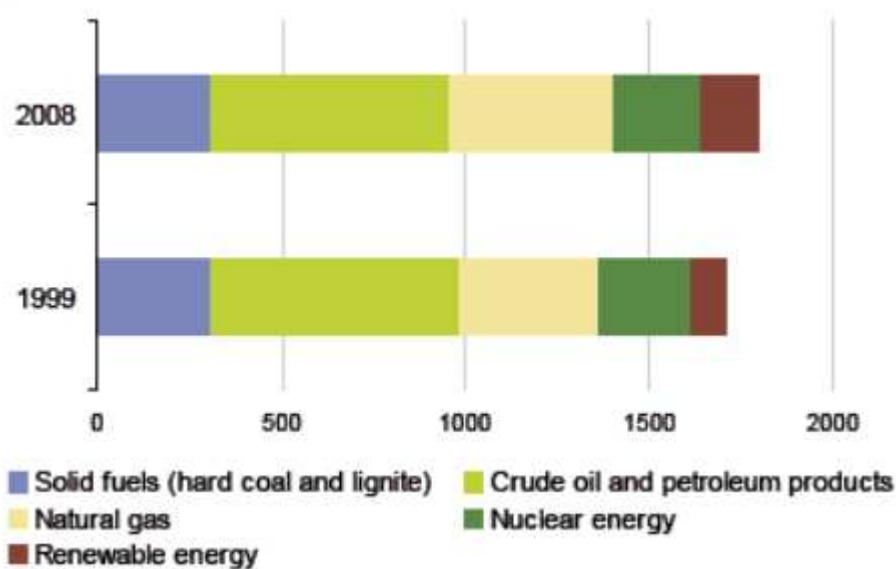
Στις 19 Μαΐου 2010, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρουσίασε μια αναδιατύπωση της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, που αντικατέστησε την οδηγία 2002 (EC, 2010). Τα κύρια σημεία της οδηγίας περιλαμβάνουν:

Ο ορισμός του κτιρίου πολύ χαμηλής ενέργειας συμφωνήθηκε: ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης είναι ένα κτίριο που έχει μια πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει σε ένα πολύ σημαντικό επίπεδο να καλύπτονται από ανανεώσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παράγονται επί τόπου ή σε κοντινή απόσταση.

Σε αυτό το πλαίσιο χαράχθηκε και η Ευρωπαϊκή πολιτική για τις ΑΠΕ που με το στόχο του 20-20-20 έχει δώσει σαφή κατεύθυνση σε όλα τα κράτη μέλη. Ειδικότερα για το σύνολο των Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το 2020, προβλέπεται (EP a, 2009):

- 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ,
- 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ και
- 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Γίνεται πλέον σαφές ότι όλες αυτές οι διεθνείς πολιτικές και τα ρυθμιστικά πλαίσια, θα πρέπει να μεταφραστούν σε ρεαλιστικές πρακτικές εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας για τον ελληνικό κτιριακό τομέα του 21ου αιώνα.



Εικόνα 1-6 Ενεργειακή κατανάλωση της Ευρώπης ανά καύσιμο (εκατομμύρια τόνοι) από το 1999 ως το 2008 (πηγή: Eurostat, 2012)

Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα δομικά στοιχεία εισάγονται για όλες τις αντικαταστάσεις και ανακαινίσεις. Επιπλέον, η απόφαση με αριθμό 406/2009 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009 (EC b, 2009) περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020, έχει θέσει στόχους για τη μείωση των εκπομπών CO₂ για τα οποία η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο.

Επιπλέον, σύμφωνα με την οδηγία 2009/28 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009 (EC b, 2009) σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η υψηλή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι απαραίτητο να επιτευχθεί ο στόχος του 20% από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020.

Ο τρόπος με τον οποίο κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ερμηνεύει την οδηγία και η χρονική περίοδος που κάθε χώρα έχει θέσει για την επίτευξη των στόχων, διαφέρουν σημαντικά. Το Ινστιτούτο Έρευνας στο Πανεπιστήμιο του Aalborg (SBI, 2008) στις “Ευρωπαϊκές εθνικές στρατηγικές για την κίνηση προς την κατεύθυνση πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης” περιγράφει την κατάσταση για τις χώρες με τις υπάρχουσες δεσμεύσεις ή προτάσεις σχετικά με τη μηδενική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια. Ο Πίνακας 1-1 συνοψίζει την πρόοδο προς την κατεύθυνση μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια για τις κύριες ευρωπαϊκές χώρες.

Πίνακας 1-1 Εθνικοί στόχοι για τα νέα κτίρια στην Ευρώπη (SBI, 2008)

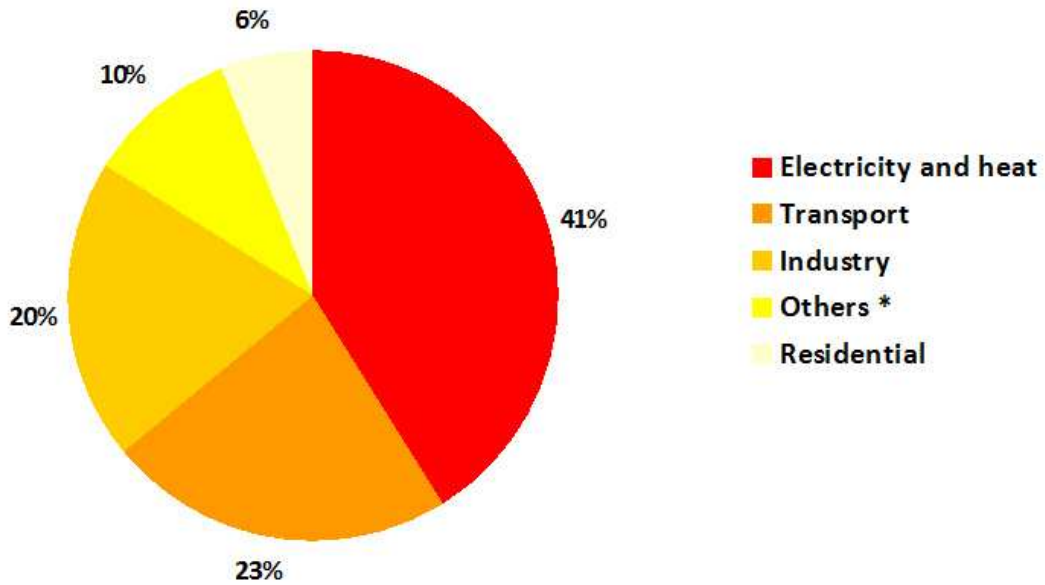
Χώρα	Στόχος
Δανία	75% μέχρι το 2020 (έτος βάσης 2006)
Φινλανδία	Πρότυπο για παθητικά σπίτια ως το 2015
Γαλλία	Νέα ενεργειακά κτίρια ως το 2020
Γερμανία	Κτίρια χωρίς ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2020
Ουγγαρία	Μηδενικές εκπομπές ρύπων έως το 2020
Ιρλανδία	Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης μέχρι το 2020
Ολλανδία	Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ως το 2013
Νορβηγία	Προδιαγραφές παθητικών κατοικιών ως το 2017
Ηνωμένο Βασίλειο	Κτίρια μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2016

Ο EPBD (EC, 2010), αναφέρει ότι το κάθε κράτος μέλος πρέπει να αξιολογήσει τις εθνικές απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων κάθε πέντε χρόνια. Για να συνοψίσουμε, πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν ήδη λάβει εθνικές δράσεις προς την υιοθέτηση πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης μέσα σε ένα χρονικό διάστημα 5-12 ετών, η οποία είναι πολύ σημαντική, αν η Ευρώπη θέλει να επιτύχει σημαντική μείωση της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται.

Η τρέχουσα ανασύνταξη του EPBD (EC, 2010) είναι μια μεγάλη ευκαιρία για τα κράτη μέλη ώστε να δημιουργήσουν μια εθνική στρατηγική για την μηδενική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και για την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων.

Ένα από τα πιο σημαντικά βήματα που έχει γίνει προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος και τη διασφάλιση του παγκόσμιου ενεργειακού εφοδιασμού είναι το πρωτόκολλο του Κιότο. Σύμφωνα με αυτό, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 5% κατά την περίοδο 2008-2012 είχε συμφωνηθεί μεταξύ των κρατών σε σύγκριση με τις εκπομπές του 1990 (UN, 2008). Η εικόνα 1-7 επιβεβαιώνει την αναγκαιότητα των μέτρων αυτών.

World CO2 emissions by sector (2010)



Εικόνα 1-7 Παγκόσμιες εκπομπές CO2 ανά τομέα (2010) (IEA, 2012)

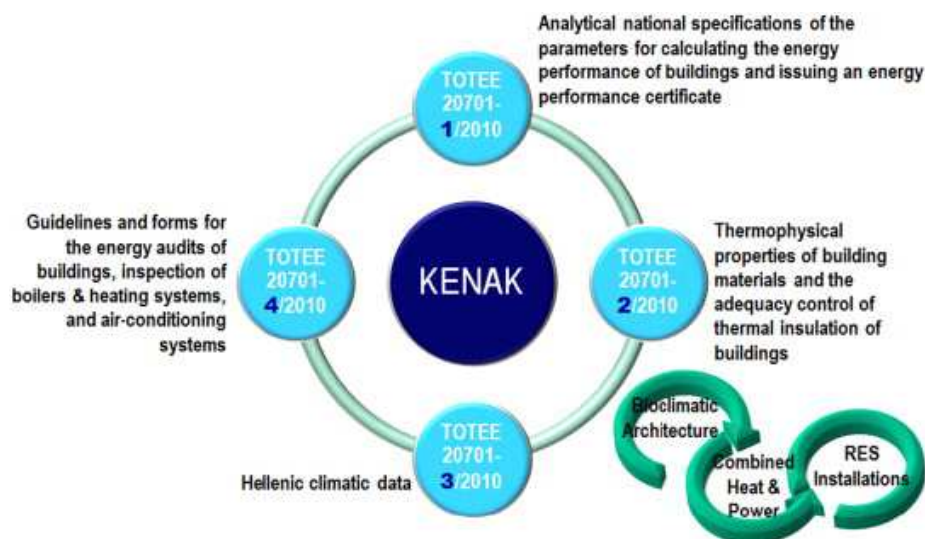
Ένας ζωτικής σημασίας στόχος που έθεσε το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι ότι όλα τα μέρη θα δεσμευτούν ώστε να θεσπίσουν πολιτικές και μέτρα σύμφωνα με τις εθνικές τους ρυθμίσεις, για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (UN, 2008).

1.3.2 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)

Η Ελλάδα σύμφωνα με την οδηγία 91/2002/ΕΚ «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την υιοθέτηση και εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας. Το πρώτο βήμα προς την εναρμόνιση με την οδηγία της ΕΕ ήταν η ψήφιση του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α 89) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις». Σύμφωνα με το νόμο ήταν η απαίτηση για έναν «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» στον οποίο, μεταξύ άλλων, καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των νέων και ριζικά ανακαινισμένων κτιρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, που ισχύουν για νέα κτίρια και κτίρια με περισσότερα από 50 τ.μ. επιφάνεια και ενδοδαπέδια θέρμανση / ψύξη. Ο κανονισμός που ακολουθείται σήμερα, είναι ο ΚΕΝΑΚ 2010, για την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού τομέα στην Ελλάδα. Τέσσερις τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές υποστηρίζονται από ένα επίσημο εθνικό

λογισμικό και περιλαμβάνονται στον παρόντα κανονισμό παρέχοντας όχι μόνο τις βασικές τεχνικές προδιαγραφές, αλλά και όλες τις σχετικές πληροφορίες έτσι ώστε ο KENAK να εφαρμόζεται νόμιμα. (TOTEE 20701-1_2010, TOTEE 20701- 2_2010, TOTEE 20701-3_2010, TOTEE 20701-4_2010), (Dascalaki, 2012).

Οι τέσσερις κατευθυντήριες γραμμές και οι τρεις τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές απεικονίζονται στην εικόνα 1-8.



Εικόνα 1-8 Επισκόπηση των τεσσάρων τεχνικών κατευθυντήριων γραμμών του KENAK (πηγή: Dascalaki, 2012).

1.4 ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Βασιζόμενοι στην ανάλυση των παραπάνω δεδομένων σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη και στην Ελλάδα ειδικότερα, καθώς και τα υφιστάμενα νομικά πλαίσια και τις ρυθμίσεις που καθορίζουν σαφείς τεχνικές και μεθόδους για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, καταλήγουμε στο ότι η έρευνα σχετικά με κτιριακές δομές υψηλής ενεργειακής απόδοσης αποτελεί σημαντικό στοιχείο προόδου προς τον περιορισμό του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων.

Σε αυτά τα πλαίσια, στην παρούσα διατριβή προτείνεται η δημιουργία μιας βιοκλιματικής κατοικίας, μικρού μεγέθους, η οποία μπορεί να είναι πλήρως αυτόνομη ενεργειακά, με αξιοποίηση των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού αλλά και συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κατοικία μπορεί να έχει χρήση ως εξοχική κατοικία ή τουριστικό κατάλυμα και μπορεί

να εγκατασταθεί σε κάθε περιοχή στην Ελλάδα. Επίσης μπορεί να επεκταθεί με τη συνδυασμένη χωροθέτηση δύο ή περισσότερων κατοικιών (δομικών μονάδων).

Αυτή η κατοικία μελετάται ενεργειακά και οικονομοτεχνικά. Συγκεκριμένα, οι στόχοι της συγκεκριμένης διατριβής είναι οι ακόλουθοι:

- Ανασκόπηση δευτερογενών πηγών για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.
- Ανασκόπηση και καταγραφή των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχέση με τη χωροθέτηση και τα δομικά υλικά των κτιρίων.
- Σχεδιασμός βιοκλιματικής κατοικίας μικρού μεγέθους με βάση τα δευτερογενή δεδομένα.
- Υλοποίηση μελέτης ενεργειακής κατανάλωσης, θερμικών απωλειών και υπολογισμός των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την πλήρη κάλυψη των αναγκών της προτεινόμενης κατοικίας.
- Οικονομική μελέτη και υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης στην προτεινόμενη κατοικία.
- Σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης και του λειτουργικού κόστους της προτεινόμενης κατοικίας με μία συμβατική κατοικία αντίστοιχου μεγέθους.
- Διερεύνηση των παραγόντων του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επένδυσης και πρόταση στρατηγικών προώθηση του προϊόντος της βιοκλιματικής κατοικίας στην Ελλάδα σήμερα.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Ο Attia (2006) υποστηρίζει ότι ο ρόλος του σχεδιασμού του αστικού τοπίου χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και τη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω και στο εσωτερικό του κτιρίου. Ο Attia (2006) ερεύνησε την επίδραση του τοπίου στις παραδοσιακές ισλαμικές αυλές, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού στην αυλή των ανακτόρων στο Κάιρο και την Γρανάδα, στην Ισπανία. Προέκυψαν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν το μικροκλίμα, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η σκιά. Η ηλιακή σκίαση από διάφορες δομές και φυτά, έχει προταθεί και από άλλους συγγραφείς, δεδομένου ότι μπορεί να μειώσει το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται το καλοκαίρι στο εσωτερικό του κτιρίου και συμβάλλει στις χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις (Nikoofard, 2011; Berry, 2013).

Ο Attia (2006) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ενίσχυση της σκιάς μέσω της φυσικής βλάστησης και του νερού, βελτιώνει το μικροκλίμα στο περιβάλλον των κτιρίων. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η επιλογή του υλικού φύτευσης και ο σχεδιασμός του τοπίου είναι κρίσιμης σημασίας για την αποτελεσματικότητα του έργου (Attia, 2006). Η εξατμισοδιαπνοή από τα φυτά και το πότισμα επιδρά θετικά στη βελτίωση του μικροκλίματος το καλοκαίρι. Προτείνεται επίσης από τον Lee et al. (2014) ως μια παθητική τεχνική ψύξης.

Ο φυσικός αερισμός, είναι ο ευκολότερος τρόπος για να καταστεί δυνατή η μεταφορά εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, προκειμένου να βελτιωθεί η θερμική άνεση. Ωστόσο, σε τροπικά ή ημι-τροπικά κλίματα, υπάρχει μια περιορισμένη δυνατότητα ψύξης από τον εξαερισμό, δεδομένου ότι η μέγιστη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα είναι μεταξύ 28 και 30 ° C (Givoni, 1992, Habara et al., 2012).

Αρκετές μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε τεχνικές παθητικής ψύξης για τη βελτίωση του μικροκλίματος κοντά στα παράθυρα των κτιρίων, με στόχο να επιτευχθεί ψύξη από τον εξαερισμό, παρά το ζεστό κλίμα και να μειωθεί η ζήτηση για ενέργεια ψύξης (Lee et al., 2014). Προκειμένου να επιτευχθεί εξωτερική θερμοκρασία 30 ° C κατ' ανώτατο όριο, το εξωτερικό μικροκλίμα γύρω από το κτίριο πρέπει να βελτιωθεί προκειμένου να αξιοποιήσει το φυσικό αερισμό. Οι Lee et al. (2014) επικεντρώθηκαν στην αλλαγή του εσωτερικού θερμικού κλίματος με εισαγωγή ψυχρού αέρα μέσα από ένα ανοιχτό παράθυρο που βρίσκεται στο επίπεδο του δαπέδου και βοηθά το φυσικό εξαερισμό, χρησιμοποιώντας ένα παθητικό σύστημα ψύξης σε υπαίθριο χώρο.

Η διαπνοή των δέντρων μπορεί να αποτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα (Umeda et al., 2006). Η ψύξη με ατμοσφαιρική ακτινοβολία είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο η θερμότητα χάνεται από την εκπομπή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος προς τον ουρανό τη νύχτα. Ο νυχτερινός αερισμός ψύξης (Givoni, 1991) με ψυχρή αποθήκευση μειώνει τη θερμοκρασία την ημέρα και καθιστά δυνατή τη μείωση της διάρκειας των περιόδων που απαιτείται η λειτουργία των πρόσθετων συστημάτων ψύξης. Κάθε ένα από αυτά τα παραδείγματα είναι μεμονωμένες προσεγγίσεις για τη βελτίωση και την αξιολόγηση του εσωτερικού και εξωτερικού μικροκλίματος, επιβεβαιώνοντας το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εξωτερική θερμοκρασία του χώρου ψύξης.

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί, προκειμένου να προσδιοριστούν τα ζητήματα που σχετίζονται με την ενέργεια και τη μορφή (σχήμα) της δομής του κτιρίου. Στη δεκαετία του 1970 ο Martin (1972) διερεύνησε μέσω εκτεταμένων εργασιών, τη σχέση μεταξύ της μορφής του κτιρίου και την καλύτερη χρήση γης. Με τη μελέτη ενός απλουστευμένου δείγματος κτιρίων, οι συγγραφείς ήταν σε θέση να μελετήσουν τη γεωμετρία των κτιρίων και μόνο. Η μελέτη χωρίζει τα κτίρια σε δύο κατηγορίες: αυλές και περίπτερα, με βάση την ικανότητα του φυσικού φωτισμού. Η εργασία του Martin (1972) έγινε αποδεκτή από τους ερευνητές ως σημείο αναφοράς για τα επόμενα τρία χρόνια. Ο Steadman (1994) μελέτησε τη μορφή του κτιρίου από μια ενεργειακή σκοπιά. Η μελέτη διεξήχθη σε δείγμα 3.350 κτιρίων από τέσσερις διαφορετικές πόλεις με στόχο την ανάπτυξη ενός προτύπου εθνικού κτιρίου. Και πάλι, η διαθεσιμότητα του φωτός της ημέρας θεωρείται ως παράγοντας μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς μειώνεται η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό, και αυξάνεται το ηλιακό κέρδος επιφέροντας κατά συνέπεια μικρότερη ζήτηση θερμικής ενέργειας.

Τα κτίρια κατά τη διάρκεια της ζωής τους, μπορούν να τροποποιηθούν μέσω εξοπλισμού και επεκτάσεων, ως εκ τούτου, η διάταξή τους μπορεί να τροποποιηθεί και το ίδιο και οι επιδόσεις τους. Η θερμική απόδοση, ο αερισμός και ο φυσικός φωτισμός επηρεάζονται από αυτές τις αλλαγές. Για να αποφευχθούν αυτές οι ανακρίβειες, ερευνητές κατατάσσουν τα κτίρια καθαρά με βάση τη μορφή και την χωροταξική οργάνωση.

Από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας, έχει εντοπιστεί ότι, ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και την δραστηριότητα που αναπτύσσεται στο εσωτερικό, η σημασία των μεταβλητών που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας μπορεί να διαφέρει. Για να κατανοήσουμε τις διαφορετικές προσεγγίσεις κατά τη μελέτη των παραμέτρων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια, αναπτύχθηκε ο πίνακας 2-1. Παρατηρούμε ότι η γεωμετρία του κτιρίου και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών, αποτελούν τους κύριους παράγοντες που έχουν μελετηθεί από την πλειονότητα των συγγραφέων που μελετήθηκαν.

Πίνακας 2-1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
BALLARINI, 2011	X	X							
CAPOZZOLI, 2009		X	X		X				
FAMUYIBO, 2012		X		X					
GAITANI, 2010				X					
KOROLJIA, 2013		X	X	X	X				
MARCH, 1972		X							
PAREKH, 2005		X		X					
STEADMAN, 2000		X							
HONG, 2013		X		X	X				
LEE, 2014						X	X	X	X
UMEDA 2006									X
GIVONI, 1991								X	
HABARA, 2012								X	
ΑΤΤΙΑ, 2006						X			X
NIKOOOFARD, 2011						X			
BERRY, 2013						X			

A – Κλίμα περιοχής

B – Γεωμετρία κτιρίου

C – Προσανατολισμός κτιρίου

D – Θερμικά χαρακτηριστικά

E – Σκίαση

F – Μικροκλίμα

G - Εξατμισοδιαπνοή από φυτά και πότισμα

H – Παθητική ψύξη

I – Διαπνοή από φυτά

2.2 ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ – ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Συγκεκριμένα, οι ανάγκες για ψύξη, θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια στον κτιριακό τομέα της ΕΕ φτάνει το 41% της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας με μερίδιο 20% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Shahriar, 2008). Η δυνατότητα της ελαχιστοποίησης των εκπομπών στον κτιριακό τομέα σε μηδενικά επίπεδα είναι ένα από τα πιο ζωτικά και ουσιαστικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστεί στην ευρωπαϊκή ατζέντα ενέργειας.

Έτσι, η έννοια του Zero Energy Building (Zeb) είναι ήδη μια πολύ ελκυστική και ρεαλιστική λύση για να επιτευχθεί η μείωση στις εκπομπές CO₂ και την ενέργεια που χρησιμοποιείται σε αυτόν τον τομέα (Marszal, 2011). Η έννοια Zeb έχει προσελκύσει παγκόσμιο ενδιαφέρον που δικαιολογείται από την αύξηση του αριθμού των έργων επίδειξης Zeb (Heinze, 2009).

Ωστόσο, στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί ορισμοί για το Zero Energy Building και μέθοδοι υπολογισμού ενέργειας (Marszal, 2010). Είναι πολύ σημαντικό για την επίτευξη του στόχου, ο προσδιορισμός των δύο αυτών παραμέτρων (Marszal, 2010). Στην εργασία των Torcellini et al. (2006) αναφέρεται ότι και οι δύο αυτές παράμετροι μπορούν να επηρεαστούν από το έργο, τους στόχους του επενδυτή, την ενεργειακή αξία και ορίζεται το Zeb σύμφωνα με αυτούς τους παράγοντες (Marszal, 2011). Σύμφωνα με τον Lqbal, (2004) και τον Lausten (2008), τα Zeb είναι τα κτίρια που δεν χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και λαμβάνουν την απαιτούμενη ενέργεια τους από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Lqbal, 2003, EIA, 2008). Επιπλέον, στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, οι συγγραφείς διακρίνουν τα Zeb σε διασυνδεδεμένα και αυτόνομα με τη μόνη διαφορά εάν το κτίριο είναι ή δεν είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (Marszal, 2011). Το διασυνδεδεμένο Zeb έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο ως ένα μέτρο ασφαλείας ή να δώσει την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο δίκτυο. (Marszal, 2011) Το αυτόνομο Zeb συνήθως αναφέρεται ως αυτοσυντηρούμενο και δεν έχει καμία αλληλεπίδραση με το δίκτυο γι 'αυτό είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα μέσο αποθήκευσης για την παραγωγή ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, όπως μπαταρίες ή υδρογόνο (Marszal, 2011, Kramer, 2007).

Επιπλέον, σύμφωνα με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η αυξημένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση θα επιτρέψει στην Ένωση τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), και να τιμήσει τόσο τη μακροπρόθεσμη δέσμευσή της για τη διατήρηση της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από τους 2 ° C, και τη δέσμευσή της να μειώσει, μέχρι το 2020, τις εκπομπές αερίων κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990, και κατά 30% σε περίπτωση διεθνούς

συμφωνίας (EP a, 2010). Η παρούσα οδηγία καταργεί την παλαιά οδηγία 2002/91/EK σχετικά με τις ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων. Ωστόσο, οι οδηγίες αυτές πρέπει να εγκριθούν και να προσαρμοστούν με τη νομοθεσία της κάθε χώρας.

2.3 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Τα ελληνικά κτίρια είναι υπεύθυνα για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Η ενέργεια αυτή προέρχεται κυρίως από πετρέλαιο και από ηλεκτρισμό. Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε σαφής η παγκόσμια, ευρωπαϊκή αλλά και εγχώρια αναγκαιότητα για τη μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, καθώς προκαλεί σημαντική οικονομική επιβάρυνση αλλά και ατμοσφαιρική ρύπανση. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες τεχνικές, μια από τις οποίες είναι και ο κατάλληλος σχεδιασμός των κτιρίων, η αλλιώς βιοκλιματική αρχιτεκτονική, που περιλαμβάνει ενεργειακά αποδοτικά συστήματα και τεχνολογίες, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Η βιοκλιματολογία αφορά τη μελέτη του κλίματος (κλιματολογία) και την επίδραση του στα ανθρώπινα όντα. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια προσέγγιση που αξιοποιεί το κλίμα μέσω της σωστής εφαρμογής των σχεδιαστικών στοιχείων και της τεχνολογίας της κτιρίων για τον έλεγχο της διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας. Ως εκ τούτου, ο έλεγχος αυτός προωθεί την εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει άνετες συνθήκες στα κτίρια (Goulart και Pitta, 1994, Erg, 1999). Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών - εξωτερικών - υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (για παράδειγμα, τον ήλιο, τον αέρα, τον άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων (ΚΑΠΕ, 2012).

Σε αυτή την περίπτωση, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σχετίζεται ειδικά με την κατανόηση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών και την εφαρμογή παθητικών στρατηγικών που σχετίζονται με αυτή την κατανόηση. Σύμφωνα με τον Gratia (2003), ο όρος «παθητικός» δεν αποκλείει τη χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού όταν είναι απαραίτητο, αν χρησιμοποιείται για την αύξηση της απόδοσης του συστήματος. Ως εκ τούτου, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός διαφοροποιείται από τον αειφόρο σχεδιασμό. Η βιώσιμη προσέγγιση εξετάζεται από τη σκοπιά της επίπτωσης του κτιρίου στο τοπικό περιβάλλον, όπου περιλαμβάνεται επίσης η ενέργεια του υλικού και η αντοχή του και η

χρήση του νερού και της ενέργειας. Στη βιοκλιματική προσέγγιση, η εξοικονόμηση ενέργειας και οι λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι συνέπειες της ενσωμάτωσης των λύσεων στα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά για να επιτευχθούν καλύτερες άνετες συνθήκες και δεν περιορίζονται αναγκαστικά από το δομικό υλικό.

Υπάρχει επίσης η έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, η οποία είναι κυρίως εστιασμένη σε λύσεις θέρμανσης. Ο όρος εμφανίστηκε μετά την πετρελαϊκή κρίση του '70, αλλά σταδιακά εξαφανίζεται, επειδή, όπως επισημαίνει ο Wines (2000), τα στοιχεία της περιβαλλοντικής τεχνολογίας αντιμετωπίστηκαν ως «εγκατεστημένα» και όχι ως εκφρασμένα στοιχεία σχεδιασμού. Ωστόσο, όπως λέει ο Τομπάζης (2000) "δεν υπάρχει τέτοιο πράγμα όπως τα μη-ηλιακά κτίρια! Υπάρχουν μόνο αυτά που είναι έξυπνα και άλλα που είναι ηλίθια. "

Η σύνδεση των εννοιών αυτών στον σχεδιασμό των κτιρίων από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού έχει ακόμη υψηλότερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, διατηρώντας παράλληλα την θερμική άνεση των κατοίκων. Στην εκτίμηση των βασικών παραμέτρων σχεδιασμού τεσσάρων κλιματιζόμενων κτιρίων στο Σάο Πάολο, ο Romero καταδεικνύει δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 12,1% (Romero, 1998). Οι Gratia και de Herde (2003) επισημαίνουν ότι, οι λύσεις αρχιτεκτονικής κατά τα πρώτα στάδια, όπως η συνολική μορφή του κτιρίου, το βάθος και το ύψος των δωματίων και το μέγεθος των παραθύρων μπορεί να έχουν θεμελιώδη επιρροή επί της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν τα επίπεδα φωτισμού την ημέρα και να αυξήσουν τις θερμοκρασίες του καλοκαιριού (Gratia και Herde, 2003).

Παρά τα αποδεδειγμένα πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης βιοκλιματικών εννοιών στον σχεδιασμό των κτιρίων, υπάρχει μια σημαντική δυσκολία στην πραγματική εφαρμογή τους, κυρίως στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού, στα οποία καθορίζονται οι κύριες σχεδιαστικές λύσεις. Η διαδικασία σχεδιασμού είναι δύσκολο να μπει σε ένα μοντέλο που οφείλεται στη μη-γραμμικότητα και στην άμεση επιρροή του αρχιτέκτονα. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε από τον Rowe (1987), είναι δυνατόν να εντοπιστούν μερικές κοινές πτυχές, όπως ο ορισμός των κατευθυντήριων γραμμών για να βοηθήσουν τις αποφάσεις και τη χρήση των βασικών κατευθυντήριων γραμμών ως σημεία εκκίνησης.

Για να εφαρμοστεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι απαραίτητο οι αρχιτέκτονες να αρχίζουν να εξετάζουν τους περιορισμούς που θα πρέπει να διαχειριστούν κατά τον σχεδιασμό, το θερμικό πρόβλημα, που περιλαμβάνει την εξέταση της κατανάλωσης ενέργειας και την άνεση.

Ωστόσο, υπάρχει κάποια δυσκολία στην ενσωμάτωση αυτών των ερωτημάτων. Όλη η επιστημονική γνώση που συσσωρεύεται από τη δεκαετία του '70, με τον ορισμό των κατευθυντήριων γραμμών, εργαλείων ανάλυσης, υπόθεσης μελετών, δεδομένων, έχει βελτιωθεί ώστε να αναπτυχθεί ένας

ενοποιημένος τεχνικός τομέας ενεργειακής απόδοσης. Αλλά δεν έχει επιδείξει ουσιαστική επιρροή στη κύρια αρχιτεκτονική.

Οι Steane και Steemers (2004) αναγνωρίζουν ότι είναι εκπληκτικό το πόσο συχνά αγνοείται από τους αρχιτέκτονες το μοτίβο και ο τρόπος λειτουργίας, ή ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου που σχεδιάζουν. Σύμφωνα με τον Στασινόπουλο για τους περισσότερους αρχιτέκτονες και το γενικό κοινό, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εξακολουθεί να είναι μια συλλογή εξοπλισμού και τεχνολογίας και όχι μια πρόταση που πρέπει να εφαρμοστεί πρώτα μέσα από το αρχιτεκτονικό σχέδιο (Στασινόπουλος, 1993).

Ο Στασινόπουλος (1993) δείχνει ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί πλέον μια μέθοδο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η πράξη της εξοικονόμησης ενέργειας έχει κίνητρο πολύ περισσότερο την ανάγκη παρά την επιλογή. Έτσι, η εστίαση στη διάδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού λόγω της ανάγκης εξοικονόμησης, έχει περιορισμούς. Επιπλέον, ο Wines (2000) παρατηρεί ότι ακόμη και σε "οικολογικά κτίρια" με μεγάλη δημοσιότητα δεν υπάρχει σχεδόν καμία ορατή ένδειξη οποιασδήποτε προσπάθειας αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος. Είναι απαραίτητη η δημιουργία και προώθηση μιας αρχιτεκτονικής γλώσσας, πραγματικά ολοκληρωμένης για να μεταγγιστεί ένα ελκυστικό οπτικό μήνυμα.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός λαμβάνει υπόψη το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις ακόλουθες αρχές (ΚΑΠΕ, 2015):

- Θερμική προστασία των κτιρίων με κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγανότητα του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως με σκίαση, αλλά και με την κατάλληλη επεξεργασία του κελύφους του κτιρίου
- Απομάκρυνση της θερμότητας που συσσωρεύεται το καλοκαίρι στο κτίριο και στο γύρω περιβάλλον.
- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών στο εσωτερικό των κτιρίων, έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα.
- Επαρκές και ομοιόμορφο κατανεμημένο φως σε εσωτερικούς χώρους.
- Βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από τα κτίρια.

Η ηλιακή ενέργεια έχει πολλές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται σε οικιακό επίπεδο για τη θέρμανση του νερού με τους γνωστούς σε όλους μας ηλιακούς θερμοσίφωνες. Η τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική τροφοδοτώντας τα φορτία μίας

εγκατάστασης ή το φορτίο του δικτύου στο οποίο συνδέεται, διαμορφώνοντας έτσι αυτόνομα ή διασυνδεδεμένα συστήματα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου στο οποίο εφαρμόζονται και δεν έχουν μηχανολογικά εξαρτήματα που απαιτούν πρόσθετη ενέργεια, αλλά λειτουργούν με φυσικό τρόπο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα κατηγοριοποιούνται ως εξής (Ag, 2005):

- Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης
- Παθητικά Συστήματα Ψύξης
- Παθητικά Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου και τα τρία παραπάνω συστήματα συνυπάρχουν και λειτουργούν σε συνδυασμό.

Τα βασικά στοιχεία του παθητικού σχεδιασμού είναι (Breeam, 2006):

- Η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Η διάταξη του κτιρίου
- Ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων
- Η μόνωση (συμπεριλαμβανομένης της μόνωσης των ανοιγμάτων)
- Η Θερμική μάζα
- Η σκίαση
- Ο αερισμός

Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία συνεργάζεται με τα άλλα για την επίτευξη άνετων θερμοκρασιών και καλής ποιότητας εσωτερικού αέρα. Το πρώτο βήμα είναι να επιτύχουμε τη σωστή ποσότητα της ηλιακής πρόσβασης - αρκετή για να παρέχει θερμότητα κατά τους ψυχρότερους μήνες, αλλά να αποτρέπει την υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Αυτό γίνεται μέσω ενός συνδυασμού της θέσης και του προσανατολισμού, της διαρρύθμισης του χώρου, το σχεδιασμό των ανοιγμάτων και της σκίασης (Broadbent, 2004).

Η μόνωση και η θερμική μάζα βοηθούν στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας, ενώ ο αερισμός παρέχει παθητική ψύξη, και την βελτίωση της ποιότητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους,. Όλα αυτά τα στοιχεία λειτουργούν παράλληλα μεταξύ τους και ως εκ τούτου θα πρέπει να θεωρούνται ολιστικά. Για παράδειγμα, τα μεγάλα παράθυρα που δέχονται υψηλά επίπεδα φυσικού φωτός θα μπορούσαν επίσης να οδηγήσουν σε υπερβολική αύξηση της θερμότητας, ειδικά αν διοχετεύουν φως σε μια περιοχή θερμικής μάζα (Brown, 2003).

2.4 ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

Υπάρχουν πολλά οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού όπως: εξοικονόμηση ενέργειας, θερμική και οπτική άνεση, οικονομικά οφέλη (μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και μειωμένο κόστος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για θέρμανση - ψύξη - εξαερισμό - φωτισμό), περιβαλλοντικά οφέλη (λιγότερη ρύπανση, μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου), κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

Το ποσό της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της βιοκλιματικής σχεδίασης εξαρτάται από το είδος του κτιρίου, το τοπικό κλίμα και τις ειδικότερες χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες. Στα ελληνικά κτίρια, παρουσιάζεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 15 έως 40% για απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης σε σχέση με συμβατικά κτίρια καλής κατασκευής της ίδιας ηλικίας. Σε σύγκριση με παλαιότερα κτίρια, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ακόμη μεγαλύτερη (Ag, 2005).

Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε νέα κτίρια δεν αυξάνει το κόστος της κατασκευής, υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζονται απλά συστήματα και τεχνολογίες. Εάν χρησιμοποιούνται ειδικές τεχνολογίες (π.χ. ηλιακοί τοίχοι ή ηλιακοί χώροι), μια αύξηση κόστους κατασκευής της τάξης του 10-15% θεωρείται εύλογη. Για επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια, το κόστος είναι πάντα υψηλότερο. Ωστόσο, μέρος αυτών των δαπανών μπορεί να ενταχθεί στο συνολικό κόστος κατασκευής (Ag, 2005).

2.5 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης χρησιμοποιούν τη θερμότητα του ήλιου μέσω σχεδιαστικών ευρημάτων, όπως τα μεγάλα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό και τα ειδικά υλικά σε πατώματα και τοίχους που απορροφούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και την απελευθερώνουν το βράδυ που ο χώρος τη χρειάζεται περισσότερο (Erg, 1999). Τα υλικά αυτά πρέπει να είναι μεγάλης μάζας (όπως κεραμικές πλάκες στο δάπεδο, μπετόν, συμπαγή τούβλα ή πέτρα εσωτερικά στους τοίχους) ώστε να έχουν την απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα (Carl, 2004).

Επιπλέον αυτών, το κτίριο είναι σωστά διαρρυθμισμένο ώστε οι χώροι που χρειάζονται περισσότερη θερμότητα να δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία. Σημαντική είναι και η θερμομόνωση του κτιρίου ώστε να μην υπάρχουν απώλειες. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και με δυνατότητα αερισμού (Carlo, 2006). Τέτοιου τύπου συστήματα δεν έχουν στόχο να καλύψουν

όλα τα ενεργειακά φορτία αλλά να δημιουργήσουν τις βέλτιστες συνθήκες με τον οικονομικότερο τρόπο. Έχουν συνήθως έναν από τους ακόλουθους σχεδιασμούς:

Σύστημα Άμεσου Κέρδους: Αποθηκεύει και απελευθερώνει με αργούς ρυθμούς την ενέργεια που συλλέγεται από τον ήλιο. Βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων με νότιο προσανατολισμό (Carlo, 2005).

Συστήματα Ημι-άμεσου Κέρδους: Σε αυτά τα συστήματα, ένας χώρος παρεμβάλλεται μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος («επίδραση θερμοκηπίου»). Αυτός ο χώρος δέχεται ένα μεγάλο ποσό ακτινοβολίας, και έτσι φτάνει υψηλότερες μέσες συνθήκες θερμοκρασίας από τις εξωτερικές συνθήκες (Erg, 1999). Ο χώρος αυτός μπορεί να είναι προσωρινά κατοικήσιμος και ενεργεί ως προέκταση του εσωτερικού χώρου. ("Sunrooms").

Σύστημα Έμμεσου Κέρδους: Αφορά στη χρήση ηλιακών υλικών σε δομικά μέρη του χώρου όπως οι τοίχοι, τη δημιουργία ηλιακών χώρων - θερμοκηπίων και ηλιακών αίθριων. Το θερμοκήπιο ή σέρα ή ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας και νότιο προσανατολισμό προσαρτημένο σε τμήμα του κτιρίου (Erg, 1999). Το σύστημα λειτουργεί καλύτερα αν μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Τα ηλιακά αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια (De Wild, 2004).

Σύστημα Απομονωμένου Κέρδους: Σε αυτού του είδους τα συστήματα η συλλογή της ηλιακής ενέργειας γίνεται μακριά από τον προς θέρμανση χώρο. Ηλιακοί συλλέκτες – πανέλα τοποθετούνται εκτός του κτιριακού περιβλήματος και συλλέγουν την θερμότητα παράγοντας ζεστό αέρα που στη συνέχεια ρέει μέσα στο κτίριο και θερμαίνει τους χώρους. Μεταξύ της επιφάνειας που συλλέγει τη θερμότητα και του χώρου διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας. Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας (Doe, 1995).

2.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

Πρόκειται για τμήματα ή συστατικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία δρουν ως σταθεροποιητές για τις θερμοκρασίες των εσωτερικών χώρων, και αντιμετωπίζουν τις αυξομειώσεις των εξωτερικών συνθηκών (Foxell, 2003). Η αρχή λειτουργίας τους τα καθιστά κατάλληλα για τη βελτίωση τόσο των

επιπτώσεων του ψύχους όσο και της ζέστης. Χαρακτηρίζονται από χρήσιμη θερμική μάζα. Είναι η ικανότητα θερμότητας που το κτίριο προβλέπει καθορισμένους κύκλους του χρόνου και μέτριες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (Duffy, 2004).

2.7 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΡΑ

Τα συστήματα εξαερισμού είναι συστατικά ενός κτιρίου των οποίων η κύρια λειτουργία είναι να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα, ή / και την επεξεργασία του για να βελτιώσουν τις συνθήκες της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Αν και μπορούν να αναλυθούν ως μεμονωμένα συστήματα, σε πολλές περιπτώσεις, δύο ή περισσότερα διαφορετικά συστήματα (απέλαση και εξαγωγή του αέρα, ή βελτίωση της ποιότητας του αέρα) μπορούν να εργαστούν μαζί, ευνοώντας το ένα το άλλο (Maver, 2003).

Συστήματα παραγωγής κίνησης του αέρα: Κάνουν τον αέρα να κινείται στο εσωτερικό του κτιρίου, διευκολύνοντας τον αέρα μέσα ή και έξω από τα ανοίγματα ή συσκευές που διατίθενται για το σκοπό αυτό (Olgay, 1973).

Διασχίζων αερισμός: Είναι ένα σύστημα εξαερισμού του χώρου ή που διέρχεται σε συναφείς χώρους, μέσα από τα ανοίγματα που τοποθετούνται σε δύο απέναντι τοίχους. Αυτή η στρατηγική θα πρέπει να χρησιμοποιείται με συνδυασμένα σκιασμένα περιβάλλοντα και κελύφη (τοίχους και οροφές) των οποίων η θερμοκρασία θα είναι παρόμοια με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Roussard, 2003). Σε αντίθετη περίπτωση και με όχι αρκετή θερμική μόνωση, μπορεί να είναι αρκετούς βαθμούς πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, που περιλαμβάνει μια εκπομπή θερμότητας που μειώνει την θερμική άνεση (Pedrini, 2002).

Φαινόμενο καμινάδας: Είναι ένα σύστημα που πραγματοποιεί την εξαγωγή του αέρα με την τοποθέτηση ανοιγμάτων στην κορυφή ενός δωματίου. Μπορούν να συνδεθούν σε ένα κατακόρυφο αγωγό εξαέρωσης. Η κίνηση του αέρα είναι δυνατή χάρη στο φαινόμενο της στοιβάς. Το φαινόμενο της στοιβάς επίσης αναφέρεται ως το «φαινόμενο της καμινάδας», και βοηθά τη διαδικασία φυσικού αερισμού και διήθησης. Η άνωση συμβαίνει λόγω της διαφοράς πυκνότητας μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα που προκύπτει από τις διαφορές στη θερμοκρασία και την υγρασία. Το αποτέλεσμα είναι είτε θετική ή αρνητική δύναμη άνωσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική διαφορά και το ύψος της κατασκευής, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη άνωσης, και ως εκ τούτου η επίδραση της στοιβάς (Roaf, 2004).

Θερμοσιφωνικός Συλλέκτης, σιφόνι θερμότητας, ή γυάλινη ηλιακή καμινάδα: Είναι ορισμένοι μηχανισμοί που χρησιμοποιούν την ενέργεια από το ηλιακό φως για να εξάγουν αέρα. Η αποστολή

τους είναι να θερμάνουν τον αέρα μέσα σε ένα θάλαμο, μέσω μιας σκούρας επιφάνεια που προστατεύεται από ένα γυάλινο κάλυμμα αισθητήρα. Όταν θερμαίνεται ο αέρας, η πυκνότητά του μειώνεται. Παράγει ένα φαινόμενο αναρρόφησης στις διατρήσεις που τοποθετούνται στο κάτω μέρος του θαλάμου, σε επαφή με το εσωτερικό, και ο αέρας κατευθύνεται προς τα έξω από το πάνω μέρος (Segawa, 1997).

2.8 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Το φως της ημέρας που φτάνει στα κτίρια που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης δεν αποτελείται εξ ολοκλήρου από το φως που προέρχεται απευθείας από τον ήλιο. Μερικές ακτίνες διαχέονται από την ατμόσφαιρα και άλλες ανακλώνται από το έδαφος ή άλλες επιφάνειες πριν φθάσουν στα κτίρια. Ο σχεδιασμός του φωτός της ημέρας (daylight design) προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα της ίσης κατανομής και αποδοτικής χρήσης όλων των ειδών φωτός (κυρίως του φυσικού φωτός), που λαμβάνει το κτίριο με προσεκτική εκτίμηση της ποσότητας και της ποιότητας του φωτός που δέχεται μια συγκεκριμένη εγκατάσταση (Shavin, 1999).

Η ένταση του φωτισμού από το άμεσο ηλιακό φως σε μια ηλιόλουστη ημέρα ποικίλλει ανάλογα με το πάχος της μάζας αέρα από το οποίο και αποτελεί μια συνάρτηση της γωνίας του ήλιου σε σχέση με την επιφάνεια της γης. (Atti Della Fondazione Giorgio Ronchi Anno LXVII N.2) Το φως είναι λιγότερο έντονο στην ανατολή και τη δύση του ηλίου, σε σύγκριση με το μεσημέρι, και λιγότερο έντονο σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη σε σύγκριση με τα χαμηλότερα (Shavin, 1992). Η γωνία του ήλιου επίσης επηρεάζει τη φωτεινότητα στην περίπτωση συννεφιάς - σε κάθε γεωγραφικό πλάτος ένας συννεφιασμένος ουρανός μπορεί να είναι περισσότερες από δύο φορές πιο φωτεινός το καλοκαίρι απ' ό,τι το χειμώνα. Οι διακυμάνσεις της φωτεινότητας του ουρανού που προκαλούνται από τις καιρικές συνθήκες, την εποχή και την ώρα της ημέρας είναι δύσκολο να κωδικοποιηθούν. (Atti Della Fondazione Giorgio Ronchi Anno LXVII N.2)

Η άλλη πηγή του φωτός της ημέρας είναι το φως που ανακλάται από τις περιβάλλουσες επιφάνειες - το έδαφος, το νερό, τη βλάστηση, και άλλα κτίρια. Το ανακλώμενο φως είναι μια σημαντική πηγή εσωτερικού φωτός της ημέρας από τα ανοίγματα που βρίσκονται μακριά από τον ήλιο, ιδιαίτερα στη νότια Ευρώπη, όπου ο αίθριος ουρανός παρέχει λιγότερο διάχυτο φως από τον συννεφιασμένο ουρανό στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη. Το χρώμα και η υφή των επιφανειών γύρω από ένα κτίριο έχουν κρίσιμες επιπτώσεις τόσο στην ποσότητα, όσο και την ποιότητα του ανακλώμενου φωτός (Baker 1993).

2.8.1 Η επίδραση της σκίασης

Η έκταση της επίδρασης της σκίασης λόγω των γειτονικών κτιρίων εξαρτάται από τη θέση του ήλιου, τη γεωγραφική θέση και τη γεωμετρία του κτιρίου και τον προσανατολισμό. Ξεκινώντας με τον εντοπισμό των διατάξεων σκίασης (εμποδίων), κάθε κορυφή που αποτελείται από ένα πολύγωνο ορίζεται από ένα σχετικό σύστημα συντεταγμένων XYZ, και όλες οι κορυφές των εμποδίων προβάλλονται παράλληλα προς τις ακτίνες του ήλιου πάνω στην επιφάνεια-στόχο και την προβλεπόμενη σκιασμένη περιοχή (Doe, 1995). Είναι λογικό ότι η μεγαλύτερη επίδραση σκίασης από παρακείμενο κτίριο ή άλλο εμπόδιο εμφανίζεται το χειμώνα λόγω του χαμηλού ύψους του ήλιου και η μικρότερη σκίαση το καλοκαίρι λόγω της υψηλής ηλιακής θέσης (Stasinopoulos, 1993).

Η χρήση διατάξεων σκίασης είναι μια σημαντική πτυχή της στρατηγικής σχεδιασμού κτιρίων υψηλής απόδοσης. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση συστημάτων σκίασης μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, την πρόληψη της αντηλιάς, την ωφέλιμη διαθεσιμότητα φυσικού φωτός (μεταξύ 100 ~ 2000 lux (μονάδα SI του φωτισμού και της εκπομπής φωτεινής ισχύος, φωτεινή ροή ανά μονάδα επιφάνειας) και να δημιουργήσει μια αίσθηση ασφάλειας (Steemers, 2004). Συνειδητοποιώντας αυτά τα πιθανά οφέλη, μια ποικιλία διαμορφώσεων σκίασης έχει εφευρεθεί και διατίθεται στην αγορά, όπως οι αυτόματες, χειροκίνητες και σταθερές διατάξεις σκίασης, εσωτερικής ή εξωτερικής τοποθέτησης (Erg, 1999).

Οι εξωτερικές διατάξεις σκίασης χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της διείσδυσης του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό των κτιρίων. Τέτοια σκιάστρα τοποθετούνται στις όψεις του κτιρίου (κάθετα ή οριζόντια στοιχεία πάνω από παράθυρα και πόρτες), ως ένα ξεχωριστό στοιχείο της μορφολογίας (Fisher, 2004), αλλά μπορούν επίσης να σχηματιστούν και από την διάταξη των ορόφων του κτιρίου με τη δημιουργία προεξοχών (προεξέχων όγκος, ο οποίος μπορεί να παρέχει προστασία για τα χαμηλότερα επίπεδα).

Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο εσωτερικό των κτιρίων μέσω της διείσδυσης άμεσης ακτινοβολίας, διάχυτης ακτινοβολίας και αντανακλώμενης ακτινοβολίας από άλλες επιφάνειες. Το εξωτερικό σύστημα σκίασης μειώνει τη διείσδυση άμεσης ακτινοβολίας σκιάζοντας το άνοιγμα κατά μήκος της κατεύθυνση του άμεσου φωτός. Η διάχυτη ακτινοβολία επίσης μειώνεται διότι ένα τμήμα του ουρανού δεν μπορεί να είναι ορατό από αυτό (Goulart, 1994).

Κατά το σχεδιασμό διατάξεων σκίασης για αποφυγή θερμότητας, είναι σημαντικό να ληφθεί υπ' όψιν η διείσδυση επαρκούς φωτισμού κατά τη διάρκεια των μηνών θέρμανσης (Hagan, 2001). Ο βέλτιστος σχεδιασμός των εξωτερικών διατάξεων σκίασης πρέπει να εξετάσει δύο ακραίες θέσεις του ηλίου (χαμηλότερη θέση τον χειμώνα, και υψηλότερη θέση το καλοκαίρι) ώστε να ληφθούν τα

πλεονεκτήματα προστασίας από τον ήλιο το καλοκαίρι και διείσδυσης επαρκούς ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα (Gratia, 2003).

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εξωτερικών διατάξεων σκίασης: ο οριζόντιος και ο κάθετος. Ο συνδυασμός αυτών των δύο διατάξεων σκίασης δημιουργεί πολλές διαμορφώσεις με στόχο την προσάρτηση σε διάφορες κτιριακές δομές με διαφορετικούς προσανατολισμούς (Haapasalo, 2000).

Εκτός από τη σύνδεση εξωτερικών διατάξεων σκίασης για την αποφυγή της άμεσης ακτινοβολίας, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι αποτροπής εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό των κτιρίων:

- Εσωτερικά σύστημα σκίασης
- Αυτοσκίαση κτιρίου
- Σκίαση από δέντρα και άλλα εμπόδια

2.8.2 Γειτονικά κτίρια

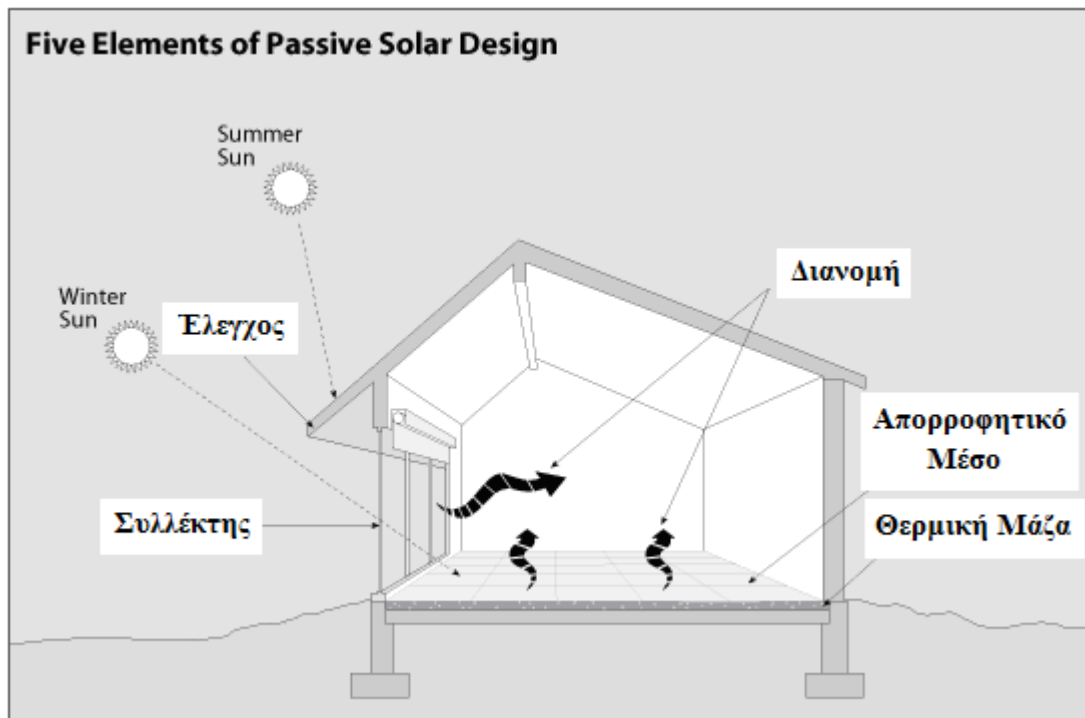
Ως ένα σημαντικό συστατικό του περιβάλλοντος ορισμένων κτιρίων, τα γειτονικά κτίρια επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των παρακείμενων και τις δομικές εσωτερικές περιβαλλοντικές επιδόσεις μέσω της τροποποίησης της τοπικής ηλιακής ακτινοβολίας, της προσβασιμότητας σε φυσικό φως και της πίεσης του ανέμου στις επιφάνειες των κτιρίων. Κατά το σχεδιασμό των κτιρίων θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η σκίαση από τα γειτονικά κτήρια. Για παράδειγμα, τα ψηλά παρακείμενα κτίρια θα λειτουργήσουν ως διατάξεις σκίασης το καλοκαίρι και μπορεί έτσι να μειώσουν το φορτίο ψύξης/δροσισμού (John, 2004).

Ωστόσο, η σκίαση θα αυξήσει επίσης το φορτίο θέρμανσης σε κάποιο βαθμό έτσι ώστε ο συνολικός ετήσιος ενεργειακός αντίκτυπος του κτιρίου να είναι ισορροπημένος. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα υλικά με μεγάλη ανακλαστικότητα μπορεί να ανακλούν το 60% της ηλιακής ακτινοβολίας από γειτονικά κτίρια πάνω στην επιφάνεια του κτιρίου. Τα τοπικά μοτίβα ανέμου μπορεί να επηρεαστούν σημαντικά από τα γειτονικά κτίρια και αυτό θα οδηγήσει σε αλλαγές του φορτίου ανέμου του κτιρίου (Koenigsberger, 1980).

2.9 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι πέντε βασικές παράμετροι του παθητικού ηλιακού σχεδιασμού φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (Maciel, 2003):

1. Συλλέκτης: Μεγάλο παράθυρο με νότιο προσανατολισμό (απόκλιση ως 30ο) το οποίο δεν σκιάζεται τις ώρες 9:00 πμ ως 3:00 μμ.
2. Απορροφητικό μέσο: Η σκληρή, σκούρα επιφάνεια του στοιχείου αποθήκευσης (τοίχος, δάπεδο).
3. Θερμική Μάζα: Τα υλικά τα οποία αποθηκεύουν τη θερμότητα που ανακτάται από την ηλιακή ακτινοβολία. Η διαφορά τους με το απορροφητικό μέσο, αν και συνήθως αποτελούν μέρη του ίδιου σώματος (π.χ. τοίχου), είναι ότι το απορροφητικό μέσο βρίσκεται εκτεθειμένο στην επιφάνεια του τοίχου ενώ η θερμική μάζα αποτελεί εσωτερικό στρώμα αυτού.
4. Διανομή: Μέθοδος με την οποία η θερμότητα κυκλοφορεί στο εσωτερικό του κτιρίου. Σε ένα κλασσικού τύπου παθητικό σύστημα χρησιμοποιούνται οι φυσικοί τρόποι μεταφοράς της θερμότητας αλλά σε μερικές εφαρμογές μπορεί να γίνει χρήση ανεμιστήρων και αγωγών.
5. Έλεγχος: Κατάλληλες προεξοχές τοποθετούνται στα ανοίγματα του κτιρίου οι οποίες σκιάζουν την επιφάνεια των παραθύρων τους καλοκαιρινούς μήνες, περιορίζοντας την εισερχόμενη θερμότητα. Άλλα στοιχεία είναι οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες (θερμοστάτες που ελέγχουν τη λειτουργία ανεμιστήρων) , τα πατζούρια, οι τέντες κ.λπ.



Εικόνα 2-1 Τα πέντε στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Vilnius, 2014)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία ενός βιοκλιματικού κτιρίου, καθώς και οι αρχές σχεδιασμού τους (Baber και Streemrs, 2013).

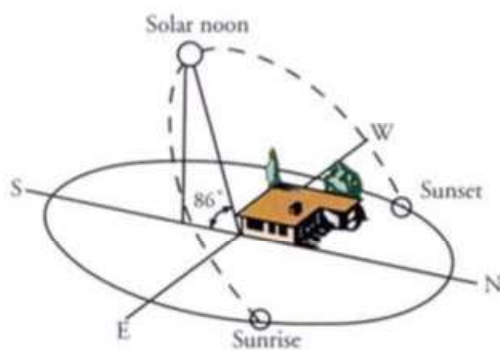
2.9.1 Προσανατολισμός

Γενικά, σε όλα τα κλίματα, η τοποθέτηση του επιμήκους άξονα στην κατεύθυνση ανατολής-δύσης είναι η καλύτερη για το κτίριο, ανεξαρτήτως αν ο στόχος είναι να συλλέγεται ή να αποφεύγεται η ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η νότια πλευρά βλέπει τον ήλιο αρκετά ψηλά το καλοκαίρι και ένα σκίαστρο μπορεί να αποτρέψει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ τον χειμώνα το ίδιο σκίαστρο δεν θα έχει καμία επίδραση. Σε ένα ζεστό και ξηρό κλίμα η προεξοχή του εν λόγω σκιάστρου θα είναι μικρή. Σε γενικές γραμμές, το ηλιακό κέρδος με δυτικό προσανατολισμό πρέπει να αποφεύγεται σε όλα τα κλίματα, επειδή, καθώς για να υπάρχει διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα, θα πρέπει το καλοκαίρι να μην αποτρέπεται η ακτινοβολία καθόλου. Το ηλιακό κέρδος με ανατολικό προσανατολισμό είναι αποδεκτό σε κλίματα με δροσερό καλοκαίρι, αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υπερθέρμανση το καλοκαίρι (Maver, 2003).

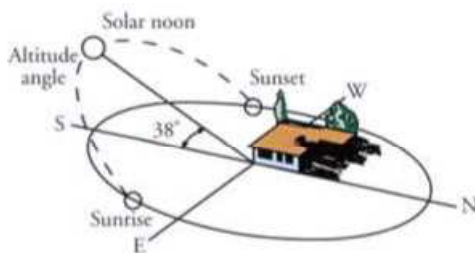
2.9.2 Ανοίγματα

Συνήθως, τα παράθυρα ή άλλες διατάξεις που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια θα πρέπει να τοποθετούνται με μέγιστη απόκλιση 30 μοιρών από τον πραγματικό νότο, και δεν πρέπει να σκιάζονται κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης από άλλα κτίρια ή δέντρα από τις 9 το πρωί μέχρι τις 15:00 κάθε μέρα. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης, του φθινόπωρου, και της εποχής ψύξης, τα παράθυρα θα πρέπει να σκιάζονται για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση (Poussard, 2003).

Σε ηλιόλουστες νότιες περιοχές οι προστασίες των ανοιγμάτων από τον ήλιο είναι ένα σημαντικό στοιχείο της σωστής διαχείρισής τους. Το πρώτο βήμα είναι να γνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο κινείται ο ήλιος στον ουρανό και να προσανατολίσουμε το κτίριο και τα ανοίγματα, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η εισαγωγή άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας μέσω αυτών. Στο βόρειο ημισφαίριο το καλοκαίρι ο ήλιος ανατέλλει βόρειο-ανατολικά και δύει βόρειο-δυτικά και έχει μεγάλη υψομετρική θέση κατά το ηλιακό μεσημέρι στο θερινό ηλιοστάσιο. Το χειμώνα ο ήλιος ανατέλλει νότιο-ανατολικά και δύει νότιο -δυτικά ενώ δεν φτάνει πολύ ψηλά στον ουρανό κατά το ηλιακό μεσημέρι στο χειμερινό ηλιοστάσιο (Poussard, 2003).



Εικόνα 2-2 Διαδρομή του ήλιου κατά το θερινό ηλιοστάσιο σε νότιες περιοχές (Vilnius, 2014).



Εικόνα 2-3 Διαδρομή του ήλιου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο σε νότιες περιοχές (Vilnius, 2014)..

Παρατηρώντας τις εικόνες 2-2 και 2-3, γίνεται αντιληπτό ότι είναι εύκολο να προστατέψουμε τα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό με μια προεξοχή στην οροφή ή ένα ανάλογο σκίαστρο. Το σκίαστρο αυτό δεν πρέπει να γίνει πολύ πλατύ, ώστε να επιτρέπει την διείσδυση ακτινοβολίας τον χειμώνα. Στις νότιες περιοχές η διαφορά των γωνιών του ήλιου μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού είναι περίπου 50° , οπότε ένα σχετικά μικρού πλάτους σκίαστρο θα μπορούσε να αποτρέψει τις ηλιακές ακτίνες το καλοκαίρι, ενώ τον χειμώνα θα ήταν αμελητέο. Σε πολύ θερμά κλίματα, το σκίαστρο μπορεί να γίνει πολύ πλατύ για να αποτρέψει την ακτινοβολία του χειμερινού μεσημεριού (Roaf, 2004).

Τα παράθυρα με βόρειο προσανατολισμό δεν χρειάζονται καθόλου σκίαση, καθώς η μόνο περίοδος που ο ήλιος πέφτει σε αυτά είναι πολύ νωρίς το πρωί και πολύ αργά το απόγευμα, κατά το καλοκαίρι, και σε αυτές τις περιόδους η γωνία πρόσπτωσης είναι τόσο μεγάλη που η περισσότερη ακτινοβολία ανακλάται από το γυαλί ή περιορίζεται από τους τοίχους και στις δύο πλευρές των παραθύρων, ειδικά αν το παράθυρο έχει τοποθετηθεί σε εσωτερικό επίπεδο του τοίχου (Toledo, 2005).

Τα μεγαλύτερα προβλήματα σχετικά με το κέρδος ηλιακής θερμότητας και το έντονο φως, προκύπτουν από τα ανοίγματα με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό. Τις πρωινές και απογευματινές ώρες, ο ήλιος μπορεί να είναι αρκετά χαμηλά που μόνο ένα πολύ πλατύ σκίαστρο μπορεί να αποτρέψει τη διείσδυσή του στο εσωτερικό του κτιρίου (Prowler, 2008). Σε αυτές τις

περιπτώσεις, είναι καλύτερο να περιορίζεται η ακτινοβολία με εξωτερικά μέσα, πριν φτάσει στο γυαλί του ανοίγματος, με τη χρήση γειτονικών δομών και βλάστησης.

Μια άλλη εναλλακτική λύση, είναι να μειωθούν τα ανοίγματα σε χώρους του κτιρίου με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό ή / και να τοποθετηθούν σε αυτές τις πλευρές ακατοίκητοι, ή μη κλιματιζόμενοι χώροι, που θα χρησιμεύσουν ως ρυθμιστικές ή μονωτικές ζώνες (Toledo, 2005).

Οι βασικοί κανόνες για τον προσανατολισμό και τη σκίαση είναι οι εξής (Robertson και Athienitis, 2010):

- Το κτίριο είναι καλύτερο να αναπτύσσεται παράλληλα με τον άξονα ανατολής-δύσης.
- Συνιστάται η νότια όψη του κτιρίου να λαμβάνει το φως του ήλιου μεταξύ των ωρών 9:00 π.μ. και 15:00 μ.μ. κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.
- Οι εσωτερικοί χώροι που χρειάζονται το περισσότερο φως, και έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης θα πρέπει να αναπτύσσονται κατά μήκος της νότιας όψης του κτιρίου. Είναι καλύτερο οι λιγότερο χρησιμοποιούμενοι χώροι να αναπτύσσονται στα βόρεια.
- Ένα ανοικτό σχέδιο ορόφων βελτιστοποιεί τη παθητική λειτουργία του συστήματος.
- Χρήση σκίασης για την πρόληψη της ακτινοβολίας τους καλοκαιρινούς μήνες .
- Τα χαρακτηριστικά του τοπίου, όπως δέντρα ή σειρές αντιστήριξης μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως σκίαστρα.

Ο λόγος ανοιγμάτων-δαπέδου σε ένα κτίριο ή εσωτερικό χώρο, αποτελεί σημαντική παράμετρο για την ενεργειακή αποδοτικότητα της κατασκευής. Μεγάλα παράθυρα με τυπικό γυαλί, θα κάνουν τον χώρο πολύ ζεστό το καλοκαίρι και θα δυσχεράνουν τη θέρμανση του χώρου τον χειμώνα (Shavin, 1992). Η κατάλληλη συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων σε ένα κτίριο συσχετίζεται με τον προσανατολισμό και την ποσότητα της θερμικής μάζας στα εσωτερικά δομικά υλικά. Το τοιμέντο, τα τούβλα και τα πλακάκια έχουν υψηλή θερμική μάζα. Ένα κτίριο με μεγάλη ποσότητα θερμικής μάζας, μπορεί να χρησιμοποιήσει μεγαλύτερη έκταση ανοιγμάτων, αλλά η αναλογία θα πρέπει να είναι κάτω του 20-30% (Tombazis, 2002).

2.9.3 Σκίαστρα

Τα σκίαστρα προστατεύουν τα κτίρια από τον καλοκαιρινό ήλιο. Οι διαστάσεις των σκιάστρων θα πρέπει να υπολογίζονται όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.8.1 αξιοποιώντας τις αρχές της παραγράφου 2.8.

2.9.4 Θερμική μάζα

Προαιρετικά μπορεί να προστεθεί ένα κατάλληλο υλικό εντός της τοιχοποιίας, που θα κρατά τη θερμότητα για τις περιόδους που δεν θα είναι διαθέσιμη η ηλιακή ακτινοβολία (Wines, 2000).

Η θερμική μάζα σε ένα παθητικό ηλιακό σπίτι - συνήθως από σκυρόδεμα, τούβλα, πέτρα, πλακάκι - απορροφά θερμότητα από το ηλιακό φως κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης και απορροφά θερμότητα από το θερμό αέρα στο σπίτι κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης (Tombazis, 2002). Άλλα υλικά θερμικής μάζας, όπως το νερό και τα προϊόντα αλλαγής φάσης είναι πιο αποτελεσματικά στην αποθήκευση θερμότητας, αλλά η τοιχοποιία έχει το πλεονέκτημα της διπλής χρήσης και ως δομικό υλικό. Σε καλά μονωμένα σπίτια και σε μέτρια κλίματα, η θερμική μάζα που είναι εγγενής στα έπιπλα και τις γυψοσανίδες των εσωτερικών χώρων, μπορεί να είναι επαρκής, εξαλείφοντας την ανάγκη για πρόσθετες ύλες θερμικής αποθήκευσης.

Όταν δεν υπάρχουν πολλά ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό, δεν υπάρχει γενικά αρκετό ηλιακό κέρδος για να προκαλέσει υπερθέρμανση του κτιρίου αλλά απαιτείται μια μάζα που θα απορροφήσει την επιπλέον θερμότητα. Η μάζα δεν χρησιμεύει μόνο για να διατηρηθεί η θερμοκρασία τις απογευματινές, αλλά και για να απελευθερώσει αυτή την επιπλέον θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν ο ήλιος δεν είναι διαθέσιμος (Olgay, 1973). Για να είναι αποδοτική η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας, ο ήλιος θα πρέπει να προσπίπτει άμεσα επί της μάζας, και η μάζα θα πρέπει να έχει σκούρο χρώμα ώστε να απορροφά όλα τα μήκη κύματος. Αν η μάζα δεν λαμβάνει άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα θα ανέβει και η μάζα θα απορροφήσει τη θερμότητα με αγωγή από τον αέρα, αλλά αυτή η διαδικασία είναι πολύ αργή, ειδικά εάν η μάζα είναι στο πάτωμα, καθώς το ηλιακό κέρδος μπορεί εύκολα να δημιουργήσει υψηλά στρωματοποιημένο αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου (Wines, 2000).

Η θερμική μάζα είναι πιο χρήσιμη σε περιοχές που παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίας από μέρα σε νύχτα, όπως κλίματα της ερήμου. Ακόμη και αν η θερμική μάζα δεν εμποδίζει τη θερμική ενέργεια να ρέει μέσα ή έξω από τους χρησιμοποιούμενους χώρους, όπως θα έκανε η μόνωση, μπορεί να επιβραδύνει τη ροή θερμότητας τόσο πολύ ώστε να ενισχύσει τη θερμική άνεση των κατοίκων.

Σε κλίματα που είναι συνεχώς ζεστά ή κρύα, η θερμική μάζα μπορεί στην πραγματικότητα να είναι επιβλαβής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι επιφάνειες της μάζας θα τείνουν προς την μέση ημερήσια θερμοκρασία. Εάν αυτή η θερμοκρασία είναι πάνω ή κάτω από την περιοχή θερμικής άνεσης, θα οδηγήσει σε ακόμη πιο μεγάλη δυσφορία λόγω ανεπιθύμητων ηλιακών κερδών ή απωλειών (Olgay, 1973). Έτσι, σε ζεστά τροπικά κλίματα και στα κλίματα του ισημερινού, τα κτίρια

τείνουν να είναι πολύ ανοικτά και ελαφριά. Σε πολύ κρύες και υπο-πολικές περιοχές, τα κτίρια είναι συνήθως εξαιρετικά μονωμένα με πολύ λίγες εκτεθειμένες επιφάνειες θερμικής μάζας, ακόμα και αν αυτή χρησιμοποιείται για δομικούς λόγους (Wines, 2000).

Η τοιχοποιία παρέχει επίσης καλή θερμική μάζα. Ανακυκλωμένα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν (π.χ. επαναχρησιμοποιημένα τούβλα). Αποφεύγεται το φινίρισμα τοιχοποιίας με γυψοσανίδες, καθώς αυτό μονώνει την απόδοση της θερμικής μάζας, δηλαδή την ικανότητά της να απορροφά και να απελευθερώνει θερμότητα. Το τούβλο καπλαμάς σε αντίστροφη διάταξη, είναι ένα παράδειγμα καλής πρακτικής θερμικής μάζας για εξωτερικούς τοίχους, επειδή η μάζα είναι στο εσωτερικό και μονώνεται εξωτερικά. Στο παραδοσιακό τούβλο καπλαμά, η μάζα του τούβλου δεν συνεισφέρει στη θερμική αποθήκευση, επειδή είναι μονωμένη με τον καπλαμά προς το εσωτερικό του χώρου.

2.9.5 Μόνωση

Χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη μόνωση σημαίνει ότι απαιτείται λιγότερη θερμότητα τις κρύες μέρες, και λιγότερη ψύξη τις ζεστές, καθιστώντας την ποσότητα του ηλιακού κέρδους και της νυχτερινής ψύξης πιο κοντά την πραγματική ζήτηση.

Η μόνωση μπορεί να είναι εξαιρετικά πολύτιμη για την πρόληψη του άμεσου ηλιακού κέρδους από το έδαφος ή τον εξωτερικό αέρα. Η κατανόηση του πώς λειτουργεί η μόνωση, βοηθά να κατανοήσουμε τη ροή θερμότητας, η οποία περιλαμβάνει τρεις βασικούς μηχανισμούς - αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία. Τα πιο κοινά μονωτικά υλικά προκαλούν την επιβράδυνση της αγωγικής ροής θερμότητας και της συναγωγής της ροής θερμότητας. Τα ανακλαστικά συστήματα μόνωσης λειτουργούν με τη μείωση του κέρδους θερμότητας από ακτινοβολία. Για να είναι αποτελεσματική, η ανακλαστική επιφάνεια πρέπει να πρόσκειται σε έναν κενό χώρο με αέρα (Shaviv, 1999).

Ανεξάρτητα από το μηχανισμό, η θερμότητα ρέει από θερμότερο στο ψυχρότερο χώρο μέχρις ότου δεν υπάρχει πλέον διαφορά θερμοκρασίας. Σε ένα σπίτι, αυτό σημαίνει ότι το χειμώνα, η θερμότητα ρέει κατευθείαν από όλους τους θερμαινόμενους χώρους διαβίωσης σε παρακείμενες μη θερμαινόμενες σοφίτες, γκαράζ, υπόγεια, ακόμη και σε εξωτερικούς χώρους. Η ροή θερμότητας μπορεί επίσης να κινηθεί έμμεσα μέσω εσωτερικών οροφών, τοίχων και δαπέδων - όπου υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης, η θερμότητα ρέει από την ύπαιθρο στο εσωτερικό του σπιτιού (Shaviv, 1999).

2.9.5.1 Θερμότητα και μεταφορά θερμότητας

Η θερμότητα και η θερμοκρασία είναι διακριτές μα συχνά συγχεόμενες έννοιες. Η θερμοκρασία είναι καταστατικό μέγεθος, δηλαδή εξαρτάται αποκλειστικά από την κατάσταση ενός συστήματος. Αντιθέτως, η έννοια της θερμότητας προκύπτει σε θερμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων, οπότε ένα σύστημα δεν μπορεί να ειπωθεί ότι "έχει" κάποια τιμή θερμότητας (ακριβώς όπως ένα μηχανικό σύστημα δεν "έχει" έργο). Η εισροή θερμότητας σε ένα σύστημα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής ενέργειάς του ή την παραγωγή έργου (Νίκας, 2010). Αντίθετα με τη θερμότητα, το έργο w είναι η ενέργεια που ανταλλάσσει ένα σύστημα με το περιβάλλον μέσω συντεταγμένης και οργανωμένης κίνησης (π.χ. την ανύψωση ενός βάρους).

Για παράδειγμα όταν μειώνουμε τον όγκο μίας ποσότητας αερίου συμπιέζοντας με ένα έμβολο, η εσωτερική ενέργεια του αερίου θα αυξηθεί επειδή θα έχει μεταφερθεί σε αυτό ενέργεια από το περιβάλλον με τη μορφή έργου.

Σύμφωνα με τον Νόμο του Φουριέ, η μεταφορά θερμότητας με αγωγή εκφράζει τη ροή θερμότητας Q από ένα σώμα στο άλλο μέσω επαφής και είναι ανάλογη με τη διαφορά θερμοκρασίας τους. Ειδικότερα ισχύει (Νίκας, 2010):

$$Q = \lambda A \Delta T / \Delta x$$

Όπου λ ονομάζεται η θερμική αγωγιμότητα του θερμαινόμενου υλικού και εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιούμε προς μελέτη, A είναι η επιφάνεια επαφής και Δx το πάχος του υλικού (Νίκας, 2010).

Στα υγρά και τα αέρια η θερμότητα διαδίδεται με μεταφορά. Κατά την μεταφορά αυτή, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται και μεταφέρονται σε ψυχρότερη περιοχή, όπου και προκαλούν την θέρμανσή της. Μπορεί να υπάρξει διάδοση μεταξύ στερεού και υγρού ή αερίου σώματος. Η γενική σχέση εξαρτάται από τις παραμέτρους (Νίκας, 2010):

- h ο συντελεστής μεταφοράς ο οποίος εξαρτάται από το ρευστό και από την ταχύτητα του
- A η επιφάνεια με την οποία το ρευστό βρίσκεται σε επαφή
- ΔT η διαφορά θερμοκρασιών ρευστού και επιφάνειας

Η μεταφορά (ή συναγωγή) διακρίνεται σε Ελεύθερη (Free Convection) και Εξαναγκασμένη (Forced Convection).

Όταν το ρευστό βρίσκεται σε ηρεμία έχουμε ελεύθερη μεταφορά και η κίνησή του είναι αποτέλεσμα ανωστικών δυνάμεων που δημιουργούνται λόγω διαφοράς πυκνότητας η οποία οφείλεται στην αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας του. Όταν το ρευστό έχει κάποια ταχύτητα έχουμε εξαναγκασμένη μεταφορά. Στην εξαναγκασμένη μεταφορά έχουμε μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης θερμότητας από ότι στην ελεύθερη μεταφορά λόγω αύξησης του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας h (Νίκας, 2010).

Η θερμική ακτινοβολία διαδίδεται στο χώρο με ηλεκτρομαγνητικά κύματα (όμοια με τα φωτεινά), απορροφάται από τα διάφορα σώματα και τα θερμαίνει. Η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία θεωρείται συνήθως αμελητέα σε χαμηλές θερμοκρασίες και έτσι δεν λαμβάνεται υπ' όψιν. Για μέταλλα, π.χ. δεν συνυπολογίζεται για θερμοκρασίες χαμηλότερες της θερμοκρασίας ερυθροποίησης του μετάλλου.

Θερμική ακτινοβολία ορίζεται το φαινόμενο της ροής θερμότητας από την ύλη μέσω του χώρου ή ακόμη μέσω του κενού υπό την μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ως αποτέλεσμα μεταβολών στην ηλεκτρονική διάταξη των ατόμων, ή και μορίων, η οποία οφείλεται αποκλειστικά στη θερμοκρασία της ύλης ή του μέσου. Η μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας ορίζεται ως ακτινοβολούμενη θερμότητα, μεταφέρεται υπό την μορφή *quanta*, το μέγεθος της οποίας εξαρτάται κυρίως από τη φύση της επιφάνειας. Όλα τα σώματα τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία υψηλότερη του απόλυτου μηδενός, εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Αντιθέτως, η μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας είναι αποδοτικότερη στο κενό και εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη φύση της επιφάνειας εκπομπής της ακτινοβολίας. Η ακτινοβολούμενη θερμότητα μεταφέρεται με την ταχύτητα του φωτός, και αντικαθιστά φαινομενολογικά την ακτινοβολία του φωτός, ενώ σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία, η φωτεινή και η θερμική ακτινοβολία διαφέρουν μόνο κατά την αντιστοιχία του μήκους των κυμάτων. Η θερμότητα που μεταφέρεται από ένα σώμα πραγματοποιείται υπό την μορφή των *quanta* και όσο η θερμοκρασία του αυξάνει τόσο η ακτινοβολούμενη ποσότητα αυξάνει. Η κίνηση της ακτινοβολούμενης θερμότητας στο χώρο παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά και παραμετρικά γνωρίσματα του φωτός και προς τούτο μπορεί να περιγραφεί από την κυματική θεωρία (Νίκας, 2010).

Τα προβλήματα μεταφοράς θερμότητας κατατάσσονται ανάλογα με τον τύπο ροής θερμότητας στις εξής κατηγορίες (Νίκας, 2010):

- Εξαναγκασμένη – Ελεύθερη ροή
- Εσωτερική ροή -Εξωτερική ροή
- Στρωτή ροή – Τυρβώδης ροή

2.9.5.2 Θερμικές απώλειες

Η διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού στις κτιριακές εγκαταστάσεις γίνεται βάσει των κλιματολογικών δεδομένων της περιοχής εγκατάστασης και των θερμικών χαρακτηριστικών των επιλεγμένων υλικών/δομών.

Μία πολύ σημαντική παράμετρος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Οι τιμές του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_t για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία (τοιχών, ορόφων, δαπέδων) του κτιρίου που αποτελούνται από ομοιογενείς στρώσεις υλικών και διαχωρίζουν το εξωτερικό από το εσωτερικό περιβάλλον, δίνονται από τη σχέση (ΟΘΚ, 2010):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [W/m^2K]$$

όπου

α_i : η εσωτερική επιφανειακή αντίσταση ανάμεσα στο εσωτερικό περιβάλλον και στην εσωτερική επιφάνεια του στοιχείου W/m^2K

α_e : η εξωτερική επιφανειακή αντίσταση ανάμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον και στην εξωτερική επιφάνεια του στοιχείου W/m^2K

d_i : πάχος θερμομόνωσης [m]

λ_i : θερμική αγωγιμότητα υλικού $[W/m/K]$

και d_1, d_2, \dots, d_n τα πάχη (σε m) των στρώσεων των υλικών και $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας σε (kcal/mK)

Σαν μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ορίζεται (ΟΘΚ, 2010):

$$k_m = \frac{k_{εξ} * F_{εξ} + k_{Av} * F_{Av} + k_{Op} * F_{Op} + k_{Δαπ} * F_{Δαπ} + k_{pil} * F_{pil}}{F}$$

όπου $k_{εξ}$, k_{Av} , $k_{Δαπ}$, k_{pil} είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχούν στις επιφάνειες εξωτερικών τοιχωμάτων, παραθύρων, ορόφων, δαπέδων και πιλοτής. Το άθροισμα τους συνιστά τη συνολική επιφάνεια F .

Ο συντελεστής k_m δεν υπερβαίνει την τιμή που αντιστοιχεί στον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κανονισμού θερμομόνωσης για την εκάστοτε γεωγραφική ζώνη (Α,Β,Γ ή Δ) του κτιρίου, και για την τιμή του λόγου F/V (επιφάνειας προς όγκο).

Θερμικές απώλειες μπορούν να προκύψουν από διάφορες αιτίες. Τα εξωτερικά κουφώματα είναι τα στοιχεία του κτιρίου που το βοηθούν να επικοινωνεί με το περιβάλλον, ώστε να ρυθμίζονται οι

εσωτερικές συνθήκες άνεσης (θερμοκρασία εσωτερικών χώρων, ποιότητα αέρα, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και να υπάρχει και η απαραίτητη οπτική επικοινωνία (ΟΘΚ, 2010).

Παράλληλα, τα κουφώματα είναι σημαντικά στοιχεία που προσδίδουν στην αισθητική και -ενίοτε- διαμορφώνουν σημαντικά την μορφή του κτιρίου. Είναι αυτονόητο ότι τα κουφώματα επηρεάζουν σημαντικά και ενδέχεται να καθορίσουν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου.

Κουφώματα με μεγάλες επιφάνειες και χωρίς ιδιαίτερες θερμομονωτικές ιδιότητες δημιουργούν «μεγάλες τρύπες» από τις οποίες αποδίδεται στο ψυχρότερο περιβάλλον -τον χειμώνα- η θερμότητα του εσωτερικού του κτιρίου. Αντίστροφα, το καλοκαίρι είτε η ζέστη του περιβάλλοντος εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου, είτε η ψύξη από τα κλιματιστικά αποδίδεται στο περιβάλλον.

Η χρήση των συρόμενων παραθύρων, έχει καθιερωθεί πλέον τόσο στις οικίες όσο και στους επαγγελματικούς χώρους. Η τάση εφαρμογής μεγάλων ανοιγμάτων όμως, επιφέρει αύξηση θερμικών απωλειών του χώρου, από το τζάμι αλλά και από το πλαίσιο, καθώς και προβλήματα στεγανότητας. Κλασικό παράδειγμα ελλιπούς μόνωσης είναι η εμφάνιση υδρατμών στο πλαίσιο των συρομένων, η εμφάνιση θερμογεφυρών και η αίσθηση του κρύου ή ζεστού περιβάλλοντος κοντά στα κουφώματα.

Ανάδειξη του προβλήματος των θερμογεφυρών αλλά και των σημαντικών απωλειών από το πλαίσιο του κουφώματος καταγράφονται στην όψη του κτιρίου αλλά και στην εσωτερική πλευρά τους. Οι θερμογέφυρες σχηματίζονται σε ενώσεις δομικών στοιχείων, όπου η μόνωση τοπικά είναι ασθενέστερη από την απαιτούμενη. Συνέπειες της εμφάνισης των θερμογεφυρών μπορούν να καταγραφούν ως (ΟΘΚ, 2010):

- η τοπικά αυξημένη ανταλλαγή ποσών θερμότητας ,
- η επιφανειακή ρηγμάτωση λόγω των συστολοδιαστολών
- η τοπική συμπύκνωση υδρατμών και προοδευτικά εμφάνιση μούχλας.

Με την μέθοδο της θερμογράφησης μπορούμε να ελέγξουμε την συμπεριφορά των κουφωμάτων και να επέμβουμε όπου αυτό κριθεί απαραίτητο για την βελτίωση της απόδοσης τους. Η τοποθέτηση πλαισίων-κουφωμάτων αλουμινίου με θερμομονωτικές ικανότητες (Θερμοδιακοπτόμενα, με χρήση πολυαμιδίου μέσα στο προφίλ του πλαισίου), μας δίνει οριστική λύση στην αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων

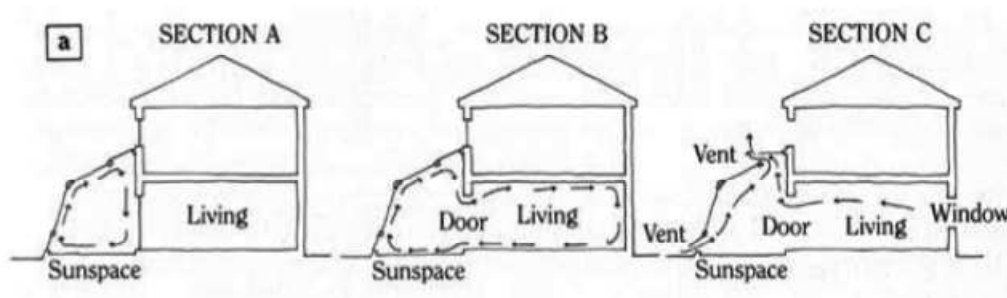
Οι υψηλές θερμοκρασίες από την ατμόσφαιρα και την λειτουργία των κλιματιστικών, εισέρχονται στα αμόνωτα κελύφη των πολυκατοικιών και δημιουργούν τις γνωστές σε όλους αποπνικτικές συνθήκες. Η θερμότητα εισχωρεί στο εσωτερικό του κτιρίου, σε διαφορετικό χρόνο ανάλογα με το υλικό και το πάχος πού έχουν κατασκευασθεί οι εξωτερικοί τοίχοι (ΟΘΚ, 2010).

Το βράδυ, που η εξωτερική θερμοκρασία είναι μικρότερη από την εσωτερική, τα ζεστά κτίρια αποδίδουν στο περιβάλλον την περίσσεια θερμότητα, για να υπάρξει ισορροπία.

Με την θερμομόνωση του κελύφους, αποφεύγουμε όλη αυτή την καταπόνηση που υφίσταται ο ανθρώπινος οργανισμός με τις υψηλές θερμοκρασίες και προστατεύουμε και το κέλυφος του σπιτιού μας από τις συνεχείς συστολοδιαστολές και την έκθεση σε εναλλασσόμενα φυσικά φαινόμενα. Η σωστή θερμομόνωση του κελύφους, ξεκινά από την θερμογράφιση των εξωτερικών όψεων.

2.9.6 Ηλιακοί χώροι

Το πιο συνηθισμένο σχέδιο παθητικού ηλιακού σπιτιού, περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους ηλιακούς χώρους, οι οποίοι αποτελούν αυτόνομο χώρο σε μια κατοικία (κλειστοί ως προς το υπόλοιπο σπίτι) και μπορεί να διαθέτουν παράθυρα, πόρτες και άλλα ανοίγματα. Οι ηλιακοί χώροι μπορούν να συμπεριληφθούν στο σχεδιασμό μιας νέας κατοικίας ή να προστεθούν στον υπάρχοντα σχεδιασμό. Ο ηλιακός χώρος δεν πρέπει να συγχέεται με τα θερμοκήπια, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να αναπτυχθούν φυτά (Tombazis, 2002). Οι ηλιακοί χώροι εξυπηρετούν τρεις κύριες λειτουργίες - παρέχουν βοηθητική θέρμανση, ηλιόλουστο χώρο για τη καλλιέργεια φυτών, και έναν ευχάριστο χώρο ξεκούρασης. Ανάλογα με την επιθυμητή λειτουργία, ο σχεδιασμός του ηλιακού χώρου γίνεται διαφορετικά, ενώ αν είναι επιθυμητό να γίνονται και οι τρεις λειτουργίες, θα πρέπει να γίνουν συμβιβασμοί όσον αφορά την απόδοση και τον σχεδιασμό (Shaviv, 1999).



Εικόνα 2-4 Διαμόρφωση ηλιακών χώρων σε μονοκατοικία (Vilnius, 2014)

Στην Εικόνα 2-4 παρουσιάζονται διάφορες διαμορφώσεις ηλιακού χώρου σε μία μονοκατοικία. Ο απομονωμένος ηλιακός χώρος αποθηκεύει τη θερμότητα το χειμώνα για χρήση το απόγευμα και τις νυχτερινές ώρες. Η ανοιχτή πόρτα, εάν ο ηλιακός χώρος δεν είναι απομονωμένος, μπορεί βοηθήσει στη θέρμανση του κάτω ορόφου τους χειμερινούς μήνες (Shaviv, 1992). Το καλοκαίρι, η ροή του

αέρα από τα βορεινά παράθυρα προς τον ηλιακό χώρο (που διαθέτει ανεμιστήρα εξαγωγής του αέρα) λειτουργεί σαν σύστημα ψύξης του κάτω ορόφου.

Ένας θερμικός τοίχος στην πίσω πλευρά του ηλιακού χώρου, που εφάπτεται με τους χρησιμοποιούμενους χώρους του σπιτιού, λειτουργεί σαν θερμική μάζα έμμεσου κέρδους. Ένα σωστά σχεδιασμένο σκίαστρο, μπορεί να απορρίπτει τις ηλιακές ακτίνες όταν δεν χρειάζονται. Για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες τη νύχτα και να ενισχυθεί η θερμική άνεση, μπορεί να χρειαστεί η προσθήκη κινητής μόνωσης στα ανοίγματα (Tombazis, 2002).

2.9.7 Αεροστεγανότητα

Η διείσδυση αέρα και υγρασίας πρέπει να εξετάζονται κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου (Toledo, 2005). Η αποφυγή της διείσδυσης του αέρα μπορεί να μειώσει το ενεργειακό κόστος δραστικά, μειώνοντας παράλληλα την πρόσβαση σε υπέρμετρη υγρασία (Gratia, 2003).

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς λειτουργεί η ανταλλαγή αέρα, καθώς επίσης και η είσοδος της υγρασίας, προκειμένου να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα. Η διείσδυση αέρα γίνεται μέσω των ελαττωματικών κατασκευών στα ανοίγματα του κτιρίου που συνδέουν τον εσωτερικό με τον εξωτερικό χώρο. Τα επίπεδα υγρασίας σε ένα δωμάτιο μπορεί να αυξηθούν ακόμη και με την αναπνοή ή το μαγείρεμα, καθώς και μέσω γεφυρών θερμότητας μέσω των παραθύρων ή απλά λόγω της κακής κατασκευής της οροφής (John, 2004).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις αναλογίες ανοιγμάτων-δαπέδου και ανοιγμάτων-τοίχων, η θέση των συσκευών θέρμανσης σε ένα δωμάτιο, ή ακόμα και η τοποθέτηση βλάστησης στη σωστή θέση, μπορεί να μειώσει το κόστος θέρμανσης του κτιρίου. Υπάρχουν επίσης ορισμένα δομικά υλικά που βοηθούν τη διατήρηση των κατάλληλων επιπέδων υγρασίας (Gratia, 2003).

Η διείσδυση αέρα είναι η ανταλλαγή του αέρα μέσα από τις ρωγμές και τα κενά στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Η διείσδυση αυξάνει το κόστος θέρμανσης και ψύξης και μειώνει την άνεση για τους ανθρώπους που ζουν εντός του κτιρίου. Πλατιά παράθυρα και πόρτες, ρωγμές μεταξύ του σπιτιού και των θεμελίων, καθώς και τα κενά γύρω από υδραυλικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, είναι τυπικές πηγές διαρροών αέρα (Shavin, 1999).

Οι διαρροές αέρα γίνονται συνήθως μέσα από τα πατώματα, τους τοίχους και την οροφή, καθώς μπορεί να υπάρχουν ορισμένα κενά που έγιναν από παράλειψη κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Επίσης η διαρροή αέρα μπορεί να γίνει και μέσω των ηλεκτρικών πριζών (Gratia, 2003). Ο εσωτερικός αέρας διαρρέει και μέσα από τα τζάκια, δεδομένου ότι έχει άμεση πρόσβαση στον

εξωτερικό αέρα. Κενά μεταξύ των παραθύρων, καθώς και μεταξύ των θυρών μπορεί να ενισχύουν τη διείσδυση του αέρα.

Η μείωση της διείσδυσης του αέρα είναι συχνά το πρώτο σημείο δράσης του σχεδίου αφού έχει ολοκληρωθεί η ενεργειακή επιθεώρηση. Η κάλυψη των ρωγμών, η σφράγιση ενός αχρησιμοποίητου τζακιού, αποτελούν βελτιώσεις χαμηλού κόστους, που μπορεί να μειώσουν τη διείσδυση αέρα. Η κάλυψη των ρωγμών θα πρέπει να γίνεται με προσοχή για να εξασφαλιστεί ότι η λειτουργία ενός δομικού στοιχείου, δεν έχει υποστεί προβλήματα (Gratia, 2003). Για παράδειγμα, η κάλυψη ρωγμών εφαρμόζεται στο κενό μεταξύ των πλαισίων των παραθύρων και του εξωτερικού τοιχώματος αν χρειάζεται. Η λανθασμένη τοποθέτηση παραθύρων και θυρών έχει μεγάλη συμβολή στην ενίσχυση των ενεργειακών φορτίων θέρμανσης και ψύξης (Foxell, 2003).

Η κίνηση του αέρα δεν μπορεί να εξαλειφθεί στο σύνολο της, ακόμη και μετά την υλοποίηση των διορθωτικών ενεργειών που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η κίνηση του αέρα δεν αποτελεί απαραίτητα ένδειξη κακής ενεργειακής απόδοσης, αλλά μπορεί να είναι ένας παράγοντας άνεσης των κατοίκων. Σε θερμότερα κλίματα, η κίνηση του αέρα μπορεί να προσφέρει δροσισμό, και σε ψυχρότερα κλίματα μπορεί να προκαλεί ψύχος. Οι συνέπειες της διείσδυσης του αέρα είναι η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας, η αδυναμία παροχής επαρκούς θέρμανσης (ή ψύξης) και η δραστικά μειωμένη απόδοση από τις συσκευές ανάκτησης θερμότητας (Toledo, 2005).

2.9.8 Απόδοση του παθητικού ηλιακού σχεδιασμού

Η παθητική ηλιακή ενέργεια δεν είναι μια νέα ανακάλυψη. Περίπου το 15% της θέρμανσης χώρων σε ένα συνηθισμένο σπίτι προέρχεται από την μεταφορά ηλιακής ενέργειας μέσα από τοίχους και παράθυρα. Ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός προσπαθεί να βελτιστοποιήσει την ποσότητα ενέργειας που μπορεί να προέρχεται απευθείας από τον ήλιο, με τον προσεκτικό σχεδιασμό των κτιρίων για τη συλλογή της ηλιακής θερμότητας, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για θέρμανση με συμβατικά καύσιμα. Ομοίως προσεκτική εξέταση των δομικών υλικών και υφασμάτων μπορεί να βοηθήσει στη περαιτέρω μείωση της ανάγκης για θέρμανση χώρων, αερισμό και τεχνητό φωτισμό (Ag, 2005).

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι ότι δεν έχουν κινούμενα μέρη. Μπορούν να λειτουργούν εύκολα και αθόρυβα, χωρίς μηχανικές ή ηλεκτρικές απώλειες. Οι περισσότεροι τύποι σχεδιασμών μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση τυποποιημένων δομικών υλικών και τις βασικές διαδικασίες κατασκευής. Η μείωση στη ζήτηση θερμικών φορτίων φτάνει μέχρι και το 40% σε ετήσια βάση, ενώ παράλληλα βελτιώνεται η άνεση των χώρων διαβίωσης.

Απλές τεχνικές μπορούν να έχουν τεράστια θετική επίπτωση στην άνεση και την κατανάλωση ενέργειας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο στόχος της ΕΕ είναι να θέσει το πλαίσιο χαμηλών εκπομπών άνθρακα στο μυαλό και στη νοοτροπία των μελλοντικών γενεών (Caruana et al., 2011). Παρά το γεγονός ότι μέρος της εξοικονόμησης ενέργειας θα προέλθει από νεόκτιστα κτίρια, η εκ των υστέρων τοποθέτηση διατάξεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια αποτελεί έναν από τους πιο αποτελεσματικούς οικονομικά τρόπους (Bull et al., 2014).

Οι παρεμβάσεις με στόχο την ενεργειακή απόδοση είναι ένα σημαντικό μέρος της συνολικής μετασκευής ενός κτιρίου. Είναι στην πραγματικότητα μια διαδικασία που συνδυάζει μια σειρά από μεταβλητές και στόχους που μερικές φορές είναι αντικρουόμενοι. Οι Asadi et.al (2014) αναφέρουν ότι, αν και υπάρχουν διάφορες διαθέσιμες τεχνολογίες μετασκευής ο προσδιορισμός του ιδανικού συνόλου ενεργειών αποτελεί σημαντική τεχνολογική και μεθοδολογική πρόκληση.

Για την ενίσχυση των διαδικασιών αυτών, πολλές χώρες έχουν εισαγάγει οδηγούς, νομοθεσία και προγράμματα. Στις ΗΠΑ, τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης (EPA, 2011b) είναι μέρος των οδηγιών της κυβέρνησης για την εφαρμογή των προγραμμάτων ανάπτυξης με στόχο τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτός ο οδηγός περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι τοπικές κυβερνήσεις μπορούν να συνεργαστούν με τις τοπικές κοινωνίες, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση του κόστους της ενέργειας στα δημόσια κτίρια δημιουργώντας μια σειρά από περιβαλλοντικά, οικονομικά και εκπαιδευτικά οφέλη.

Στην Ιταλία, οι Zinzi et al. (2014) παρουσίασαν την μετασκευή του κτιρίου Cesena και απέδειξαν τεχνοοικονομικά την βιωσιμότητα της (Ag, 2005). Έμφαση δόθηκε στην ενεργειακή βελτιστοποίηση της θέρμανσης χώρου και αερισμού. Οι τοπικές και εθνικές κανονιστικές ρυθμίσεις διαδραματίζουν βασικό ρόλο στο σύστημα μοντελοποίησης. Έμφαση δόθηκε ειδικά στην αναβάθμιση της μόνωσης των κτιρίων και την αεροστεγανότητα, καθώς και την αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης. Τα σημαντικότερα προτεινόμενα μέτρα είναι η μόνωση του περιβλήματος του κτιρίου, η αποδοτικότητα του συστήματος θέρμανσης και η αεροστεγανότητα. Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι μπορεί να υπάρξει 42% εξοικονόμηση ενέργειας από την εφαρμογή των μέτρων μετασκευής (Ag, 2005).

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι ένας επαρκής σχεδιασμός, που ενσωματώνει τα πέντε συστατικά του βιοκλιματικού σχεδιασμού, μπορεί να μειώσει δραστικά τις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου, διευκολύνοντας έτσι την κάλυψη των μειωμένων αναγκών με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία δημιουργίας ενός βιοκλιματικού κτιρίου με στόχο την διερεύνηση των τεχνικών σχεδιασμού βιοκλιματικών κτιρίων και της ενεργειακής απόδοσης αυτών. Το βιοκλιματικό κτίριο που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής είναι μικρού μεγέθους (44 m²), και μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα σαν εξοχική κατοικία, αλλά υπάρχει η δυνατότητα με την προσθήκη όμοιων όγκων με τη χρήση πέργκολας ή ημιυπαίθριων χώρων και την παράλληλη επεξεργασία των κατόψεων για τη δημιουργία μίας κατοικίας 88 m² ή 132 m². Η κάτοψη αποτελείται από έναν ενιαίο χώρο που φιλοξενεί την κουζίνα, το σαλόνι και το υπνοδωμάτιο, ενώ σε απομονωμένο χώρο βρίσκεται το WC. Η κατοικία με την κατάλληλη μορφολογική επεξεργασία, ακολουθώντας τους όρους δόμησης και τους μορφολογικούς κανόνες της περιοχής, μπορεί να κατασκευαστεί σε ορεινή ή νησιωτική περιοχή. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν βασικό στοιχείο για τη δημιουργία μικρών τουριστικών εγκαταστάσεων. Προτάσεις αρχιτεκτονικών λύσεων και δημιουργίας διαφορετικών τύπων κατοικιών εμφανίζονται στο Παράρτημα Α.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

3.2.1 Υλικά κατασκευής

Η δομή αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα και η τοιχοποιία από τούβλα, με θερμομόνωση από πλάκες ξυλόμαλλου, που κατασκευάζεται από ίνες ξύλου με συνδετικό υλικό τσιμέντο. Το μονωτικό υλικό από φλούδα ξύλου δεν είναι τοξικό και κοστίζει λιγότερο από την πολυστερίνη που χρησιμοποιείται στις συμβατικές κατοικίες, παρέχει επίσης ηχοαπορρόφηση, πυροπροστασία και βιοκλιματική διαχείριση υγρασίας λόγω της διαπνοής στον εσωτερικό χώρο. Στα κουφώματα και στους αρμούς χρησιμοποιούνται μονώσεις φυτικών ινών (γούτα, κάνναβη, σιζάλ), που έχουν τη μορφή φυτικού μαλλιού (oikopress.gr).

Η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας, των δοκών και των υποστυλωμάτων ακολουθεί τις οδηγίες ενεργειακής απόδοσης κατά KENAK (TOTEE, 2010). Συγκεκριμένα, στην εξωτερική τοιχοποιία, καθώς και στις δοκούς και τα υποστυλώματα η τοποθέτηση της θερμομόνωσης γίνεται

στην εξωτερική επιφάνεια. Οι θερμογέφυρες, ειδικά στα σημεία που ενώνονται οι εσωτερικοί τοίχοι του WC με την εξωτερική τοιχοποιία, μονώνονται κατάλληλα (ΟΘΚ, 2010).

Τα υλικά των ανοιγμάτων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται χαμηλός θερμικός συντελεστής (U-value). Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διπλών ενεργειακών υαλοπινάκων επιλέγεται ως 0,11 W/mK, που αφορά σε διπλό υαλοπίνακα με αποστάτη αλουμινίου, με επίστρωση χαμηλής εκπομπής με πλήρωση αέρα (praktikal.gr).

Η οροφή αποτελεί σημαντικό παράγοντα θερμικών απωλειών και γι' αυτό το λόγο επιλέγεται κατάλληλη μόνωση. Είναι επίπεδη και το δομικό υλικό είναι οπλισμένο σκυρόδεμα. Η μόνωση γίνεται με θερμομονωτικό υλικό από πλάκες ξυλόμαλλου και τοποθετείται και υγρομόνωση. Οι κατασκευαστικές εργασίες θα πρέπει να μην αφήσουν ρωγμές στο θερμομονωτικό κέλυφος του κτιρίου, ώστε να διασφαλίζεται η αεροστεγανότητα.

3.2.2 Προσανατολισμός

Η δομή είναι τετράγωνη διαστάσεων 6,6 m x 6,6 m. Επομένως δεν υπάρχει επιμήκης άξονας ώστε να τοποθετηθεί στην κατεύθυνση ανατολής-δύσης. Επιλέγεται όμως η τοποθέτηση των μεγαλύτερων ανοιγμάτων στην νότια όψη της κατοικίας. Με τον τρόπο αυτό η διαθέσιμη επιφάνεια για τοποθέτηση ανοιγμάτων με νότιο προσανατολισμό, ενισχύεται και δίνει τη δυνατότητα συλλογής ηλιακής ενέργειας τον χειμώνα. Η τοποθέτηση ενός σκιάστρου στα ανοίγματα της νότιας πλευράς, αποτρέπει την είσοδο υπερβολικής ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι. Η κατοικία προορίζεται για χρήση στην Ελλάδα, όπου το κλίμα είναι ζεστό και ξηρό, οπότε το σκίαστρο δεν χρειάζεται να έχει μεγάλο πλάτος. Το σκίαστρο υπολογίζεται στην συνέχεια.

3.2.3 Ανοίγματα

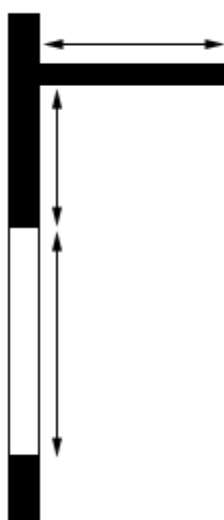
Η πλευρά του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, αποτελεί την κατάλληλη επιφάνεια για την τοποθέτηση των ανοιγμάτων. Ειδική μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί, ώστε η νότια πλευρά που φέρει τα μεγαλύτερα ανοίγματα να μην σκιάζεται από γειτονικές δομές και βλάστηση από τις 9 το πρωί μέχρι τις 15:00 κάθε μέρα.

Θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν εμπόδια στην νότια πλευρά του κτιρίου και εφόσον η τοιχοποιία είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο, η επιφάνεια των ανοιγμάτων δεν πρέπει να ξεπερνά το 10-15% σε σχέση με την συνολική επιφάνεια του δαπέδου (Vilnius, 2014). Επομένως, τα ανοίγματα θα

έχουν συνολική επιφάνεια μέχρι $0,10 \cdot 44 = 4,40$ τμ. Μπορούν έτσι να τοποθετηθούν ένα άνοιγμα με πλάτος 1,50 m και ύψος 2,40 m και ένα άλλο με πλάτος 0,50 m και ύψος 1,40 m.

3.2.4 Σκίαστρα

Πάνω από κάθε άνοιγμα τοποθετείται σκίαστρο, το οποίο έχει μήκος όσο το πλάτος του ανοίγματος (δηλαδή 1,50 m και 0,50 m αντίστοιχα) και πλάτος, προεξοχή δηλαδή από την επιφάνεια του εξωτερικού τοίχου, που υπολογίζεται με συγκεκριμένη μεθοδολογία (usc.edu).



Εικόνα 3-1 Υπολογισμός πλάτους σκιάστρου παραθύρων (usc.edu)

Ο πρώτος βασικός παράγοντας που πρέπει να υπολογιστεί είναι το πλάτος των κάθετων σκιάστρων. Ο δεύτερος βασικός παράγοντας που πρέπει να υπολογιστεί είναι το ύψος του σκιάστρου. Ο υπολογισμός των σκιάστρων έγινε με το εργαλείο Overhang Annual Analysis (susdesign.com).

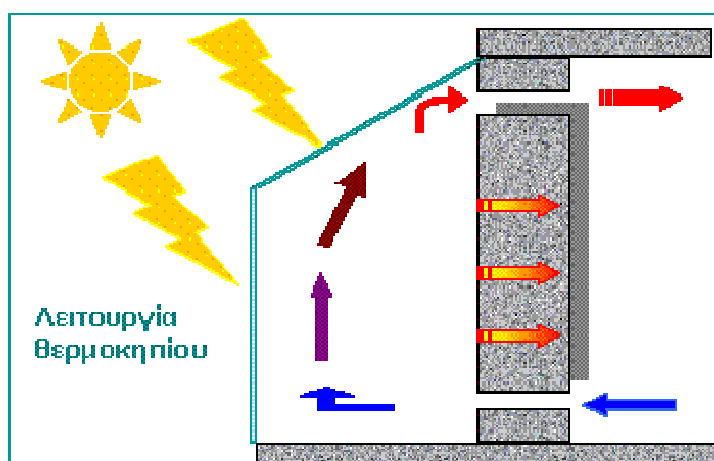
Οι βασικές εισοδοί του εργαλείου είναι η κλίση του σκιάστρου, ο προσανατολισμός και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής εγκατάστασης. Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι για το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας (37,9667 N) ένα σκίαστρο με πλάτος 0,6 m, τοποθετημένο σε ύψος 0,2 m πάνω από το κάθε άνοιγμα, θα σκιάζει το παράθυρο κατά 54-64% από τις 9:00 το πρωί μέχρι τις 15:00 το μεσημέρι, κατά τους μήνες Απρίλιο έως Αύγουστο. Κατά τον σχεδιασμό, στόχος είναι να έχουμε τη μικρότερη δυνατή σκίαση τους χειμερινούς μήνες (<15%).

3.2.5 Ηλιακός χώρος

Στη νότια πλευρά, προτείνεται η δημιουργία ηλιακού χώρου διαστάσεων 3 m σε μήκος και 3 m σε ύψος. Ο σχεδιασμός του ηλιακού χώρου προτείνεται να γίνει με κεκλιμένη επιφάνεια όπως φαίνεται στην Εικόνα 3-2. Η κλίση της επιφάνειας του γυαλιού θα είναι τέτοια ώστε η επιφάνεια να είναι κάθετη στις ακτίνες του ήλιου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο (υπολογίζεται ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης), ώστε να γίνεται μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας τον χειμώνα, όπου η ανάγκες για θέρμανση είναι μέγιστες. Οι υαλοπίνακες στον ηλιακό χώρο θα είναι διπλοί, πολύ χαμηλής ανακλαστικότητας.

Ο ηλιακός χώρος στις καιρικές συνθήκες της Ελλάδας θα πρέπει να προσδίδει άμεσα τα ηλιακά κέρδη στο κτίριο την ημέρα (ΚΑΠΕ, 2015), οπότε θα πρέπει να τοποθετηθεί μπροστά από ανοίγματα. Προτείνεται η τοποθέτηση του ηλιακού χώρου μπροστά από το ένα άνοιγμα της νότιας πλευράς. Τη νύχτα τα ανοίγματα θα πρέπει να κλείνουν και ο ηλιακός χώρος να μένει απομονωμένος. Κατά τη θερινή περίοδο υπάρχει η πιθανότητα υπερθέρμανσης, αν δεν τοποθετούνται εξωτερικά κινητά σκίαστρα. Στην Ελλάδα η κεκλιμένη πλευρά του ηλιακού χώρου θα πρέπει να είναι αδιαφανής δομικά ή να σκιάζεται απόλυτα τους θερινούς μήνες. Ο αερισμός του ηλιακού χώρου είναι απαραίτητος στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, οπότε θα πρέπει να τοποθετηθούν ανοίγματα στις γυάλινες επιφάνειες.

Υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας από τον ηλιακό χώρο θα φτάνει το 13-30% (ΚΑΠΕ, 2015).



Εικόνα 3-2 Σχεδιασμός ηλιακού χώρου (ΚΑΠΕ, 2015)

3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η κατοικία προορίζεται ως εξοχική ή τουριστική και ως εκ τούτου μπορεί να εγκατασταθεί οπουδήποτε στην ύπαιθρο, ακόμα και πολύ μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο. Στην ηλεκτρική μελέτη λοιπόν, αντιμετωπίζεται ως αυτόνομη κατοικία, όπου οι ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα θα πρέπει να καλύπτονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η κατανάλωση σε ηλεκτρική ενέργεια περιορίζεται, όπως φαίνεται στον πίνακα 3-1, στις απαραίτητες ηλεκτρικές συσκευές και σε μια αντλία νερού για τις ανάγκες της οικιακής χρήσης σε νερό. Μερικές από τις συσκευές είναι δυνατό να είναι συνεχούς ρεύματος γιατί καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια. Οι διάφορες ανάγκες σε θερμότητα (μαγείρεμα, θέρμανση χώρων, θέρμανση νερού) αναλύονται στην παράγραφο 3.4. Ο υπολογισμός γίνεται με βάση τη μεθοδολογία του (IRENA, 2012).

3.3.1 Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κατοικίας

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης της κατοικίας υπολογίζουμε την ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση κάθε φορτίου (ισχύς επί ώρες λειτουργίας) και αθροίζουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις όλων των φορτίων, ώστε να προκύψει η συνολική ενεργειακή κατανάλωση της κατοικίας. Αυτός ο υπολογισμός γίνεται ξεχωριστά για τον χειμώνα και το καλοκαίρι, αφού δίνονται διαφορετικές τιμές ωρών λειτουργίας του φορτίου. Προκύπτει ότι τον χειμώνα η ενεργειακή κατανάλωση είναι 8,60 kWh και το καλοκαίρι είναι 8,35 kWh (Πίνακας 3-1).

Πίνακας 3-1 Υπολογισμός απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ηλεκτρική συσκευή	Ισχύς (W)	Τάση DC (V)	Ώρες λειτουργίας (h)		Ενεργειακή Κατανάλωση (Wh)	
			Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Λαμπτήρες οικονομίας (10)	200	48	3	9	600	1800
Ηλ. κουζίνα	2000	48	1	1	2000	2000
Ψυγείο	250	48	12	8	3000	2000
Έγχρωμη τηλεόραση	200	48	4	7	800	1400
Πλυντήριο ρούχων	1100	48	1,5	1	1650	1100
Η/Υ, εξοπλ. γραφείου	150	48	2	2	300	300
Ενεργειακή κατανάλωση οικίας (Wh)					8350	8600
Ενεργειακή κατανάλωση οικίας (kWh)					8,35	8.60

Ο υπολογισμός της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και της συστοιχίας μπαταριών θα πρέπει να γίνεται με την ίδια μεθοδολογία, ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης της κατοικίας.

3.3.2 Υπολογισμός απαιτούμενου μεγέθους Φ/Β γεννήτριας

Στη συνέχεια λαμβάνουμε τα δεδομένα από τον πίνακα του TOTEE (2010) σχετικά με την μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή των Αθηνών. Από την μηνιαία ακτινοβολία σε kWh/m² υπολογίζουμε την ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία για κάθε μήνα του χρόνου. Στον πίνακα 3-2, με κόκκινο έχουν επισημανθεί οι χειμερινοί μήνες και με πράσινο χρώμα οι καλοκαιρινοί μήνες.

Πίνακας 3-2 Υπολογισμός απαιτούμενου μεγέθους Φ/Β συστήματος

Μήνας	Μηνιαία Ηλ. Ακτινοβολία στην Αθήνα (kWh/m ²)	Ημερήσια Ηλ. Ακτινοβολία στην Αθήνα (kWh/m ² /day)	Απαιτούμενο μέγεθος Φ/Β συστήματος (kW)
1	58	1,87	4,65
2	74	2,39	3,64
3	110	3,55	
4	147	4,74	
5	190	6,13	
6	204	6,58	1,61
7	219	7,06	1,49
8	202	6,52	1,63
9	149	4,81	
10	104	3,35	
11	70	2,26	
12	54	1,74	5,00

Εφόσον μόνο γι' αυτές τις περιόδους γνωρίζουμε την κατανάλωση της οικίας, υπολογίζουμε το απαιτούμενο μέγεθος του Φ/Β συστήματος για κάθε μήνα ως εξής:

Μέγεθος Φ/Β συστήματος (kW) = Κατανάλωση οικίας (kWh)/(απόδοση συστήματος * Ηλιακή ακτινοβολία) (kWh/m²/day)

Η απόδοση του συστήματος προκύπτει από τα δεδομένα του πίνακα 3-3 και του πίνακα 3-4.

Πίνακας 3-3 Ονομαστικά στοιχεία μπαταριών

Στοιχεία μπαταριών	
Ονομαστική Τάση (V)	12
Ονομαστική χωρητικότητα (Ah)	350
Μέγιστος βαθμός εκφόρτισης (%)	70
Απόδοση (%)	77
Ημέρες αυτονομίας	4

Πίνακας 3-4 Στοιχεία αντιστροφέα

Στοιχεία αντιστροφέα	
Απόδοση (%)	92
Τάση εισόδου (V)	500
Τάση εξόδου (V)	48

Εφόσον η απόδοση του αντιστροφέα είναι 0,92 και η απόδοση των μπαταριών είναι 0,77, η συνολική απόδοση είναι $0,92 \cdot 0,77 = 0,7084$

Η μεγαλύτερη ισχύς απαιτείται τον μήνα Δεκέμβριο, κάτι που είναι λογικό καθώς τότε έχουμε την χαμηλότερη ισχύ ηλιακής ακτινοβολίας. Με βάση αυτή την τιμή θα σχεδιάσουμε το αυτόνομο Φ/Β σύστημα.

Πίνακας 3-5 Στοιχεία Φ/Β πλαισίων

Στοιχεία Φ/Β πλαισίων	
Ισχύς πλαισίου (W)	200
Τάση πλαισίου (V)	20
Τάση στοιχειοσειράς (V)	500
Φ/Β πλαίσια ανά στοιχειοσειρά	25

Θεωρούμε ότι κάθε Φ/Β πλαίσιο έχει ισχύ 200W. Για να αποδώσει το Φ/Β σύστημα 5,00 kW χρειάζονται $5,00 \text{ kW} / 0,2 \text{ kW} = 25$ πλαίσια.

Κάθε πλαίσιο έχει ονομαστική τάση 20V και ο αντιστροφέας δέχεται σε κάθε στοιχειοσειρά 500V. Επομένως κάθε στοιχειοσειρά μπορεί να έχει 25 πλαίσια. Επομένως το μέγεθος της Φ/Β γεννήτριας, που αποτελείται από 25 πλαίσια των 200W, συνδεδεμένα σε σειρά, είναι $25 \cdot 0,2\text{kW} = 5\text{kW}$.

3.3.3 Υπολογισμός ισχύος αντιστροφέα

Η ονομαστική ισχύς του αντιστροφέα που δέχεται 5kW Φ/Β στην είσοδο του και έχει απόδοση 92% είναι $5/0,92 = 5,43\text{kW}$.

3.3.4 Υπολογισμός συστοιχίας μπαταριών

Πίνακας 3-6 Στοιχεία συστοιχίας μπαταριών

Ενέργεια ανά μπαταρία (kWh)	4,2
Πραγματική αποδιδόμενη ενέργεια ανά μπαταρία (kWh)	2,2638
Αριθμός μπαταριών	20

Οι ονομαστικές kWh κάθε μπαταρίας υπολογίζονται ως εξής:

Ονομαστικές kWh στοιχείου μπαταρίας = Ονομαστική τάση (V) * Ονομαστική χωρητικότητα (Ah)/1000

Προκύπτει ότι οι ονομαστικές kWh στοιχείου μπαταρίας είναι 4,2kWh

Η πραγματική απόδοση κάθε μπαταρίας όμως περιορίζεται από την απόδοση της ηλεκτροχημικής μετατροπής και τον μέγιστο βαθμό εκφόρτισης:

Πραγματική απόδοση kWh = Ονομαστικές kWh στοιχείου μπαταρίας * απόδοση * μέγιστος βαθμός εκφόρτισης.

Προκύπτει ότι η πραγματική απόδοση κάθε στοιχείου μπαταρίας είναι 2.26kWh.

Επομένως απαιτούνται $9,96\text{kWh}/2,26\text{kWh} = 5$ στοιχεία για μία μέρα αυτονομίας. Για τέσσερις μέρες αυτονομίας απαιτούνται $5 \cdot 4 = 20$ στοιχεία μπαταριών.

Επομένως το Φ/Β σύστημα για την αυτόνομη κάλυψη των αναγκών της κατοικίας περιλαμβάνει:

- Φωτοβολταϊκή γεννήτρια ισχύος 5 kW.
- Αντιστροφή αυτόνομων συστημάτων ισχύος 5,43kW.
- 20 μπαταρίες 350Ah/12V.

3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΖΝΧ

Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών έχει αναπτυχθεί βάσει των αρχών που διέπουν την επιστήμη της μετάδοσης θερμότητας, όπως αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2. Οι μέθοδοι υπολογισμού των θερμικών αναγκών αλλάζουν ανάλογα με τη χώρα και τις ιδιαίτερες συνθήκες σε αυτήν. Στην χώρα μας έχει καθιερωθεί ο τρόπος υπολογισμού βάση της γερμανικής μεθόδου υπολογισμού θερμικών αναγκών DIN 4701 (1983).

Οι κύριες παραδοχές για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών της βιοκλιματικής κατοικίας είναι οι εξής:

- Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται για μόνιμη κατάσταση καθώς θεωρείται ότι δεν υπάρχει μεταβολή των μεγεθών σύμφωνα με τον χρόνο.
- Η θερμοκρασία στις επιφάνειες των τοίχων που διαχωρίζουν τους χώρους είναι η ίδια με την θερμοκρασία του χώρου.
- Αποφεύγουμε την τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων μπροστά σε τζάμια κ κουφώματα ώστε να μην γίνεται σπατάλη ενέργειας.
- Οι συνολικές θερμικές απώλειες που θεωρούνται αφορούν απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού.
- Οι απώλειες αερισμού υπολογίζονται με βάση ένα απλοποιημένο μοντέλο καθορισμού των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται από τους αρμούς των ανοιγμάτων αέρα. Ο υπολογισμός γίνεται λαμβάνοντας ως εισόδους τις διαφορές πίεσης (άνεμος, θερμική άνωση) καθώς και τις αντιστάσεις ροής μέσα από τους αρμούς των εσωτερικών και εξωτερικών δομικών στοιχείων του χώρου.

Τα δεδομένα του χώρου είναι τα εξής:

- Περιοχή: Αθήνα
- Κλιματική ζώνη: Β
- Ελάχιστη θερμοκρασία: -10
- Εσωτερική θερμοκρασία χειμώνα: Υπνοδωμάτια, κουζίνες, σαλόνια (22), προθάλαμοι, WC (15)

- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι από τούβλα, το ίδιο και οι εξωτερικοί.
- Υπάρχει θερμομόνωση

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας που λαμβάνονται υπ' όψιν στην μελέτη είναι οι εξής, βάσει των υλικών κατασκευής που περιγράφονται στην παράγραφο 3.2.1 (Zero Carbon Buildings Report, 2011):

Παράθυρα – 0,11 W/mK

Εξωτερική τοιχοποιία – 0,35 W/mK

Εσωτερική τοιχοποιία – 0,54 W/mK

Οροφή – 0,25 W/mK

Δάπεδο – 0,5 W/mK

Το ΤΟΤΕΕ (2010) θέτει ως μέγιστη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας για την εξωτερική τοιχοποιία τα 0,5 W/mK, για την εσωτερική τοιχοποιία τα 1,5 W/mK, για τις οροφές τα 0,45 W/mK και για τα δάπεδα τα 0,9 W/mK. Επομένως ο ως άνω σχεδιασμός είναι συμβατός με τις απαιτήσεις του ΤΟΤΕΕ (2010).

Οι συνολικές θερμικές ανάγκες του χώρου υπολογίζονται ως 1932 kcal/h ή 2,25kW. Εδώ θα πρέπει να συνεκτιμήσουμε και την συμβολή του ηλιακού χώρου, ο οποίος δεν μπορεί να ενταχθεί στη θερμική μελέτη. Ως εκ τούτου, θα λάβουμε μία μέση τιμή από το εύρος εξοικονόμησης που παρουσιάζεται στο (ΚΑΠΕ, 2015). Εάν θεωρήσουμε ότι ο ηλιακός χώρος μειώνει το θερμικό φορτίο κατά 20%, τότε η θερμική ισχύς που απαιτείται είναι της τάξης του 1,8 kW.

Προτείνεται για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση αλλά και ζεστό νερό χρήσης, η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος. Συγκεκριμένα προτείνεται η εγκατάσταση 7 τ.μ. ηλιοθερμικών συλλεκτών με δοχείο αποθήκευσης του ζεστού νερού, όγκου 35 λίτρα (ecoboiler.gr). Η ψύξη του χώρου μπορεί να καλύπτεται με κατάλληλο εξαερισμό (μικρό άνοιγμα στη βόρεια πλευρά της κατοικίας που θα βοηθά στη ροή του θερμού αέρα προς τον ηλιακό χώρο, όπου θα κατευθύνεται έξω από το κτίριο μέσω κατάλληλου ανεμιστήρα).

3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν σχετίζεται τόσο με την επιλογή ακριβών υλικών υψηλής τεχνολογίας, αυτοματισμών και ειδικού εξοπλισμού, όσο με τη μελέτη της δομής σε συνάρτηση με την περιοχή εγκατάστασης και τον σχεδιασμό των ανοιγμάτων, σκιάστρων και ηλιακών χώρων με κατάλληλο τρόπο. Ως εκ τούτου, δεν είναι κατ' ανάγκη πιο ακριβές δομές από τις συμβατικές, όσον αφορά τη δομική πλευρά. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Tzikopoulos et al., 2005) το επιπλέον κόστος για τη δόμηση μιας βιοκλιματικής κατασκευής είναι της τάξης του 3-5% και ποτέ μεγαλύτερο από 10%, σε σύγκριση με μια συμβατική κατοικία. Εάν θεωρήσουμε ότι το μέσο κόστος κατασκευής μιας συμβατικής κατοικίας στην Ελλάδα είναι 1000€/τ.μ. (oiko-domisis.gr), τότε η μέγιστη αύξηση που θα επιφέρει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι 100€/τ.μ..

Στην περίπτωση της προτεινόμενης βιοκλιματικής κατοικίας, θα πρέπει να συνυπολογιστούν τα κόστη του φωτοβολταϊκού συστήματος για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και του ηλιοθερμικού συστήματος για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ΖΝΧ.

Η τιμή ενός ηλιοθερμικού συστήματος με έκταση ηλιακών συλλεκτών 7τ.μ. είναι περίπου 4000€ (ecoboiler.gr). Σχετικά με το φωτοβολταϊκό σύστημα, θα πρέπει να συνυπολογιστεί το κόστος των Φ/Β πλαισίων, του αντιστροφέα και των μπαταριών. Ένα τυπικό κόστος στην ελληνική αγορά εν έτι 2015, είναι οι 3500€/kWp (oleng.eu). Επομένως, το εκτιμώμενο κόστος του αυτόνομου Φ/Β συστήματος θα φτάσει τις 17500€.

Πίνακας 3-7 Υπολογισμός εκτιμώμενου κόστους κατασκευής του προτεινόμενου βιοκλιματικού σπιτιού

Κόστος κατασκευής (€)	48400
Κόστος ηλιοθερμικού συστήματος (€)	4000
Κόστος Φ/Β συστήματος (€)	17500
Συνολικό κόστος (€)	69900

Ο υπολογισμός του συνολικού κόστους εγκατάστασης της βιοκλιματικής κατοικίας παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-7. Επομένως το συνολικό κόστος εγκατάστασης της βιοκλιματικής κατοικίας είναι 70000€. Μία συμβατική κατοικία, ίδιου μεγέθους έχει κόστος εγκατάστασης 1000€/τ.μ. * 44τ.μ. = 44000€.

3.6 ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Στόχος της συγκεκριμένης ανάλυσης είναι να εξετάσουμε όχι μόνο το αρχικό κόστος εγκατάστασης αλλά και το κόστος λειτουργίας της βιοκλιματικής κατοικίας. Κατά τη λειτουργία της, η βιοκλιματική κατοικία επιβαρύνεται μόνο με τα κόστη συντήρησης των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η σύγκριση του κόστους λειτουργίας θα πρέπει να γίνει με μια συμβατική κατοικία, που χρησιμοποιεί ρεύμα από το δημόσιο δίκτυο για την κάλυψη των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών. Λόγω του μεγέθους της κατοικίας, δεν θα μπορούσε να εγκατασταθεί σύστημα λέβητα με πετρέλαιο ή φυσικό αέριο ή άλλες συμβατικές εγκαταστάσεις θέρμανσης.

Η τιμή της κλοβατώρας στην Ελλάδα για ένα τιμολόγιο Γ1, συμπεριλαμβανομένων των τελών, των φόρων και των προσαυξήσεων, φτάνει τα 0,24€ (dikaiologitika.gr, bitcoiix.gr). Το κόστος ενέργειας για παροχή από το δημόσιο δίκτυο παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-8. Το συνολικό ετήσιο κόστος είναι 743€.

Πίνακας 3-8 Υπολογισμός του λειτουργικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για παροχή από ΔΕΗ

	kWh/day	kWh/ εποχή
Καλοκαίρι	8,35	768
Φθινόπωρο	8,48	772
Χειμώνας	8,60	774
Άνοιξη	8,48	780
Συνολική κατανάλωση (kWh)		3094
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (€/kWh)		0,24
Συνολικό ετήσιο κόστος (€)		743

Για τη θέρμανση/ψύξη του χώρου, υπολογίζεται ότι απαιτούνται δύο κλιματιστικές μονάδες των 12000 btu/h έκαστη (helppost.gr). Επιλέγεται η τεχνολογία inverter, ενεργειακής κλάσης A++, με κόστος αγοράς και εγκατάστασης συνολικά 1300€. Σε λειτουργία ψύξης καταναλώνουν 3.5kW και σε λειτουργία θέρμανσης 2.3kW (samsung.gr).

Τα κλιματιστικά θα πρέπει να λειτουργούν τους χειμερινούς μήνες, κατά μέσο όρο 5 ώρες την ημέρα. Τους καλοκαιρινούς μήνες λειτουργούν κατά μέσο όρο 3 ώρες την ημέρα.

Πίνακας 3-9 Υπολογισμός συνολικού κόστους λειτουργίας κλιματιστικών μονάδων

Ηλεκτρική συσκευή	Ισχύς (W) καλοκαίρι	Ισχύς (W) χειμώνας	Ώρες λειτουργίας (h)		Ενεργειακή Κατανάλωση (Wh)	
			Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Κλιματιστικό 1	3500	2300	3	5	10500	11500
Κλιματιστικό 2	3500	2300	3	5	10500	11500
	Ενεργειακή κατανάλωση κλιματιστικών (Wh)				21000	23000
	Ενεργειακή κατανάλωση κλιματιστικών (kWh)				21	23
	Ετήσια κατανάλωση (kWh)				4048	
	Κόστος ΔΕΗ (€/kWh)				0,24	
	Συνολικό κόστος λειτουργία κλιματιστικών (€)				972	

Με την εγκατάσταση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η βιοκλιματική κατοικία εξοικονομεί 1715 € ετησίως. Η μέση ετήσια αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής kWh είναι 5% σύμφωνα με τη Eurostat (2014).

Πίνακας 3-10 Οικονομική ανάλυση εξοικονόμησης κόστους στην βιοκλιματική κατοικία

	Χρηματοροές		
		Μέθοδος NPV	
ΕΤΗ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ
0	25.000,00		
1	0,00	1698.82	1698.82
2	0,00	1682.79	1682.79
3	0,00	1666.92	1666.92
4	0,00	1620.62	1620.62
5	0,00	1575.60	1575.60
6	0,00	1531.83	1531.83
7	0,00	1489.28	1489.28
8	0,00	1447.91	1447.91
9	0,00	1407.69	1407.69
10	0,00	1368.59	1368.59
11	0,00	1330.57	1330.57
12	0,00	1293.61	1293.61
13	0,00	1257.68	1257.68
14	0,00	1222.74	1222.74
15	0,00	1188.78	1188.78
16	0,00	1155.76	1155.76
17	0,00	1123.65	1123.65
18	0,00	1092.44	1092.44
19	0,00	1062.09	1062.09
20	0,00	1032.59	1032.59
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ (€)	27249.98	

Πίνακας 3-11 Υπολογισμός παρούσας αξίας εξοικονόμησης κόστους

			Παρούσα αξία εξοικονόμησης	
Ετήσια αύξηση τιμής kWh		0,05		
Αρχικά έξοδα για ηλεκτρική ενέργεια		1715		
Επιτόκιο αναγωγής		0,06	Προσαρμογή	Παρούσα αξία παγίων εξόδων
Έτος	1	1800.75	1,06	1698.82
	2	1890.79	1.12	1682.79
	3	1985.33	1,19	1666.92
	4	2084.59	1,29	1620.62
	5	2188.82	1,39	1575.60
	6	2298.26	1,50	1531.83
	7	2413.18	1,62	1489.28
	8	2533.84	1,75	1447.91
	9	2660.53	1.89	1407.69
	10	2793.55	2,04	1368.59
	11	2933.23	2,20	1330.57
	12	3079.89	2,38	1293.61
	13	3233.89	2,57	1257.68
	14	3395.58	2,78	1222.74
	15	3565.36	3,00	1188.78
	16	3743.63	3,24	1155.76
	17	3930.81	3,50	1123.65
	18	4127.35	3,78	1092.44
	19	4333.72	4.08	1062.09
	20	4550.41	4.41	1032.59

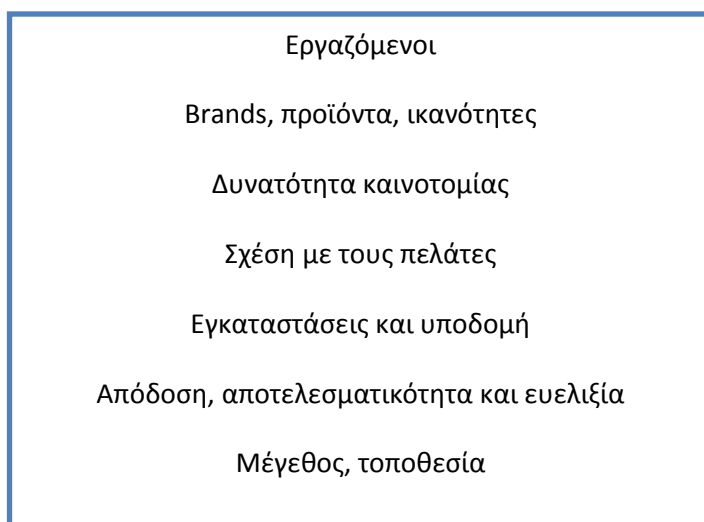
Οι πίνακες 3-10 και 3-11 παρουσιάζουν την οικονομική ανάλυση της βιοκλιματικής κατοικίας, για τον υπολογισμό του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης λόγω εξοικονόμησης κόστους από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα ηλεκτρικά φορτία. Το 18^ο έτος, η βιοκλιματική κατοικία έχει αποσβέσει το επιπλέον κεφάλαιο των 25000€, που αφορά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τις μονάδες ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ SWOT ΚΑΙ PESTEL

4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT

4.1.1 Περιγραφή και Στόχοι της ανάλυσης SWOT

Η ανάλυση SWOT είναι η συντομογραφία (Zorpas and Voukkali, 2015; Jaber et al., 2015) των αγγλικών λέξεων: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats ή στα ελληνικά, ανάλυση ΑΔΕΑ: Αδυναμίες, Δυνατότητες, Ευκαιρίες, Απειλές. Αφορά την ανάλυση που λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό περιβάλλον του αντικειμένου που εξετάζεται με τη διάγνωση των δυνατοτήτων και αδυναμιών, ενώ στο άμεσο εξωτερικό περιβάλλον εντοπίζονται οι ευκαιρίες και οι απειλές κίνδυνοι. Είναι μια ανάλυση σε μικροοικονομικό επίπεδο (Ζορπάς, 2015). Η ανάλυση SWOT είναι μία γενική τεχνική σχεδιασμού και οργάνωσης ενός συνεκτικού πλαισίου λήψης αποφάσεων, που μπορεί να αφορά ένα θεσμό, μια επιχείρηση, μια γεωγραφική περιοχή, μια δημόσια πολιτική κτλ. Είναι τεχνική ιδιαίτερα διαδομένη στα πλαίσια της Διοίκησης Επιχειρήσεων και λήψης αποφάσεων πάνω από 50 χρόνια. Αποτελεί εργαλείο προγραμματισμού των δράσεων και των δημοσίων οργανισμών και εργαλείο διαμόρφωσης αποφάσεων χωρικού σχεδιασμού (Ζορπάς, 2015).



Εικόνα 4-1 Παράγοντες εσωτερικής αξιολόγησης ανάλυσης SWOT

Η ανάλυση SWOT στοχεύει στον εντοπισμό των δυνατών και αδύνατων σημείων ενός οργανισμού ή ενός έργου, καθώς και των ευκαιριών και των απειλών στο περιβάλλον. Έχοντας εντοπίσει αυτούς τους παράγοντες, αναπτύσσονται οι στρατηγικές που μπορούν να ενισχύσουν τα ισχυρά σημεία, να εξαλείψουν τις αδυναμίες, να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες ή να αντιμετωπίσουν τις απειλές. Τα πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες εντοπίζονται από την εσωτερική αξιολόγηση του οργανισμού ή του έργου και οι ευκαιρίες και απειλές από την εξωτερική αξιολόγηση. Η εσωτερική αξιολόγηση εξετάζει όλες τις πτυχές του οργανισμού καλύπτοντας, για παράδειγμα, το προσωπικό, τις εγκαταστάσεις, την τοποθεσία, τα προϊόντα και τις υπηρεσίες, προκειμένου να προσδιοριστούν τα δυνατά και αδύνατα σημεία (Εικ. 4-1). Η εξωτερική αξιολόγηση εξετάζει το πολιτικό, οικονομικό, κοινωνικό, τεχνολογικό και ανταγωνιστικό περιβάλλον, με σκοπό τον εντοπισμό των ευκαιριών και των απειλών.

Στην ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος περιλαμβάνονται οι πόροι, η οργάνωση, τα δημογραφικά στοιχεία, οι συνεργασίες και οι κοινές δράσεις (Ζορπάς, 2015). Στην ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος, οι τάσεις της αγοράς, οι κοινωνικές τάσεις, το θεσμικό περιβάλλον, η οικονομική ή άλλη κρίση, οι τεχνολογικές εξελίξεις. Ο ρόλος της ανάλυσης SWOT είναι να πάρει πληροφορίες από την περιβαλλοντική-κοινωνική-οικονομική ανάλυση και να τις χωρίσει σε εσωτερικά θέματα (Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα) και σε εξωτερικά θέματα (Ευκαιρίες και Απειλές). Μόλις αυτό ολοκληρωθεί η ανάλυση SWOT καθορίζει εάν οι πληροφορίες υποδεικνύουν κάτι συγκεκριμένο το οποίο θα βοηθήσει έναν οργανισμό να πραγματοποιήσει τους στόχους του (ένα πλεονέκτημα ή μία ευκαιρία) ή εάν υποδηλώνουν ένα εμπόδιο (μειονέκτημα ή απειλή) το οποίο πρέπει να ξεπεραστεί ή να προσδιοριστεί στο ελάχιστο για να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα (Ζορπάς, 2015). Μια παραλλαγή της ανάλυσης SWOT είναι η μήτρα TOWS (Εικ. 4-2). Στη μήτρα αυτή προσδιορίζονται τα διάφορα στοιχεία και αυτά, στη συνέχεια αντιστοιχίζονται π.χ. μια ευκαιρία με μια δύναμη, με σκοπό την ενίσχυση μιας νέας στρατηγικής πρωτοβουλίας (Dyson, 2004).

Ένα πρώιμο παράδειγμα της μήτρας TOWS φαίνεται στην Εικόνα 4-3, προσαρμοσμένο από τον Weihrich (1982). Η Volkswagen (VW) ανέλαβε τη στρατηγική αυτή άσκηση στις αρχές του 1970. Εκείνη την εποχή υπήρχε η ανησυχία ότι το υψηλό κόστος εργασίας στη Γερμανία και το ισχυρό στίγμα της μάρκας έκαναν δύσκολη την εξαγωγή προς τις ΗΠΑ, τη μεγαλύτερη αγορά αυτοκινήτων στον κόσμο. Η ανάλυση, που παρέχεται από τη μήτρα TOWS, πρότεινε ότι η VW πρέπει να κατασκευάσει αυτοκίνητα στις ΗΠΑ καθώς όλες οι αντιστοιχίσεις έδειχναν προς αυτή την κατεύθυνση. Για παράδειγμα, οι δυνάμεις παραγωγής, σε συνδυασμό με την απειλή του υψηλού στίγματος της μάρκας υποδεικνύουν την κατασκευή στις ΗΠΑ και όχι την εξαγωγή από τη Γερμανία. Στην πραγματικότητα, η στρατηγική αυτή εγκρίθηκε αρχικά, αλλά απέτυχε, καθώς η εταιρεία ποτέ

δεν ξεπέρασε μια βασική αδυναμία, την έλλειψη εμπειρίας στην παραγωγή των ΗΠΑ. Η εταιρεία δεν μπόρεσε να έρθει σε συμφωνία με την κουλτούρα λειτουργίας της αυτοκινητοβιομηχανίας των ΗΠΑ. Ωστόσο, αργότερα απέκτησε τα οφέλη από την ανάλυση με την επιτυχημένη παραγωγή στην Κεντρική και τη Νότια Αμερική και την εξαγωγή προς τις ΗΠΑ από εκεί και όχι από τη Γερμανία, ξεπερνώντας έτσι τα προβλήματα που παρουσιάζονται από το ισχυρό στίγμα της μάρκας και το υψηλό κόστος εργασίας (Dyson, 2004).

	Δυνατά σημεία	Αδυναμίες
Ευκαιρίες	Στρατηγικές δυνατών σημείων - ευκαιριών	Στρατηγικές αδυναμιών και ευκαιριών
Απειλές	Στρατηγικές δυνατών σημείων - απειλών	Στρατηγικές αδυναμιών - απειλών

Εικόνα 4-2 Η μήτρα TOWS

Η ανάλυση SWOT έχει τις ρίζες της στη δεκαετία του 1960 (Learned et al., 1965). Στα πιο πρόσφατα χρόνια, η ανάλυση SWOT έχει θεωρηθεί ως κάπως ξεπερασμένη και αντικαταστάθηκε από τον σχεδιασμό που βασίζεται στους πόρους (Wenerfelt, 1984, Grant, 1991) και τον σχεδιασμό που βασίζεται στις ικανότητες (Ulrich και Lake, 1990). Η προσέγγιση της ανάλυσης πόρων επικεντρώνεται στους εσωτερικούς πόρους, τις ικανότητες και βασικές ικανότητες οργάνωσης, και τάσσεται υπέρ της οικοδόμησης στρατηγικών σε αυτά τα θεμέλια για να εξασφαλιστεί η ανταγωνιστικότητα του οργανισμού και η ελκυστικότητα του βιομηχανικού τομέα. Ο Barney (1991) ανέπτυξε περαιτέρω τη προσέγγιση της ανάλυσης πόρων με βάση το επιχείρημα ότι ένας πόρος ήταν στρατηγικής σημασίας, αν πληρούσε τα κριτήρια του *valuability* (την ικανότητα να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα του οργανισμού), της σπανιότητας (που συνδέεται με την υψηλή ζήτηση), της δυσκολίας στην απομίμηση και στην υποκατάσταση. Ομοίως, η προσέγγιση που βασίζεται στις ικανότητες προσδιορίζει τις ικανότητες ως το θεμέλιο για την ανάπτυξη της στρατηγικής.

	<p>Δυνατά σημεία:</p> <p>Έρευνα και Ανάπτυξη</p> <p>Ποιότητα παραγωγής</p> <p>Πωλήσεις και υποστήριξη</p>	<p>Αδυναμίες:</p> <p>Ένα προϊόν</p> <p>Υψηλά κόστη στην Γερμανία</p> <p>Έλλειψη εμπειρίας στις ΗΠΑ</p>
<p>Ευκαιρίες:</p> <p>Κίνητρα επένδυσης</p> <p>Μικρές μηχανές</p>	<p>Κατασκευή στις ΗΠΑ</p> <p>Προμήθεια κινητήρων στους κατασκευαστές των ΗΠΑ</p>	<p>Κατασκευή στις ΗΠΑ</p> <p>Διαφοροποίηση του εύρους προϊόντων</p>
<p>Απειλές:</p> <p>Ανταγωνισμός από τους Ιάπωνες</p>	<p>Κατασκευή στις ΗΠΑ</p> <p>Βελτίωση της απόδοσης κόστους</p>	<p>Κατασκευή στις ΗΠΑ</p> <p>Διαφοροποίηση του εύρους προϊόντων</p>

Εικόνα 4-3 Η μήτρα TOWS για την VW

Αυτές οι πιο σύγχρονες προσεγγίσεις για την χάραξη της στρατηγικής είναι οι εξελίξεις της εσωτερικής αξιολόγησης της ανάλυσης SWOT, παρά μια αντικατάσταση της. Το πλεονέκτημα της ανάλυσης SWOT ή της μήτρας TOWS είναι η προσπάθειά τους να συνδέσουν τους εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες για την ενίσχυση νέων στρατηγικών. Ως εκ τούτου, ο σχεδιασμός με βάση τους πόρους ή της ικανότητες μπορεί να εμπλουτίσει την ανάλυση SWOT, με την ανάπτυξη της εσωτερικής προοπτικής διατηρώντας ταυτόχρονα τις εσωτερικές και εξωτερικές προοπτικές ταυτόχρονα. Αντί να βλέπουμε την ανάλυση SWOT ως ξεπερασμένη τεχνική, ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να τη δούμε ως ένα γερό θεμέλιο για τον προγραμματισμό με βάση τους πόρους και τις ικανότητες (Dyson, 2004).

Ομοίως, ο σχεδιασμός με βάση τα σενάρια είναι εκ πρώτης όψεως μια μάλλον διαφορετική τεχνική. Ωστόσο, η ανάλυση αυτή επικεντρώνεται στο εξωτερικό περιβάλλον και προσδιορίζονται οι βασικοί εξωτερικοί παράγοντες με παρόμοιο τρόπο με την εξωτερική αξιολόγηση της ανάλυσης SWOT. Η ανάπτυξη σεναρίων μπορεί να ενισχύσει έτσι, επίσης, την ανάλυση SWOT (Dyson, 2004).

Η ανάλυση SWOT παρέχει πληροφορίες που βοηθούν στη συμφωνία των πόρων και δυνατοτήτων του οργανισμού με το ανταγωνιστικό περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί. Η διεξαγωγή μίας ανάλυσης SWOT βοηθά τον οργανισμό να επικεντρώσει τις δραστηριότητες σε τομείς στους οποίους ο οργανισμός είναι δυνατός και έχει μεγαλύτερες ευκαιρίες. Μέσω της ανάλυσης SWOT μπορεί ο οργανισμός να αντιληφθεί όλους τους σημαντικούς παράγοντες που τον επηρεάζουν (Ζορπάς, 2015).

Στα πλαίσια της ανάλυσης SWOT ο οργανισμός (οποιασδήποτε μορφής) θα καθιερώσει στόχους συγκεκριμένους και μετρήσιμους, θα κάνει κατανομή των καθηκόντων έρευνας για συλλογή πληροφοριών, θα δημιουργήσει την ομάδα που θα παρακολουθεί και θα αξιολογεί τα δεδομένα αυτά, θα εκπονήσει SWOT Ανάλυση και θα αξιολογήσει τις ιδέες (Ζορπάς, 2015).

Σχετικά με τον αστικό σχεδιασμό, η ανάλυση SWOT χρησιμοποιείται για τους εξής σκοπούς (Ζορπάς, 2015):

- Μείωση της αβεβαιότητας σε σχέση με την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης αναπτυξιακής πολιτικής, δράσης ή προγράμματος, σε μια γεωγραφική ενότητα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.
- Εντοπισμός των κυρίαρχων και κρίσιμων προσδιοριστικών παραγόντων (εσωτερικών και εξωτερικών), που επηρεάζουν την επιτυχία της αναπτυξιακής πολιτικής, δράσης ή προγράμματος.
- Τεκμηριωμένη υποστήριξη μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής σύνδεσης της αναπτυξιακής δράσης, με το ενδογενές δυναμικό της περιοχής εφαρμογής της, όπως και με το εξωτερικό περιβάλλον

4.1.2 Μεθοδολογία της ανάλυσης SWOT

Τα στάδια της ανάλυσης SWOT, που υιοθετούνται και στην παρούσα διατριβή, είναι τα ακόλουθα (Ζορπάς, 2015; Dyson, 2004) :

1. Διερεύνηση του περιβάλλοντος
2. Εσωτερική ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των αδυναμιών.
3. Εξωτερική ανάλυση των ευκαιριών και των απειλών.
4. Διερεύνηση των πιθανών δράσεων
5. Κατηγοριοποίηση των πιθανών δράσεων.

Η ανάλυση SWOT, αξιοποιείται από κράτη, οργανισμούς, ακαδημαϊκά ιδρύματα και δήμους, για την προώθηση προϊόντων, τον επιχειρησιακό σχεδιασμό, τον στρατηγικό σχεδιασμό και τον αστικό και αναπτυξιακό σχεδιασμό.

Τα κύρια ερωτήματα που θα θέσουμε ανά τομέα κατά την ανάλυση SWOT είναι τα εξής (Ζορπάς, 2015):

- Δυνατά σημεία

- Πλεονεκτήματα πρότασης
- Δυνατότητα ολοκλήρωση πρότασης
- Υφιστάμενες άλλες στρατηγικές που υποστηρίζουν την πρόταση
- Γεωγραφική θέση
- Θέσεις εργασίας
- Διοικητική Κάλυψη
- Πολιτισμός
- Marketing
- Προσβάσεις
- Εμπειρία, γνώση, αντίληψη, τιμή
- Βελτίωση τουριστικού προϊόντος
- Αδύνατα σημεία
 - Μειονεκτήματα προτάσεις
 - Κενά
 - Ανταγωνισμοί
 - Προϋπολογισμός - Οικονομία
 - Αποδοχή
 - Προστασία του περιβάλλοντος
 - Υποβαθμισμένες περιοχές
 - Μη κοινωνική αποδοχή
 - Μη οικονομική βιωσιμότητα
 - Νομοθετικές απαιτήσεις
- Ευκαιρίες
 - Δημιουργία ανταγωνιστικού προϊόντος
 - Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
 - Εξελίξεις στην αγορά
 - Αποδοχή
 - Ζήτηση αγοράς
 - Καινοτομία
 - Προστασία του Περιβάλλοντος
- Απειλές
 - Οικονομική Κρίση
 - Νομοθετικές επιπτώσεις
 - Εξελίξεις
 - Απώλειες θέσεων εργασίας
 - Ανεργία

- Αδυναμία αναβάθμισης οργανισμών
- Ζωτικής σημασίας συμβόλαια
- Νέες αγορές
- Έλλειψη κίνητρων
- Προθυμία

Η ανάλυση SWOT επικεντρώνεται στο περιβάλλον και όχι στον οργανισμό, ενώ δεν γίνεται αντικειμενική διατύπωση του σχεδιασμού. Επίσης η χρησιμότητα των παραγόντων δεν αξιολογείται. Από την άλλη πλευρά, η ανάλυση SWOT συσχετίζει το έργο με το περιβάλλον του, δίνει τη δυνατότητα συγκρίσεων μεταξύ παραγόντων του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και είναι μια σχετικά απλή τεχνική που δυνητικά εφαρμόζεται σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού (Ζορπάς, 2015).

4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ PESTEL

4.2.1 Περιγραφή και μεθοδολογία ανάλυσης PESTEL

Η ανάλυση PESTEL είναι ένα στρατηγικό εργαλείο του Μάρκετινγκ / Στρατηγικών Σχεδιασμών που χρησιμοποιείται για την ανάλυση του Μακροπεριβάλλοντος μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού, δηλαδή των συστημάτων και των δομών που περιβάλλουν μία επιχείρηση (Ζορπάς, 2015). Βάσει αυτού μία ανάλυση PESTEL (ή PESTLE) διερευνά ουσιαστικά έξι (6) πεδία:

1. Το Πολιτικό περιβάλλον (Political)
2. Το Οικονομικό περιβάλλον (Economical)
3. Το Κοινωνικό περιβάλλον (Social)
4. Το Τεχνολογικό περιβάλλον (Technological)
5. Τα Περιβαλλοντικά θέματα (Environmental) και
6. Το Νομικό-Νομοθετικό πλαίσιο (Legal)

Η αρχική μορφή της ανάλυσης PESTEL σχεδιάστηκε από τον Aguilar και περιλάμβανε τέσσερα πεδία των οικονομικών, τεχνικών, πολιτικών και κοινωνικών κριτηρίων. Αυτή στη συνέχεια αναδιοργανώθηκε για τη χρήση στη στρατηγική αξιολόγηση των τάσεων στον τομέα των

ασφαλίσεων. Αργότερα τροποποιήθηκε με τρόπο ώστε να λαμβάνει υπόψη την μακροοικονομική ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος και ονομάστηκε STEPE. Στη δεκαετία του 1980, προστέθηκε η νομική διάσταση σε αυτή την προσέγγιση (Richardson, 2006, όπως αναφέρεται από τον Yuksel, 2012). Εκτός από μια τεχνική για την στρατηγική ανάλυση, η ανάλυση PESTEL άρχισε να χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς (Katko, 2006; Richardson, 2006; Shilei και Yong, 2009, όπως αναφέρονται από τον Yuksel, 2012). Η ανάλυση PESTEL έχει δύο βασικές λειτουργίες σε μια εταιρεία. Η πρώτη είναι ότι επιτρέπει την αναγνώριση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο λειτουργεί η εταιρεία. Η δεύτερη βασική λειτουργία είναι ότι παρέχει στοιχεία και πληροφορίες που θα επιτρέψουν στην εταιρεία να προβλέπει καταστάσεις και περιστάσεις που ενδέχεται να συναντήσει στο μέλλον (Yuksel, 2012).

Η ανάλυση PESTEL είναι επομένως μια ανάλυση η οποία θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στη στρατηγική διαχείριση (Dincer, 2004). Παρά το γεγονός ότι η σημερινή μορφή της ανάλυσης PESTEL παρέχει σημαντική θεμελιώδη γνώση, από εννοιολογική άποψη, για την ανάλυση του μακροοικονομικού περιβάλλοντος, έχει κάποιους περιορισμούς όσον αφορά τη μέτρηση και την αξιολόγηση.

Το πρώτο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στη διάσταση της μέτρησης και της αξιολόγησης της ανάλυσης PESTEL είναι ότι δεν υιοθετεί μια ποσοτική προσέγγιση. Οι παράγοντες PESTEL έχουν γενικά μια ποιοτική δομή, όπως και αυτοί της ανάλυσης SWOT. Χρησιμοποιώντας μια τέτοια ανάλυση, δεν είναι δυνατόν να αναλυθούν αντικειμενικά ή λογικά τα στοιχεία που συνιστούν το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης. Έτσι, το τεχνικό πλαίσιο της ανάλυσης PESTEL θα πρέπει να αναπτυχθεί σε όρους μέτρησης και αξιολόγησης. Ένα δεύτερο θέμα είναι ότι, αν και η εννοιολογική διάσταση της ανάλυσης PESTEL προβλέπει μια ολιστική προσέγγιση (Dincer, 2004), αυτό δεν αντικατοπτρίζεται στη διάσταση μέτρησης και αξιολόγησης.

Οι παράγοντες που αναλύονται γενικά μετρούνται και αξιολογούνται ανεξάρτητα. Ωστόσο, οι παράγοντες μέσα στο εξωτερικό περιβάλλον δεν θα πρέπει να αναμένεται ότι έχουν ίση επίδραση στις εμπορικές δραστηριότητες. Ενώ μερικοί από τους παράγοντες έχουν σημαντικές επιπτώσεις ή είναι κρίσιμοι για την λειτουργία με επιτυχία της εταιρείας, άλλοι μπορεί να έχουν περιορισμένη επίδραση (Dincer, 2004). Ως εκ τούτου, οι παράγοντες και οι υπο-παράγοντες στην ανάλυση PESTEL μπορεί να διαφέρουν στην σχετική τους σημασία. Αυτό απαιτεί τη χρήση μιας τεχνικής που επιτρέπει τη μέτρηση της σχετικής σπουδαιότητας των παραγόντων για την αξιολόγηση του μακροοικονομικού περιβάλλοντος της εταιρείας. Ένα άλλο θέμα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε μια ολιστική προοπτική είναι οι σχέσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων της ανάλυσης PESTEL.

Οι ανωτέρω περιορισμοί της παρούσας προσέγγισης για PESTEL δεν επιτρέπουν μια λεπτομερή και αντικειμενική ανάλυση του μακροοικονομικού περιβάλλοντος. Προηγούμενες μελέτες σχετικά με

ανάλυση του μακροοικονομικού περιβάλλοντος με τη μέθοδο PESTEL (Dare, 2006; Katko, 2006; Shilei και Yong, 2009; Vitkiene, 2009; Mayaka και Prasad, 2012 όπως αναφέρονται από τον Yuksel, 2012) γενικά περιορίζονται στον προσδιορισμό και κατηγοριοποίηση των παραγόντων. Παρά το γεγονός ότι η εννοιολογική δομή και τη φύση της PESTEL απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, το τεχνικό πλαίσιο της PESTEL δεν υποστηρίζει αυτή τη μέθοδο. Η ανάλυση PESTEL, ως έχει, προβλέπει κυρίως μια γενική ιδέα για το μακροοικονομικό περιβάλλον και την κατάσταση της εταιρείας.

4.2.2 Η μέθοδος αναλυτικής ιεράρχησης

Η μέθοδος αναλυτικής ιεράρχησης (AHP) αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τον Saaty (1980), και χρησιμοποιείται στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με διάφορους τομείς. Η AHP θεωρείται ως η πιο κατάλληλη μέθοδος για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων, και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται σε αρκετές μελέτες (Bayazit και Karak, 2007; Cheng και Li, 2007 όπως αναφέρονται από τον Yuksel, 2012). Η αρχική υπόθεση της AHP είναι η ανεξαρτησία των κριτηρίων (Saaty και Takizawa, 1986; Saaty, 1996; Meade και Σαρκίς, 1998, όπως αναφέρονται από τον Yuksel, 2012). Ωστόσο, πολλά προβλήματα λήψης αποφάσεων δεν μπορούν πάντα να είναι δομημένα ιεραρχικά, καθώς μεταξύ των στοιχείων του προβλήματος, μπορεί να υπάρχει αλληλεπίδραση και εξάρτηση (Saaty και Takizawa, 1986; Saaty, 1996; Lee και Kim, 2000; Yuksel και Dağdeviren, 2007, όπως αναφέρονται από τον Yuksel, 2012).

Στη συνέχεια, η ανάλυση θα γίνει με την πολυκριτηριακή μεθοδολογία PESTEL σύμφωνα με τους (Yuksel, 2012; Ζορμάς, 2015).

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

5.1.1 Δυνατά σημεία

5.1.1.1 Τα πλεονεκτήματα της πρότασης

Τα πλεονεκτήματα της βιοκλιματικής κατοικίας περιλαμβάνουν, την χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, την εξοικονόμηση κόστους κατανάλωσης ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, την ενεργειακή αυτονομία με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την δυνατότητα εγκατάστασης οπουδήποτε, καθώς δεν περιορίζεται από την ύπαρξη δικτύου ύδρευσης ή ηλεκτρισμού. Με αυτόν τον τρόπο ακολουθώντας τους όρους δόμησης και τους μορφολογικούς κανόνες της περιοχής, θα μπορεί να κατασκευαστεί σε ορεινή ή νησιωτική περιοχή. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού μονάδων για την επίτευξη μεγαλύτερων κατοικιών. Η κατοικία είναι πλήρως αυτόνομη, αξιοποιώντας παθητικά και ενεργά την ηλιακή ενέργεια, που σημαίνει ότι δεν απαιτεί περαιτέρω επεμβάσεις στη μορφολογία της θέσης εγκατάστασης, πλέον των αναγκών για τη θεμελίωση της κατοικίας.

5.1.1.2 Δυνατότητα ολοκλήρωσης της πρότασης

Για την κατασκευή της κατοικίας χρησιμοποιούνται βιοκλιματικά δομικά υλικά που διατίθενται στον Ελλαδικό χώρο, όσον αφορά τις μονώσεις και τους υαλοπίνακες. Με αυτά τα υλικά και τις τιμές της ελληνικής αγοράς, εκτιμήθηκε το αρχικό κόστος της επένδυσης. Επίσης, η φωτοβολταϊκή και ηλιοθερμική τεχνολογία είναι πλήρως διαθέσιμες στην Ελλάδα και υπάρχει επαρκής τεχνογνωσία και ποικιλία προϊόντων. Η εγκατάσταση μιας βιοκλιματικής κατοικίας δεν απαιτεί ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις από το τεχνικό ανθρώπινο δυναμικό. Όλα τα παραπάνω ενισχύουν την δυνατότητα ολοκλήρωσης της πρότασης.

5.1.1.3 Στρατηγικές που υποστηρίζουν την πρόταση

Η ζήτηση για ενέργεια, ηλεκτρική και θερμική, αυξάνεται συνεχώς, ταυτόχρονα με τις εκπομπές επιβλαβών ουσιών στο περιβάλλον. Ο κτιριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στην Ευρώπη, μαζί με τον τομέα των μεταφορών. Με βάση τις αυξημένες περιβαλλοντικές ανησυχίες, συμφωνήθηκε μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο η λήψη μέτρων για

την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Το ευρωπαϊκό και ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο, έχει στραφεί ξεκάθαρα τη τελευταία 10ετία προς τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μέσω της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιριακού τομέα. Ως εκ τούτου, έχουν εκδοθεί διάφορες Ευρωπαϊκές οδηγίες και σχέδια, σχετικά με την ιδέα της «Post Carbon Society», με βασικούς άξονες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την διαμόρφωση των κτιρίων ως εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και την αποθήκευση ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως στόχο τη μείωση κατά 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2020 και 20% αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, σύμφωνα με την οδηγία 2009/28 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009 (ΕΚ, 2009) σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η υψηλή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι απαραίτητο να επιτευχθεί ο στόχος του 20% από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020. Με τις ευρωπαϊκές και εθνικές στρατηγικές για την κίνηση προς την κατεύθυνση πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, πολλές χώρες έχουν ήδη δηλώσει τις δεσμεύσεις τους σχετικά με ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Επιπλέον, σύμφωνα με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η αυξημένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται ότι θα επιτρέψουν στην Ένωση τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο. Η Ελλάδα σύμφωνα με την οδηγία 91/2002/ΕΚ “Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων”, είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την υιοθέτηση και εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας. Το πρώτο βήμα προς την εναρμόνιση με την οδηγία της ΕΕ ήταν η ψήφιση του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α 89) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις». Ο κανονισμός που ακολουθείται στην Ελλάδα είναι ο ΚΕΝΑΚ (2010) και αφορά στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα της χώρας.

5.1.1.4 Γεωγραφική θέση

Η πρόταση περιλαμβάνει τον σχεδιασμό μιας βιοκλιματικής κατοικίας η οποία θα μπορεί να εγκατασταθεί στο ημι-αστικό περιβάλλον και την ύπαιθρο, οπουδήποτε στην Ελλάδα.

5.1.1.5 Θέσεις εργασίας

Σε κάθε θέση εγκατάστασης θα προσλαμβάνονται τεχνικοί από την τοπική κοινωνία, προσφέροντας θέσεις εργασίας και ενισχύοντας το τοπικό εισόδημα. Η επίβλεψη και ο έλεγχος της ποιότητας κατασκευής θα παραμείνει κεντρική αρμοδιότητα της εταιρείας, διασφαλίζοντας έτσι την υψηλή ποιότητα της κατασκευής. Επίσης, τα δομικά υλικά θα τα προμηθεύεται από τοπικούς προμηθευτές (αφορά στα υλικά των οποίων η διαθεσιμότητα είναι επαρκής, στην τοποθεσία εγκατάστασης της κατοικίας).

5.1.1.6 Διοικητική Κάλυψη

Καθώς η ποιότητα και η απόδοση της βιοκλιματικής κατοικίας, σχετίζονται κυρίως με τον σχεδιασμό της και την κατάλληλη επιλογή των υλικών, η εταιρεία διασφαλίζει την ποιότητα του προϊόντος της διατηρώντας τις αρμοδιότητες του σχεδιασμού και της επίβλεψης έργου, καθώς και του project management. Με αυτόν τον τρόπο θα διευρύνει την τεχνογνωσία και την εμπειρία της στην κατασκευή βιοκλιματικών κατοικιών.

5.1.1.7 Πολιτισμός

Θέματα που αφορούν την αισθητική του χώρου εγκατάστασης της βιοκλιματικής κατοικίας θα προβλέπονται κατά τον σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός θα γίνεται ακολουθώντας τους όρους δόμησης και τους μορφολογικούς κανόνες της περιοχής, με στόχο η κατοικία να μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιαδήποτε ορεινή ή νησιωτική περιοχή. Η κατοικία δεν θα είναι προκατασκευασμένη, αλλά θα σχεδιάζεται από την αρχή σύμφωνα με τους όρους δόμησης της περιοχής, τηρώντας παράλληλα τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

5.1.1.8 Marketing

Η εταιρεία έχει μακροχρόνια εμπειρία και ενεργό δράση στον τομέα των κτιριακών κατασκευών. Ως εκ τούτου, είναι γνωστή στην αγορά και το όνομά της συνδέεται με την τεχνογνωσία, την καλή ποιότητα κατασκευής και την ταχύτητα διεκπεραίωσης των έργων που αναλαμβάνει.

5.1.1.9 Εμπειρία, γνώση, αντίληψη, τιμή

Η εμπειρία του επικεφαλής μηχανικού που αναλαμβάνει τη σχεδίαση της βιοκλιματικής κατοικίας, είναι δεκαπενταετής. Ο υπεύθυνος μηχανικός, έχει εργαστεί τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό (Ευρώπη) με διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες που είχαν εισάγει τις ιδέες του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην παραγωγή των προϊόντων τους. Επίσης έχει συνεργασίες με προμηθευτές ενεργειακών δομικών υλικών στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Οι δύο άλλοι μηχανικοί που θα στελεχώνουν το τεχνικό τμήμα της εταιρείας, δεν έχουν εμπειρία στην κατασκευή, αλλά έχουν εξειδικευθεί στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά τη διάρκεια των σπουδών τους.

Σημαντικό είναι επίσης, ότι η αντίληψη του οργανισμού δεν είναι μόνον κερδοσκοπική αλλά επικεντρώνεται στην ποιότητα και την περιβαλλοντική συνείδηση. Η τιμή του προϊόντος είναι υψηλότερη σε σύγκριση με μια συμβατική κατοικία, αλλά η απόσβεση γίνεται σε 18 έτη καθώς το λειτουργικό κόστος της βιοκλιματικής κατοικίας είναι πολύ χαμηλότερο από αυτό της συμβατικής. Σε μία επιχειρηματική επένδυση τα 18 έτη δεν είναι ικανοποιητικό διάστημα. Τα προϊόντα κατοικίας όμως, δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν ως επενδυτικά έργα. Εκτός από την απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ποιότητα ζωής των ενοίκων, που καθορίζεται από τη θερμική άνεση, την κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο και την μηδενική χρήση επιβλαβών καυσίμων ή

ηλεκτρικών κλιματιστικών μονάδων. Αυτές οι παράμετροι ποιότητας δεν μπορούν να συνεκτιμηθούν οικονομικά.

5.1.2 Αδύνατα σημεία

5.1.2.1 Μειονεκτήματα πρότασης

Στα μειονεκτήματα της βιοκλιματικής κατοικίας, συγκαταλέγονται το υψηλό αρχικό κόστος της επένδυσης και ο μεγάλος χρόνος απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου, πάντα σε σύγκριση με μια συμβατική κατοικία αντίστοιχου μεγέθους και χρήσης. Με βάση την οικονομική ανάλυση που αφορά σε κατοικία που εγκαθίσταται στην Αθήνα, το αρχικό κόστος για προτεινόμενη βιοκλιματική κατοικία με πλήρη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι 60% υψηλότερο από αυτό μιας συμβατικής κατοικίας χωρίς ανανεώσιμες πηγές. Ειδικότερα, το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα επιπλέον κόστους, κυρίως λόγω των μπαταριών και του βοηθητικού εξοπλισμού. Η επιλογή λιγότερων ημερών αυτονομίας ή η χρήση φωτιστικών λαμπτήρων led, θα μείωνε το μέγεθος της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και της συστοιχίας μπαταριών. Τέτοιες μέθοδοι προσαρμογής του συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού, μπορεί να εφαρμοστούν όταν το επιτρέπει η χρήση της κατοικίας (χρήση μόνο τους θερινούς μήνες) ή η τοποθεσία εγκατάστασης (λιγότερες μέρες χωρίς ηλιοφάνεια).

5.1.2.2 Ανταγωνισμός

Δυνητικό ανταγωνιστή μπορεί να αποτελέσει οποιαδήποτε κατασκευαστική εταιρεία στον Ελλαδικό χώρο. Το σύνολο των κατασκευαστικών εταιρειών στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι ξεπερνά τις 1900 (ΣΑΤΕ, 2015), συμπεριλαμβανομένων των μικρών μεσαίων και μεγάλων επιχειρήσεων, που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα.

Είναι δύσκολο να προσδιορίσουμε ένα σύνολο εταιρειών που έχουν εμπειρία στη κατασκευή βιοκλιματικών κατοικιών στην Ελλάδα, καθώς ο κλάδος έχει θεωρητικά ανοίξει αλλά οι πραγματικές κατασκευές είναι λίγες. Επίσης, πέρα από τον σχεδιασμό, η κατασκευή μιας βιοκλιματικής κατοικίας δεν απαιτεί ιδιαίτερη εμπειρία, αλλά μπορεί να γίνει από επαγγελματίες που έχουν εμπειρία στην κατασκευή συμβατικών κατοικιών. Από την πλευρά της ζήτησης, δεν υπάρχει πληροφόρηση και τεχνογνωσία, καθώς ο τομέας είναι καινούριος στην Ελλάδα και δεν έχουν εφαρμοστεί στρατηγικές ενημέρωσης του κοινού.

Λόγω της οικονομικής κρίσης, οι διασυννοριακές συμφωνίες των κατασκευαστικών εταιρειών έχουν αυξηθεί, γεγονός που μπορεί να δώσει την ευκαιρία σε μεγάλες κατασκευαστικές εταιρείες, να προμηθεύονται υλικά με πολύ χαμηλό κόστος. Σύμφωνα με τη Deloitte (2015) «Ο ανταγωνισμός

στον κλάδο έχει γίνει εντονότερος, ειδικότερα στην νότια, ανατολική και νοτιοανατολική Ευρώπη. Οι κατασκευαστικές εταιρίες στις αγορές που ανακάμπτουν έρχονται αντιμέτωπες με δυσκολίες στην εφοδιαστική τους αλυσίδα. Η ζήτηση για κατασκευαστικές εργασίες αυξάνεται, αλλά η προσφορά μειώνεται, λόγω του μεγάλου αριθμού μικρότερων κατασκευαστών που βρέθηκαν σε καθεστώς αδυναμίας πληρωμών τα τελευταία χρόνια.» Επίσης, αναφέρεται ότι η πίεση στην στεγαστική αγορά προκύπτει από τη χαμηλή ζήτηση, την ύπαρξη αποθέματος έτοιμων κατοικιών, τους περιορισμούς τραπεζικής χρηματοδότησης στην Ελλάδα, και το μακροοικονομικό περιβάλλον στη χώρα που είναι δυσοίωνα.

5.1.2.3 Νομοθετικές απαιτήσεις

Η δομική προσαρμογή της κατοικίας σύμφωνα με τους όρους δόμησης και τους μορφολογικούς κανόνες της περιοχής, μπορεί να επιφέρει επιπλέον κόστη ανά περίπτωση, αλλά δεν καθιστά απαγορευτική την εγκατάσταση της κατοικίας. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει πιθανότητα αδυναμίας εγκατάστασης του απομονωμένου ηλιακού χώρου σε περιοχές πολιτιστικής κληρονομιάς. Σε τέτοιες περιοχές απαγορεύεται και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών στοιχείων, λόγω αισθητικών περιορισμών. Αυτοί οι περιορισμοί μειώνουν τη δυναμική ενεργειακής αυτονομίας της κατοικίας και αυξάνουν το κόστος λειτουργίας, ενώ στην περίπτωση ενσωμάτωσης του ηλιακού χώρου στη δομή, αυξάνουν το κόστος εγκατάστασης.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θα πρέπει να περιορίζεται στην επιλογή των δομικών στοιχείων και την εσωτερική διαμόρφωση των χώρων της κατοικίας. Έτσι το αρχικό κόστος της επένδυσης μειώνεται αλλά το λειτουργικό κόστος αυξάνεται.

5.1.3 Ευκαιρίες

5.1.3.1 Ανταγωνιστικότητα προϊόντος

Το προϊόν είναι ανταγωνιστικό κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους λειτουργίας της κατοικίας, της βελτιωμένης άνεσης των κατοίκων και της ευελιξίας του. Οι δύο πρώτοι παράγοντες αποτελούν πλεονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ο τελευταίος παράγοντας σχετίζεται με το γεγονός ότι η κατοικία είναι μικρή σε μέγεθος, δεν είναι προκατασκευασμένη – οπότε μπορεί να προσαρμοστεί δομικά στις εκάστοτε ανάγκες, και αποτελείται από έναν ενιαίο χώρο, ώστε να μην υπάρχει δέσμευση στη χρήση του. Με τον συνδυασμό περισσότερων τέτοιων κατοικιών μπορεί να δημιουργηθεί μια δομή που θα χρησιμοποιηθεί ως τουριστικό κατάλυμα, εξοχική κατοικία, μόνιμη κατοικία σε ημι-αστικές ή αγροτικές περιοχές.

5.1.3.2 Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

Η κατοικία είναι σχεδιασμένη για εγκατάσταση σε οποιαδήποτε περιοχή στον Ελλαδικό χώρο. Η προμήθεια των υλικών όπου είναι δυνατόν, θα γίνεται από την τοπική κοινωνία, ενώ τα συνεργεία και οι τεχνικοί θα προσλαμβάνονται επίσης από την τοπική κοινωνία. Αυτό θα μειώσει το κόστος μετακινήσεων για την εταιρεία κατασκευής και θα δημιουργήσει θέσεις εργασίας και συνεργασίες στην τοπική κοινωνία.

5.1.3.3 Προστασία του Περιβάλλοντος

Η βασική αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σχετίζεται με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, σε διάφορες διατάξεις και με διάφορες τεχνολογίες και μεθόδους, με στόχο την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας της δομής και τη μείωση των ενεργειακών αναγκών. Σε αυτό το πλαίσιο, επιτυγχάνεται μείωση των εκλυόμενων στο περιβάλλον ρύπων από την παραγωγή θερμικής ενέργειας μέσω της καύσης συμβατικών καυσίμων. Επίσης, η χρήση του φυσικού φωτισμού μειώνει την ανάγκη σε τεχνητό φωτισμό. Επιπλέον, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των μειωμένων φορτίων μηδενίζει τη συμβολή της βιοκλιματικής κατοικίας στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

5.1.4 Απειλές

5.1.4.1 Οικονομική Κρίση

Κατά το δεύτερο τρίμηνο του 2014 σημειώθηκε οριακή πτώση του ΑΕΠ περί το 0,3%, ενώ κατά την αντίστοιχη περυσινή περίοδο η υποχώρηση καταμετρήθηκε στο 4% [IOBE, 2014]. Κατά το πρώτο εξάμηνο του 2014 το ΑΕΠ ήταν χαμηλότερο κατά 0,7% μονάδες συγκριτικά με το προηγούμενο έτος, που μειώθηκε κατά 5%. Η ύφεση αυτή οφείλεται στο γεγονός της κυβερνητικής αστάθειας λόγω των εκλογών στην τοπική αυτοδιοίκηση και των ευρωεκλογών, καθώς και την επιστροφή μέρους του πλεονάσματος που δημιουργήθηκε το 2013 σε ορισμένες κοινωνικές ομάδες. Οι επενδύσεις αναδεικνύουν πάλι πτωτική τάση, σε μικρότερη έκταση από ότι στο προηγούμενο τρίμηνο, με κύρια αιτία τη σημαντική συρρίκνωση της κατασκευής κατοικιών, η οποία καθ' όλο το πρώτο εξάμηνο ήταν της τάξης του 40%. Λαμβάνοντας υπ' όψιν και τη ταυτόχρονη διεύρυνση της ανόδου των εισαγωγών, η οποία σχετίζεται με την ανάσχεση της πτώσης της ιδιωτικής κατανάλωσης και τείνει να αποκτήσει μόνιμο χαρακτήρα, επέτρεψαν μια -έστω μικρής έκτασης- αύξηση του ΑΕΠ για πρώτη φορά μετά από έξι χρόνια. Η κάμψη της παραγωγής κλιμακώθηκε στη Βιομηχανία το δεύτερο τρίμηνο, διαμορφώνοντας την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία της στο πρώτο εξάμηνο 2,9% χαμηλότερα από ότι πέρυσι.

Ο ρυθμός υποχώρησης του δείκτη βιομηχανικής παραγωγής εξακολουθεί να είναι αρνητικός κατά 2,8% στο πρώτο οκτάμηνο του 2014, αντίθετα με τη μικρότερη μείωση του 2,6% την αντίστοιχη

περυσινή περίοδο. Στις αρχές του 2014 μπορεί να είχαν διαφανεί κάποιες τάσεις σταθεροποίησης αλλά αυτές δυστυχώς δεν διατηρήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το γεγονός αυτό οφείλεται εν μέρει στη στασιμότητα της ευρωπαϊκής οικονομίας κατά το πρώτο εξάμηνο του τρέχοντος έτους, με βασικό προορισμό την εξαγωγή των ελληνικών προϊόντων. Ωστόσο, δημιουργεί αβεβαιότητα σχετικά με την επάρκεια των διαρθρωτικών αλλαγών που εμπλέκονται σε κλάδους και επαγγέλματα τα τελευταία χρόνια, η οποία περιλάμβανε και βιομηχανικής χρήσης - μεταποιητικές βιομηχανίες, καθώς, προς το παρόν, δεν φαίνεται να είναι σε θέση να ακολουθήσει τη γενική τάση φέτος για αποδυνάμωση της ύφεσης στην ελληνική οικονομία. Επιπλέον, σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία για τους πρώτους επτά μήνες του 2014, η βιομηχανική παραγωγή στη ζώνη του ευρώ-18 φαίνεται να έρχεται σε ανάπτυξη, κατά 1,2%, ενώ την αντίστοιχη περίοδο του 2013 ήταν σε απώλεια του 1,6% [IOBE, 2014].

Η μακροχρόνια οικονομική κρίση, επηρεάζει τις αποφάσεις των επενδυτών στα ακίνητα. Τα τελευταία πέντε έτη, η διεθνής χρηματοπιστωτική κρίση και οι επιπτώσεις της στην παγκόσμια και στην ελληνική οικονομία έχει οδηγήσει σε μείωση της ρευστότητας των νοικοκυριών, μείωση των χορηγήσεων στεγαστικών και επιχειρηματικών δανείων, σημαντική πτώση των επιχειρηματικών προσδοκιών και γενικευμένη αβεβαιότητα. Όλα τα παραπάνω έχουν επηρεάσει τη ζήτηση για νέες κατοικίες, τις κινήσεις των επιχειρήσεων του κλάδου, αλλά και τις επενδύσεις σε ακίνητα, με αποτέλεσμα η αγορά των ακινήτων να βρίσκεται σε στασιμότητα κατά το τελευταίο διάστημα (ΟΚΕ, 2015).

5.1.4.2 Νομοθετικές επιπτώσεις

Στον τομέα της οικοδομικής δραστηριότητας ιδιωτικών έργων γενικά, υπάρχουν προβλήματα που σχετίζονται με την πολυνομία, την πολιτική γης, και την φορολόγηση των ακινήτων. Συγκεκριμένα στο θέμα της πολυνομίας, η νομοθεσία δεν είναι κωδικοποιημένη και οι διατάξεις δεν έχουν εκσυγχρονιστεί με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ξεκάθαροι και σαφείς περιορισμοί. Το προσωπικό στελέχωσης των πολεοδομιών πολλές φορές δεν είναι τεχνικά ενημερωμένο ή εξειδικευμένο. Σχετικά με την πολιτική γης, δεν υπάρχει ολοκληρωμένος χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός ενώ το κτηματολόγιο δεν είναι ακόμη ολοκληρωμένο. Οι διαδικασίες ένταξης στο σχέδιο πόλης καθυστερεί εδώ και χρόνια, ενώ υπάρχει πρόβλημα με την μεγάλη έκταση της αυθαίρετης δόμησης. Σχετικά με τη φορολόγηση ακινήτων, υπάρχουν αδικίες καθώς δεν συνυπολογίζεται η φοροδοτική ικανότητα των φορολογουμένων και τα ακίνητα υπερφορολογούνται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους.

5.1.4.3 Ζήτηση - Έλλειψη κινήτρων

Γενικά, οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας δεν ενισχύονται από κανέναν κρατικό μηχανισμό. Το μόνο πρόγραμμα που εφαρμόζεται είναι το «Εξοικονόμηση Κατ' οίκον» και αυτό αναφέρεται σε συγκεκριμένες δράσεις ανακαίνισης υφιστάμενων κατοικιών. Δεν υπάρχουν φορολογικές εκπτώσεις

για νέες οικοδομικές δράσεις που θα συντελέσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Το ΦΠΑ είναι στα υψηλότερα επίπεδα για όλες τις οικοδομικές δράσεις ενώ δεν επιδοτούνται πλέον τα δάνεια για ανέγερση κατοικιών. Όλες οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντιμετωπίζονται σαν μέσο προσωρινής ανακούφισης του κατασκευαστικού κλάδου και όχι σαν δυνατότητα βελτίωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και ανάπλασης του αστικού τοπίου.

5.1.5 Αποτελέσματα ανάλυσης SWOT

Προτείνεται η στόχευση σε τουριστικές επιχειρήσεις που θέλουν να προσφέρουν ένα εναλλακτικό τουριστικό κατάλυμα στους πελάτες τους, ειδικά τους τουρίστες από το εξωτερικό. Δεδομένου ότι ο κατασκευαστικός κλάδος, ειδικά στον τομέα των κατοικιών, έχει συρρικνωθεί δραματικά, η οικονομική κρίση στην Ελλάδα αποτρέπει τη βιωσιμότητα της κατασκευαστικής εταιρείας εάν η εστίαση της αφορά τους Έλληνες μικροεπενδυτές που επιθυμούν να οικοδομήσουν την εξοχική τους κατοικία. Από την άλλη πλευρά, το προϊόν είναι ανταγωνιστικό και προσφέρει περιβαλλοντικά οφέλη, επίσης η κατασκευαστική εταιρεία έχει εμπειρία και καλό όνομα στον τομέα των κατασκευών. Επίσης, η δομή επιτρέπει την διαμόρφωση ενός συγκροτήματος πολλών μικρών βιοκλιματικών κατοικιών ή τον συνδυασμό περισσότερων μονάδων για τη δημιουργία μεγαλύτερων κατοικιών.

Με αυτό το σχεδιασμό, η εταιρεία μπορεί να λάβει τα οφέλη του τομέα του τουρισμού, που είναι από τους λίγους τομείς που παρουσιάζει ανάπτυξη στην Ελλάδα, με αύξηση πάνω από 15% στις αφίξεις, για δεύτερη συνεχόμενη χρονιά και μέση κατά κεφαλή δαπάνη ανά διανυκτέρευση που κινήθηκε σε αυξητικά επίπεδα και σημαντική αύξηση στην απασχόληση (IOBE, 2014). Ενισχύοντας την παραπάνω πρόταση, στην έκθεση για την νέα προοπτική της ελληνικής οικονομίας προτείνονται μοντέλα οικονομικής αποδοτικότητας σε σημαντικούς τομείς της ελληνικής βιομηχανίας όπως ο τουρισμός, η ενέργεια, η παραγωγή και επεξεργασία τροφίμων, η γεωργία και το λιανικό και χονδρικό εμπόριο (IOBE, 2014).

Ως εκ τούτου, ο συνδυασμός της μικρής βιοκλιματικής κατοικίας με το τουριστικό προϊόν δίνει προοπτική βιωσιμότητας της επιχείρησης. Επίσης, σε αυτό το πλαίσιο, το κόστος αρχικής επένδυσης ανά κατοικία θα μειωθεί λόγω της οικονομίας κλίμακας. Λαμβάνεται εδώ υπόψη ότι πολλοί επενδυτές στον τομέα του τουρισμού είναι από το εξωτερικό ή διαχειρίζονται κεφάλαια από το εξωτερικό, γεγονός που παρακάμπτει το πρόβλημα της χρηματοπιστωτικής ασφυξίας.

5.2 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ PESTEL-ΑΗΡ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

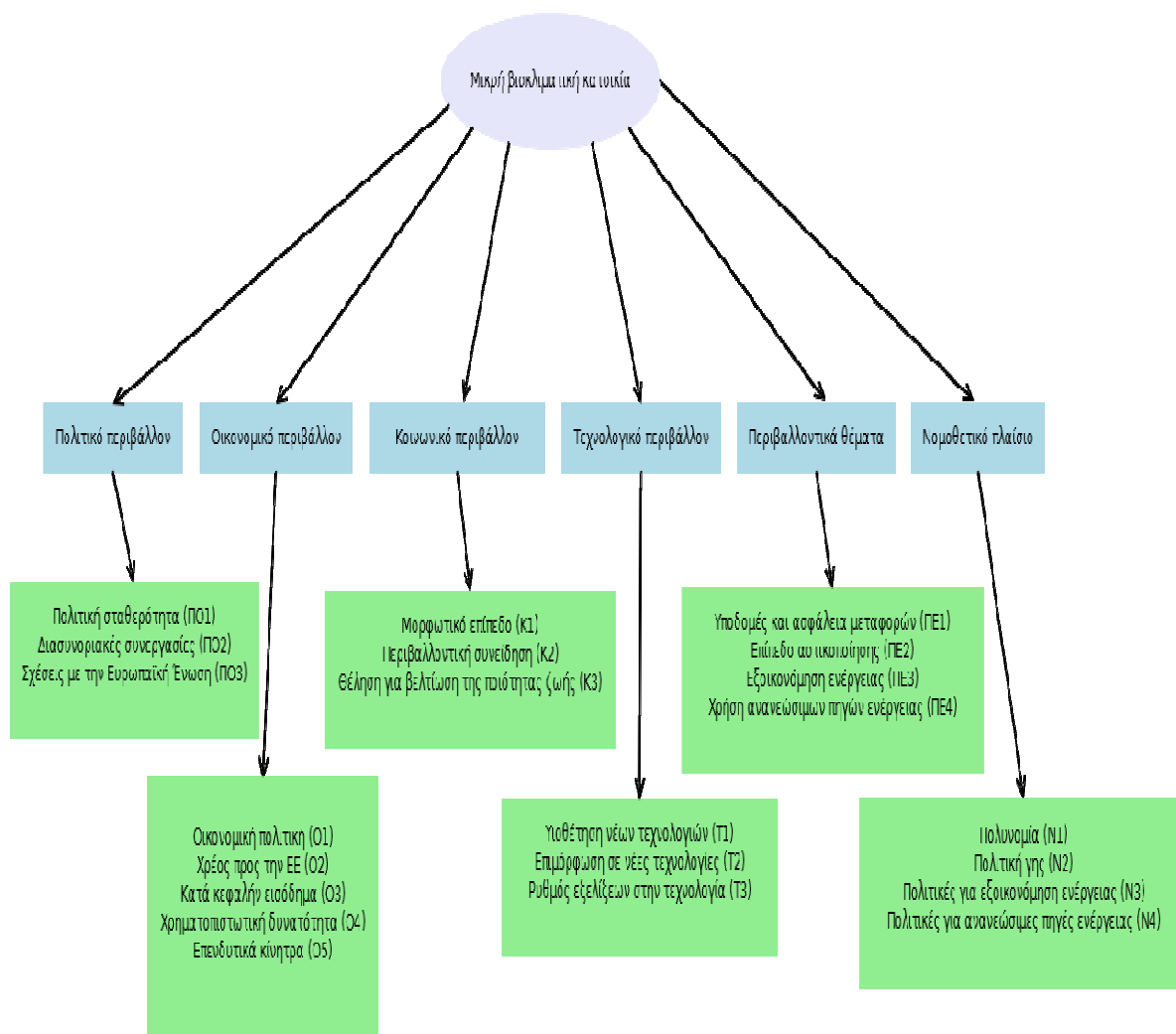
5.2.1 Αναγνώριση κριτηρίων PESTEL

Τα κριτήρια και τα υπο-κριτήρια επελέγησαν ως εξής:

- Πολιτικό περιβάλλον (ΠΟ)
 - Πολιτική σταθερότητα (ΠΟ1)
 - Διασυνοριακές συνεργασίες (ΠΟ2)
 - Σχέσεις με την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΠΟ3)
- Οικονομικό περιβάλλον (Ο)
 - Οικονομική πολιτική (Ο1)
 - Χρέος προς την ΕΕ (Ο2)
 - Κατά κεφαλήν εισόδημα (Ο3)
 - Χρηματοπιστωτική δυνατότητα (Ο4)
 - Επενδυτικά κίνητρα (Ο5)
- Κοινωνικό περιβάλλον (Κ)
 - Μορφωτικό επίπεδο (Κ1)
 - Περιβαλλοντική συνείδηση (Κ2)
 - Θέληση για βελτίωση της ποιότητας ζωής (Κ3)
- Τεχνολογικό περιβάλλον (Τ)
 - Υιοθέτηση νέων τεχνολογιών (Τ1)
 - Επιμόρφωση σε νέες τεχνολογίες (Τ2)
 - Ρυθμός εξελίξεων στην τεχνολογία (Τ3)
- Περιβαλλοντικά θέματα (ΠΕ)
 - Υποδομές και ασφάλεια μεταφορών (ΠΕ1)
 - Επίπεδο αστικοποίησης (ΠΕ2)
 - Εξοικονόμηση ενέργειας (ΠΕ3)
 - Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΠΕ4)
- Νομικό-Νομοθετικό πλαίσιο (Ν)
 - Πολυνομία (Ν1)
 - Πολιτική γης (Ν2)
 - Πολιτικές για εξοικονόμηση ενέργειας (Ν3)
 - Πολιτικές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ν4)

5.2.2 Ιεραρχικό μοντέλο

Το ιεραρχικό μοντέλο της ανάλυσης PESTEL με αναλυτική ιεράρχηση, δίνεται στην Εικόνα 5-1.



Εικόνα 5-1 Η ιεραρχική δομή στη μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης για το προτεινόμενο βιοκλιματικό κτίριο

5.2.3 Αξιολόγηση και βαρύτητες κριτηρίων

Για την πολυκριτηριακή ανάλυση, αναπτύχθηκε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας το Office Excel 2013. Αρχικά δημιουργήθηκε ο πίνακας αξιολόγησης κριτηρίων ανά ζεύγος, με βάση τη κλίμακα του Πίνακα 5-1.

Πίνακας 5-1 Κλίμακα Αξιολόγησης Κριτηρίων – Υποκριτηρίων στην AHP, Saaty (1990)

Τιμή	Ορισμός	Ερμηνεία
1	Ίσης σπουδαιότητας	Τα συγκρινόμενα κριτήρια ή εναλλακτικά σενάρια είναι ίσης σπουδαιότητας.
3	Μέτρια ισχυρής σπουδαιότητας	Το ένα κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο είναι λίγο πιο σπουδαίο σε σχέση με το άλλο.
5	Ισχυρής σπουδαιότητας	Το ένα κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο είναι αρκετά πιο σπουδαίο σε σχέση με το άλλο.
7	Πολύ ισχυρής σπουδαιότητας	Το ένα κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο είναι πολύ πιο σπουδαίο σε σχέση με το άλλο.
9	Πάρα πολύ ισχυρής σπουδαιότητας	Το ένα κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο είναι απόλυτα πιο σπουδαίο σε σχέση με το άλλο.
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές	Οι ενδιάμεσες τιμές εκφράζουν ενδιάμεσες προτιμήσεις. Χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται συμβιβασμός
1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9	Αν ένα κριτήριο ή ένα εναλλακτικό σενάριο συγκρινόμενο με ένα δεύτερο κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο αντιστοιχεί σε μια τιμή, τότε το δεύτερο κριτήριο ή εναλλακτικό σενάριο, έχει την αντίστροφη τιμή εάν συγκριθεί με το πρώτο.	

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο πίνακας τυποποίησης και εξήχθησαν οι βαρύτητες του κάθε κριτηρίου εντός της κατηγορίας του και συνολικά. Τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης σχετικά με τη βαρύτητα κάθε κριτηρίου δίνονται στον Πίνακα 5-2.

Πίνακας 5-2 Αποτελέσματα πολυκριτηριακής ανάλυσης σχετικά με τη βαρύτητα κάθε κριτηρίου.

Κριτήρια	Υποκριτήρια	Βαρύτητα στην κατηγορία	Συνολική βαρύτητα
Πολιτικό περιβάλλον (ΠΟ)			12,9%
	Πολιτική σταθερότητα (ΠΟ1)	42,6%	5,5%
	Διασυνοριακές συνεργασίες (ΠΟ2)	28,3%	3,6%
	Σχέσεις με την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΠΟ3)	29,1%	3,7%
Οικονομικό περιβάλλον (Ο)			40,9%
	Οικονομική πολιτική (Ο1)	22,0%	9,0%
	Χρέος προς την ΕΕ (Ο2)	14,0%	5,7%
	Κατά κεφαλήν εισόδημα (Ο3)	23,6%	9,7%
	Χρηματοπιστωτική δυνατότητα (Ο4)	21,1%	8,6%
	Επενδυτικά κίνητρα (Ο5)	19,3%	7,9%
Κοινωνικό περιβάλλον (Κ)			9,5%
	Μορφωτικό επίπεδο (Κ1)	32,0%	3,0%
	Περιβαλλοντική συνείδηση (Κ2)	29,9%	2,9%
	Θέληση για βελτίωση της ποιότητας ζωής (Κ3)	38,1%	3,6%
Τεχνολογικό περιβάλλον (Τ)			9,6%
	Υιοθέτηση νέων τεχνολογιών (Τ1)	34,9%	3,4%
	Επιμόρφωση σε νέες τεχνολογίες (Τ2)	31,8%	3,1%
	Ρυθμός εξελίξεων στην τεχνολογία (Τ3)	33,2%	3,2%
Περιβαλλοντικά θέματα (ΠΕ)			9,5%
	Υποδομές και ασφάλεια μεταφορών (ΠΕ1)	17,6%	1,7%
	Επίπεδο αστικοποίησης (ΠΕ2)	18,9%	1,8%
	Εξοικονόμηση ενέργειας (ΠΕ3)	31,0%	2,9%
	Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΠΕ4)	32,5%	3,1%
Νομικό-Νομοθετικό πλαίσιο (Ν)			19,1%
	Πολυνομία (Ν1)	17,2%	3,3%
	Πολιτική γης (Ν2)	17,4%	3,3%

	Πολιτικές για εξοικονόμηση ενέργειας (N3)	33,7%	6,4%
	Πολιτικές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (N4)	31,7%	6,1%

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

6.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ελληνικά κτίρια είναι υπεύθυνα για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Η ενέργεια αυτή προέρχεται κυρίως από πετρέλαιο και από ηλεκτρισμό (EP a, 2010). Η επισκόπηση και ανάλυση των δευτερογενών πηγών, κατέστησε σαφή την παγκόσμια, ευρωπαϊκή αλλά και εγχώρια αναγκαιότητα για τη μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, καθώς προκαλεί σημαντική οικονομική επιβάρυνση αλλά και ατμοσφαιρική ρύπανση (Ramanathan, 2009). Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες τεχνικές, μια από τις οποίες είναι και ο κατάλληλος σχεδιασμός των κτιρίων, η αλλιώς βιοκλιματική αρχιτεκτονική, που περιλαμβάνει ενεργειακά αποδοτικά συστήματα και τεχνολογίες, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Επίσης, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη παρατηρείται αύξηση στην ζήτηση ενέργειας, όχι μόνο γενικά αλλά και στον κτιριακό τομέα ειδικά. Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας οδηγεί σε έκκλιση μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ευθύνονται για το 70% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας από τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και κλιματισμό ευθύνονται για το 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Τα σπίτια με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο τροφοδοτείται αποκλειστικά από πετρέλαιο αντιπροσωπεύει το 35,5% των κατοικιών. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο κατά 25%, ηλεκτρισμό κατά 12% και καυσόξυλα κατά 18% (ΚΑΠΕ, 2012).

Η επιστημονική κοινότητα καταγράφει αυτό το φαινόμενο, συσχετίζοντάς το με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή (Adhikari, 2012). Πρωτοβουλίες σε παγκόσμιο επίπεδο, θέτουν τα πλαίσια των ευρύτερων πολιτικών για την αντιμετώπιση των φαινομένων αυτών, παράλληλα καλύπτοντας τις ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού σε ενέργεια (Engelund, 2008). Σε αυτή τη διαδικασία, οι έννοιες της ενεργειακής αποδοτικότητας, της εξοικονόμησης ενέργειας, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των κτιρίων χαμηλής ή μηδενικής εξωγενούς ενεργειακής κατανάλωσης αποκτούν σημαντική θέση για την καταπολέμηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Στην Ελλάδα ο κτιριακός τομέας και οι μεταφορές είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ελληνικά κτίρια είναι παλιά και δεν έχουν ενσωματωμένη state-

of-the art τεχνολογία, λόγω της έλλειψης σχετικής νομοθεσίας πριν από 35 χρόνια. Τα περισσότερα από αυτά τα κτίρια έχουν προβλήματα που σχετίζονται με (ΚΑΠΕ, 2012), μερική ή ολική έλλειψη θερμομόνωσης, ξεπερασμένη τεχνολογία σε παράθυρα / πόρτες (πλαίσια / υαλοπίνακες μόνο), έλλειψη προστασίας από τον ήλιο στη νότια και τη δυτική πλευρά, ανεπαρκή χρήση του υψηλού ηλιακού δυναμικού στην Ελλάδα και ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης / κλιματισμού, με αποτέλεσμα την κακή απόδοση(ΚΑΠΕ, 2012).

Από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων (Givoni, 1992; Habara et al., 2012; Lee et al., 2014; Nikoofard, 2011; Berry, 2013; Attia 2006), προκύπτει ότι ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και την δραστηριότητα που αναπτύσσεται στο εσωτερικό, η σημασία των μεταβλητών που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας μπορεί να διαφέρει. Από την ανάλυση των δευτερογενών πηγών εξήχθη το συμπέρασμα ότι η γεωμετρία του κτιρίου και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών, αποτελούν τους κύριους παράγοντες που έχουν μελετηθεί από την πλειονότητα των συγγραφέων που μελετήθηκαν. Στοιχεία γεωμετρίας ενός κτιρίου αποτελούν οι επιφάνειες με νότιο προσανατολισμό που στα ελληνικά κτίρια έχουν ελλiptή προστασία (ΚΑΠΕ, 2012), τον προσανατολισμό του κτιρίου με στόχο την εκμετάλλευση του πλούσιου ηλιακού δυναμικού και τη χρήση κατάλληλων σκιάστρων για αποφυγή της υπερθέρμανσης. Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων συμπεριλαμβάνουν τη θερμομόνωση στην τοιχοποιία και τον θερμικό συντελεστή των ανοιγμάτων. Παρατηρούμε λοιπόν, ότι όλα τα σημεία που επισημαίνονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως σημαντικά για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, σημειώνονται ως προβληματικά από το ΚΑΠΕ (2012). Ένας βασικός παράγοντας για την ελλiptή χρήση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού στα ελληνικά κτίρια είναι η ανυπαρξία κατάλληλης νομοθεσίας επί σειρά ετών.

Στην Ελλάδα, το βασικό πλαίσιο του χωροταξικού σχεδιασμού στην Ελλάδα καθορίζεται από τους κανονισμούς για την οικιστική ανάπτυξη, τον αστικό σχεδιασμό και τη νομοθεσία για τη χωροταξία. Ωστόσο, ο συνολικός χωροταξικός σχεδιασμός λαμβάνει οδηγίες από το νόμο σχετικά με την κατασκευή, τη νομοθεσία για το περιβάλλον, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο και τα εθνικά προγράμματα για τις επενδύσεις και την ανάπτυξη κινήτρων (BS, 2014). Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ) (BS, 2014) είναι μια σειρά από διατάξεις που καθορίζουν τα γενικά και ειδικά μέτρα που αφορούν την εκμετάλλευση των ακινήτων εντός και εκτός σχεδίου πόλεως και σε οικισμούς χωρίς εγκεκριμένο σχέδιο. Ειδικότερα, ο νόμος 4067/2012 ορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται κατά την κατασκευή, την ανάπτυξη των δημόσιων χώρων όσον αφορά τη χρήση, την υγιεινή και την ασφάλεια έτσι ώστε να προστατεύεται το φυσικό, πολιτιστικό και οικιστικό περιβάλλον και η εξυπηρέτηση των συμφερόντων της κοινωνίας. Είναι ο

πρώτος νόμος που παρουσιάζει τις κατευθύνσεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού ως μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας στα Ελληνικά κτίρια.

Ως εκ τούτου, γίνεται προφανές ότι η σύγχρονη τάση για τα κτίρια είναι να γίνουν αυτοσυντηρούμενα και «μηδενικής κατανάλωσης» ή «μηδενικής καθαρής κατανάλωσης». Όπως επισημαίνει και η ASHRAE (2008), το κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ως ένα κτίριο το οποίο, σε ετήσια βάση, δεν χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που παρέχεται σε αυτό από τις επί τόπου ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Engelund, 2008). Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μπορεί να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου. Το μειωμένο πλέον φορτίο μπορεί να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που κατά προτίμηση βρίσκονται εγκατεστημένα στο ίδιο το κτίριο (BS, 2014).

Με βάση αυτές τις διαπιστώσεις, σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη και στην Ελλάδα ειδικότερα, καθώς και τα υφιστάμενα νομικά πλαίσια και τις ρυθμίσεις που καθορίζουν σαφείς τεχνικές και μεθόδους για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, στην παρούσα διατριβή προτείνεται η δημιουργία μιας βιοκλιματικής κατοικίας, μικρού μεγέθους. Η κατοικία αυτή μπορεί να είναι πλήρως αυτόνομη ενεργειακά, με αξιοποίηση των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού αλλά και συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κατοικία μπορεί να έχει χρήση ως εξοχική κατοικία ή τουριστικό κατάλυμα και μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε περιοχή στην Ελλάδα. Επίσης μπορεί να επεκταθεί με τη συνδυασμένη χωροθέτηση δύο ή περισσότερων κατοικιών (δομικών μονάδων). Αυτή η κατοικία μελετάται ενεργειακά με στόχο να προσεγγιστεί το συνολικό της κόστος εγκατάστασης και στη συνέχεια οικονομοτεχνικά. Γίνεται ανασκόπηση δευτερογενών πηγών για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, και καταγραφή των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχέση με τη χωροθέτηση και τα δομικά υλικά των κτιρίων. Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης και του λειτουργικού κόστους της προτεινόμενης κατοικίας με μία συμβατική κατοικία αντίστοιχου μεγέθους και διερεύνηση των παραγόντων του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επένδυσης. Τέλος προτείνονται στρατηγικές προώθησης του προϊόντος της βιοκλιματικής κατοικίας στην Ελλάδα σήμερα.

6.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη χρησιμοποίησε πηγές από τη διεθνή βιβλιογραφία. Οι πηγές θεωρούνται έγκυρες και μπορούν να αποτελέσουν βάση της μελέτης. Η διατριβή στηρίζεται σε γενικές κατευθύνσεις και διαπιστώσεις που εξήχθησαν από την ανασκόπηση δευτερογενών πηγών και στη συνέχεια παράγει

πρωτογενή συμπεράσματα για τη μελέτη και την βιωσιμότητα ενός σχεδίου ανάπτυξης βιοκλιματικής κατοικίας μικρής κλίμακας. Η βάση δόθηκε στην ανάπτυξη της ιδέας της προτεινόμενης βιοκλιματικής κατοικίας και τον στρατηγικό σχεδιασμό της προώθησής της στην Ελλάδα σήμερα.

Ως εκ τούτου, δεν έγινε ανασκόπηση άλλων βιοκλιματικών κατοικιών, που έχουν αναπτυχθεί ως πιλοτικά έργα στην Ευρώπη και την Ελλάδα και αφορούν άλλου είδους κτίρια (κυρίως μη οικιακά). Η συγκεκριμένη επιλογή έγινε καθώς, κρίθηκε επαρκής η ανασκόπηση των αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού για τη σύνθεση της βιοκλιματικής κατοικίας και δεν θεωρήθηκε ότι θα προσδώσει επιπλέον αξία στη μελέτη η καταγραφή δεδομένων από τη λειτουργία κτιρίων σε άλλες συνθήκες. Αντ' αυτού χρησιμοποιήθηκαν μέσοι όροι εξοικονόμησης ενέργειας που σχετίζονται με τα βιοκλιματικά κτίρια και υπήρχαν στη βιβλιογραφία που εξετάστηκε.

Επίσης, σχετικά με τον υπολογισμό των απαιτούμενων πηγών ανανεώσιμης ενέργειας, για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας, οι υπολογισμοί έγιναν για εξ ολοκλήρου κάλυψη ενός κτιρίου στην Αθήνα. Είναι πολύ πιθανόν, εάν αλλάξει η θέση εγκατάστασης του κτιρίου, να αλλάξει και το μέγεθος του φωτοβολταϊκού και ηλιοθερμικού συστήματος. Αυτό στη συνέχεια θα επηρεάσει το συνολικό κόστος εγκατάστασης του κτιρίου και άρα τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διατριβής. Η ανασκόπηση δευτερογενών πηγών για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων προσέδωσε συμπεράσματα σχετικά με τη γεωμετρία του κτιρίου και τη θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του. Τα συμπεράσματα αυτά αφορούν κτίρια στην Ελλάδα, την Ευρώπη και παγκοσμίως. Στην Ελλάδα ειδικότερα, κατεγράφη ότι η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι χαμηλή, λόγω χρήσης παλαιών κουφωμάτων, ελλιπούς αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, τόσο παθητικά όσο και ενεργητικά και έλλειψης σκιασμού στα ανοίγματα της νότιας πλευράς. Αυτά ακριβώς τα στοιχεία συγκεράστηκαν με τα αποτελέσματα της ανάλυσης των κατευθύνσεων του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σχέση με τη χωροθέτηση και τα δομικά υλικά των κτιρίων. Προέκυψε ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική μπορεί να συμβάλλει θεαματικά στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς αξιοποιεί παθητικά την ηλιακή ενέργεια και προσαρμόζει το κτίριο στο περιβάλλον του με τον βέλτιστο τρόπο. Οι οποιοσδήποτε περαιτέρω ανάγκες σε θέρμανση και ηλεκτρισμό μπορούν να καλύπτονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η προτεινόμενη βιοκλιματική κατοικία σχεδιάζεται με ανοίγματα και ηλιακό χώρο στη νότια πλευρά, και υψηλή επάρκεια θερμομόνωσης σε όλα τα δομικά στοιχεία. Τα βιοκλιματικά στοιχεία της κατοικίας αυξάνουν το κόστος κατά 10%.

Η μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης προσδιόρισε τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της προτεινόμενης κατοικίας και υπέδειξε ότι απαιτείται ένα σύστημα 5 kWp με την αντίστοιχη αποθήκευση με μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης για την δυνατότητα τεσσάρων ημερών αυτονομίας. Το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής με ΑΠΕ αυξάνει το κόστος εγκατάστασης κατά 40%. Η μελέτη θερμικών απωλειών για την πλήρη κάλυψη των μειωμένων θερμικών αναγκών της προτεινόμενης κατοικίας, υπέδειξε ότι το κτίριο απαιτεί ηλιοθερμικό σύστημα με επιφάνεια συλλεκτών περί τα 7 m². Η προσθήκη του ηλιοθερμικού συστήματος αυξάνει το κόστος εγκατάστασης κατά 9%.

Συνοπτικά το κόστος κατασκευής της συμβατικής κατοικίας είναι 44000 €, ενώ της βιοκλιματικής 70000 €, δηλαδή 59% περισσότερο.

Από τη σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης και του λειτουργικού κόστους της προτεινόμενης κατοικίας με μία συμβατική κατοικία αντίστοιχου μεγέθους, προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα: Στην συμβατική κατοικία, οι ανάγκες ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, θα πρέπει να προέρχονται από το δίκτυο και από την καύση συμβατικών πηγών ενέργειας αντίστοιχα. Από το κόστος λειτουργίας της συμβατικής κατοικίας προέρχεται η εξοικονόμηση κόστους στην οικονομική ανάλυση της βιοκλιματικής κατοικίας. Το υπερβάλλον κατά 59% κόστος αποσβένεται σε 18 έτη, όπως υπολογίστηκε με βάση την οικονομική ανάλυση Καθαρής Παρούσας Αξίας.

Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα επιπλέον κόστους, κυρίως λόγω των μπαταριών και του βοηθητικού εξοπλισμού. Η επιλογή λιγότερων ημερών αυτονομίας, ή η χρήση φωτιστικών λαμπτήρων led, θα μείωνε το μέγεθος της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και της συστοιχίας μπαταριών. Τέτοιες μέθοδοι προσαρμογής του συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού, μπορεί να εφαρμοστούν όταν το επιτρέπει η χρήση της κατοικίας (χρήση μόνο τους θερινούς μήνες) ή η τοποθεσία εγκατάστασης (λιγότερες μέρες χωρίς ηλιοφάνεια). Από την άλλη πλευρά, η ανάγκη για ύπαρξη δικτύου, σημαίνει ότι οι θέσεις εγκατάστασης της κατοικίας περιορίζονται στα σημεία που υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο ηλεκτρισμού και ύδρευσης.

Τέλος παραθέτουμε τα συμπεράσματα από τις αναλύσεις SWOT και PESTEL-AHL. Η ανάλυση SWOT υπέδειξε ότι οι παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι καθοριστικοί για την προώθηση της επένδυσης της βιοκλιματικής κατοικίας. Συγκεκριμένα, η συρρίκνωση του κατασκευαστικού κλάδου, ειδικά στον τομέα των ιδιωτικών κατοικιών λόγω της οικονομικής κρίσης και της πληθώρας διαθέσιμων κατοικιών από πλειστηριασμούς, δεν επιτρέπει την προώθηση της μικρής βιοκλιματικής κατοικίας σε Έλληνες μικροεπενδυτές που επιθυμούν να οικοδομήσουν την εξοχική τους κατοικία. Από την άλλη πλευρά, ο τομέας του τουρισμού, είναι από τους λίγους τομείς που παρουσιάζει

ανάπτυξη στην Ελλάδα, με αύξηση πάνω από 15% για δύο συνεχόμενα έτη. Προτείνονται πλέον μοντέλα οικονομικής αποδοτικότητας σε σημαντικούς τομείς της ελληνικής βιομηχανίας όπως ο τουρισμός. Επίσης, το προϊόν είναι ανταγωνιστικό και προσφέρει περιβαλλοντικά οφέλη, η δομή επιτρέπει την διαμόρφωση ενός συγκροτήματος πολλών μικρών βιοκλιματικών κατοικιών ή τον συνδυασμό περισσότερων μονάδων για τη δημιουργία μεγαλύτερων κατοικιών. Με αυτά τα δεδομένα, καταλήγουμε στην εξής πρόταση: Προώθηση της βιοκλιματικής κατοικίας σε τουριστικές επιχειρήσεις που επιθυμούν να προσφέρουν ένα εναλλακτικό τουριστικό κατάλυμα στους πελάτες τους, ειδικά τους τουρίστες από το εξωτερικό. Θεωρείται ότι, ο συνδυασμός της μικρής βιοκλιματικής κατοικίας με το τουριστικό προϊόν δίνει προοπτική βιωσιμότητας της επιχείρησης. Επίσης, σε αυτό το πλαίσιο, το κόστος αρχικής επένδυσης ανά κατοικία θα μειωθεί λόγω της οικονομίας κλίμακας. Λαμβάνεται εδώ υπόψη ότι πολλοί επενδυτές στον τομέα του τουρισμού είναι από το εξωτερικό ή διαχειρίζονται κεφάλαια από το εξωτερικό, γεγονός που παρακάμπει το πρόβλημα της χρηματοπιστωτικής ασφυξίας.

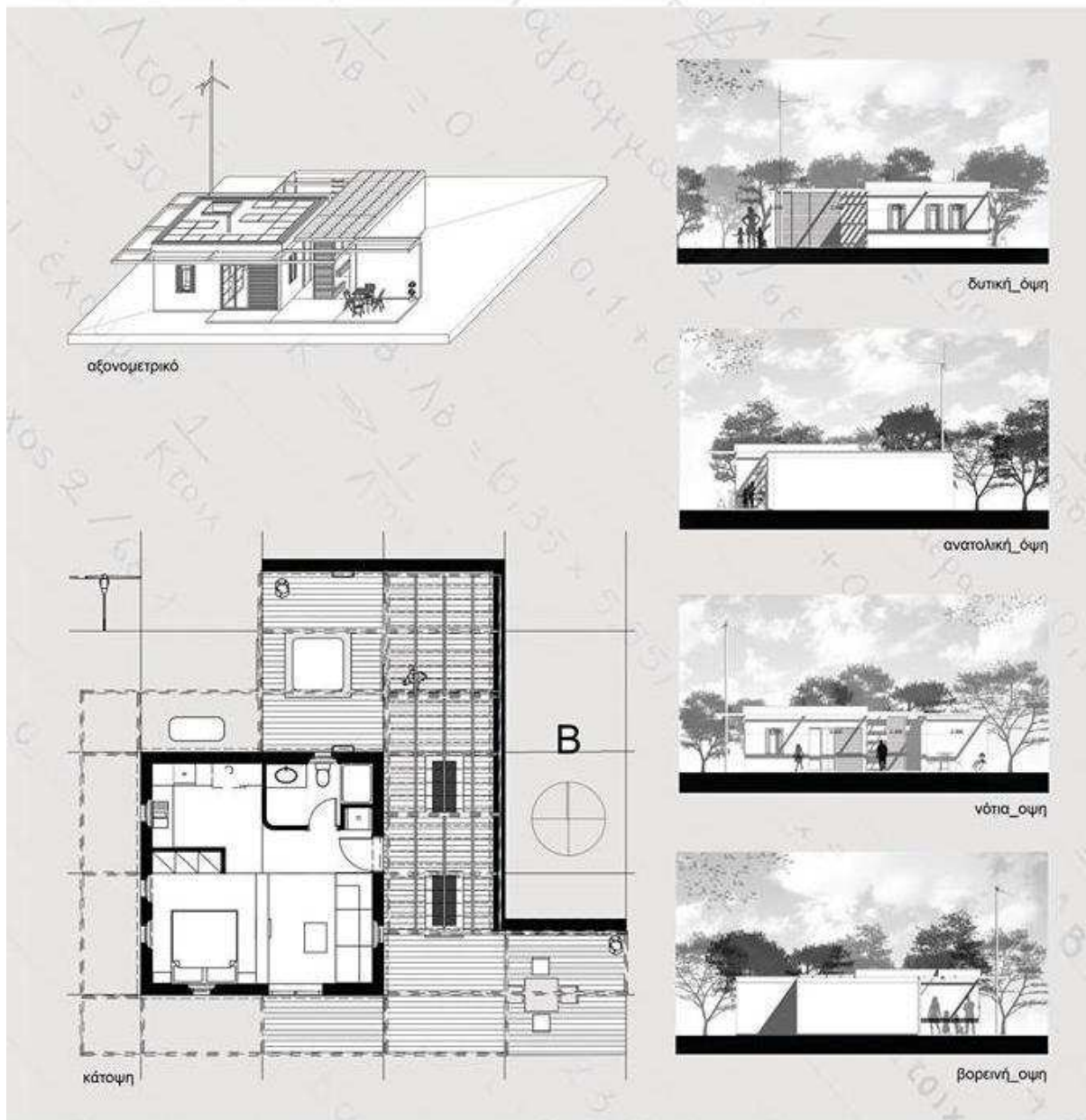
Από την πολυκριτηριακή ανάλυση PESTEL-AHL για τον προσδιορισμό των σημαντικότερων παραγόντων που επηρεάζουν το μέλλον της επένδυσης, προέκυψε ότι το οικονομικό και νομικό περιβάλλον είναι τα πιο καθοριστικά. Συγκεκριμένα οι εξής παράγοντες έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στον σχεδιασμό της επένδυσης: οικονομική πολιτική, κατά κεφαλήν εισόδημα, πολιτικές για εξοικονόμηση ενέργειας και πολιτικές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Α.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

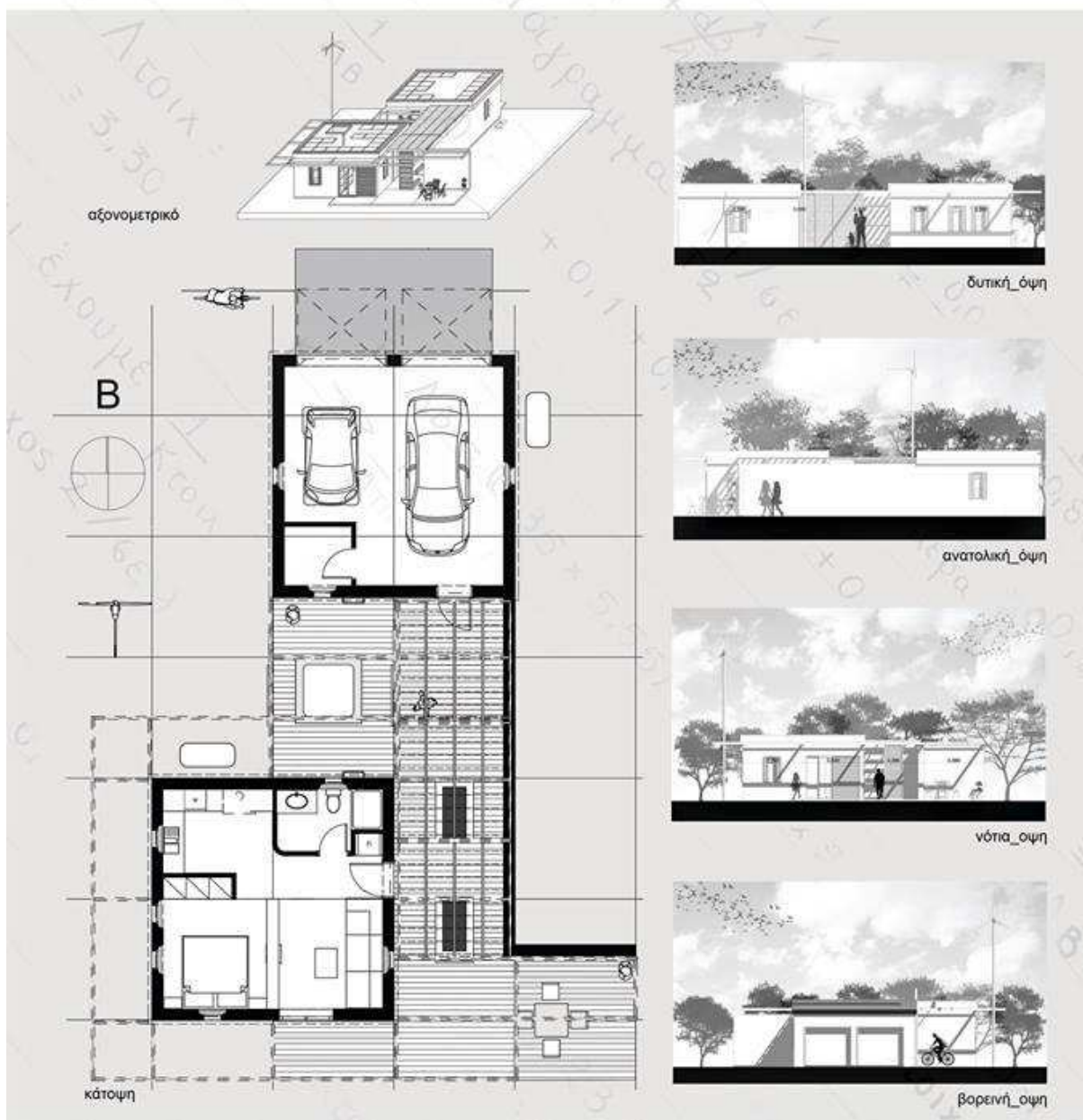
A.1.1 Πρόταση 1

Κατοικία 44 m²



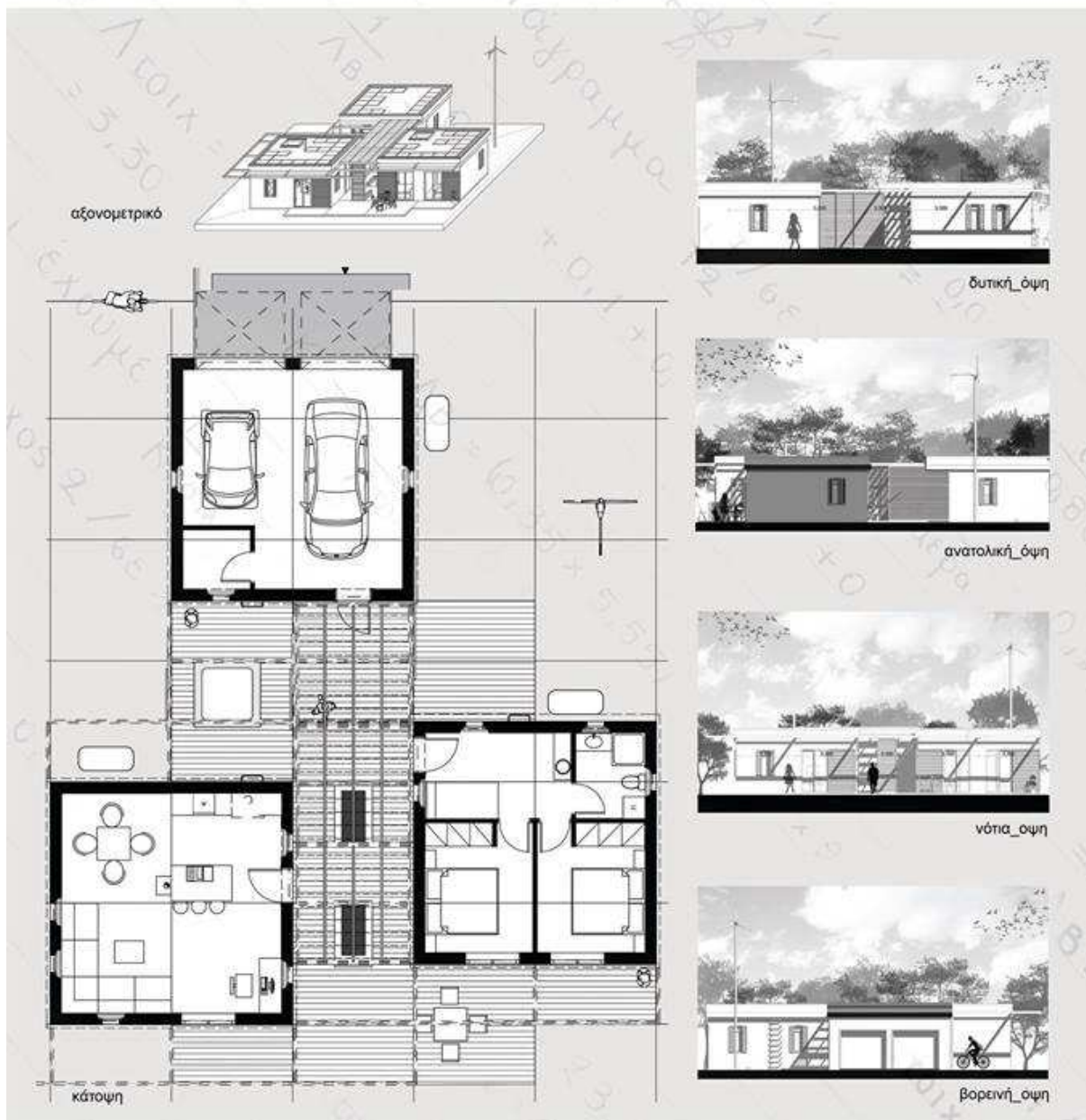
A.1.2 Πρόταση 2

Κατοικία 88 m²



A.1.3 Πρόταση 3

Κατοικία 132 m²



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[ASHRAE] American Society of Heating, Refrigerating Air-conditioning Engineers (2008). ASHRAE Vision 2020, Producing Net Zero Energy Buildings [online]. Available from <http://www.ashrae.org/> (Accessed on 27 July 2015)

[BS] Build SEE, (2014). Addressing the divide between the EU indicators and their practical implementation in the green construction and ecosocial re-qualification of residential areas in South East Europe regions: Country Report. Greece. Working Package 3.

[CARB] California Air Resources Board. Asthma and air pollution. [online]. Available from <http://www.arb.ca.gov/research/asthma/asthma.htm> (accessed on 7 June 2015)

[CEC] Commission of the European Communities (2007). Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius The way ahead for 2020 and beyond. [online]. Available from http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0002en01.pdf (accessed on 16 May 2015)

[Cres] The Centre for Renewable Energy Sources and Saving (2012). 'Energy Efficiency Policies and Measures in Greece' [online], Available from: http://www.odyssee-indicators.org/publications/PDF/greece_nr.pdf, [Accessed on 21 April 2015]

[DIN 4701] (1983) Rules for calculating the heat requirement of buildings - Tables, pictures, algorithms.

[EC] European Commission (2001). Energy Storage, a key technology for decentralized power, power quality and clean transport. [online]. Available from ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/eesd/docs/db_energy_storage_eur19978.pdf (accessed on 22 May 2015)

[EC] European Commission (2008). Towards a 'Post Carbon society'. European research on economic incentives and social behaviour. Luxemburg: European Communities

[EC] European Commission (2010). Energy-efficient buildings PPP, Multi-annual roadmap and longer term strategy. [online]. Available from http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/sb_publications/eeb_roadmap.pdf (accessed on 4 June 2015)

[EEA] European Environment Agency, (2011) 'Survey of resource efficiency policies in EEA member and cooperating countries- Country profile Greece' [Online], Available from:

www.eea.europa.eu/resource-efficiency/greece-2014-resource-efficiency_policies-EEA_member-cooperating_countries.html [Accessed on 21 April 2015]

[EP a] European Parliament and the Council of European Union (2009). Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 [online]. Available from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0136:0148:EN:PDF> (Accessed on 4 August 2015)

[EP b] European Parliament and the Council of European Union (2009). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 [online]. Available from <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:en:PDF> (Accessed on 4 August 2015)

[EP] European Parliament and the Council of European Union (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings [online]. Available from http://www.eceee.org/buildings/EPBD_Recast/EPBD_recast_19May2010.pdf (Accessed on 3 August 2015)

[EREC] European Renewable Energy Council (2004). Integration of renewable energy sources, Targets and benefits of large scale deployment of renewable energy sources [online] Available from http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES_in_EU_and_CC/backgroundpaper.pdf (accessed on 6 June 2015)

[IEA] International Energy Agency (2012). CO2 Emissions from fuel combustion Highlights [online] Available from <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf> (Accessed on 15 April 2015)

[IOBE] Ίδρυμα οικονομικών και βιομηχανικών ερευνών, (2014), Η Ελληνική Οικονομία, Έκθεση 2014.

[Vinius] Vinius Gediminas Technical University, (2014), Bioclimatic Principles of Architecture, Faculty of Architecture, Department of Urban Design.

[ΟΘΚ] Υπηρεσία Ενέργειας, (2010), Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων, Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού.

Adhikari, R.S., Aste, N., Del Pero, C., Manfren, M. (2012). Net Zero Buildings: Expense or Investment?, Energy Procedia, 14, pp 1331-1336

Ag, (2005). The Private Cost Effectiveness Of Improving Energy Efficiency. Productivity Commission, Australian Government.

Anderson, J. R., Ed. (2000). Cognitive Psychology And Its Implications. New York, Worth Publishers.

Anshuman, S. (1999). The Potential Of Mental Imaging In The Architectural Design Process. In: Idater, Leicertershire.

Arquitetura. Sao Paulo, Fauusp.

Baber, N. and Stroomers, K. (2013). Daylight Design Of Buildings. Earthscan.

Ball, D. (2013). Applications of Redox reactions: Voltaic cells, Introductory Chemistry, [online]. Available from: http://catalog.flatworldknowledge.com/bookhub/reader/2273?e=ball-ch14_s03 [accessed 21 April 2015]

Banos, R., Manzano-Agugliarob, F., Montoyab, F.G., Gila, C. Alcaydeb, A. Gomez, J. (2010). Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. Renewable and sustainable energy reviews.15, pp 1753-1766

Bergdoll, B., Ed. (2000). Dictionary Of 20th Century Architecture. London, Thames And Hudson.

Black, K. (2013) Healthy Living. Earthscan.

Bolla, V., & Pendolovska, V. (2011). Eurostat Statistics in Focus 10/2011. General and regional statistics Environment and energy. [online]. Available from http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-11-010/EN/KS-SF-11-010-EN.PDF (accessed on 17 May 2015)

Brawne, M. (2003). Architectural Thought: The Design Process And The Expectant Eye. Oxford, Architectural Press/Elsevier.

Breem. (2006). "Bre's Environmental Assessment Method." Retrieved 10-03, 2006, From [Http://www.breem.org](http://www.breem.org).

Broadbent, G. (1982). Design In Architecture. Architecture And Human Sciences Barcelona.

Broadbent, G. (2004). Architectural Education. Educating Architects. M. Pearce And M. Toy, Academy Editions.

Brown, A. G. P. (2003). "Visualization As Common Design Language: Connecting Art And Science." Automation In Construction 12: 703-713.

Carl, P. (2004). The Ambiguity Of Intentions. Environmental Diversity In Architecture. K. Steemers And M. A. Steane. Abingdon, Spon Press.

Carlo, J., E. Guisi, R. Lamberts And A. Mascarenhas (2006). Energy Efficiency In The Building Regulation Of Salvador. In: Entac, Florianopolis-Brazil, Antac.

Carlo, J., G. Tocolini And R. Lamberts (2005). Evaluation Of External Conditions Of Building In 4 Capitals In Brazil. In: Enac-Elac, Macio- Brazil.

Carvalho M.G., Bonifacio, M., Dechamps, P. (2009). Building a low carbon society, in: Invited Lecture in 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. Dubrovnik, Croatia (28 September 2009). [online]. Available on http://www.gracacarvalho.eu/xms/files/INTERVENCOES_PUBLICAS/PALESTRAS/decarbonisation_of_society.pdf (Accessed on 20 June 2015)

Clark, R. And M. Pause (1995). Architecture: Methods Of Composition. New York, John Wiley & Sons.

Cox, S. And A. Hamilton, Eds. (1995). Architect's Job Book. London, Riba.

Cross, N., Ed. (2000). Developments In Design Methods. Cambridge, Mit Press.

Cucinella, M. (2004). Mario Cucinella Works At Mca. Buildings And Projects. Bologna, The Plan Art & Architecture Editions.

Dascalaki E.G., Balaras C.A., Gaglia A.G., Droutska KG., Kontoyiannidis S. (2012). 'Energy performance of buildings—EPBD in Greece', Energy Policy, vol.45, pp. 469-477

Davis, M. A. And Y. Artonkitjawa (2004). Determining The Effectiveness Of The Ashrae 90.1, 1999 Building Energy Code By Design Professionals In South Carolina And To Indentify Barriers Towards Implementation. In: 21th Conference On Passive And Low Energy Architectire, Eindhoven, The Netherlands, Plea.

De Wilde, P. (2004). Computational Support For The Selection Of Energy Savings, Building Components. Technology. Delft, University Of Technology Of Delft.

Doe (1995). "Build Up Energy Savings With Residencial Standards." Tomorrow's Energy Today, For Cities And Counties. Office Of Energy Efficiency And Renewable Energy.

Duffy, F. (2004). Education In Architecture. Educating Architects. M. Pearce And M. Toy, Academy Editions.

Dyson R.G., (2004), Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick, European Journal of Operating Research, Vol. 152, pp. 631-640.

Erg (1999). Solar Bioclimatic Architecture 2. Renewable Energy Series. Ireland, Energy Research Group. School Of Architecture University College Of Dublin. Lior.

European Parliament and Council (2010). Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast) [online]. Available from: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ1:2010:153:0013:0035:EN:PDF> [Accessed 10 March 2015]

Eurostat a. Final energy consumption by sector. [online]. Available from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdpc320&language=en> (accessed on 16 May 2015)

Eurostat b. Greenhouse gas emissions by sector. [online]. Available from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdcc210&language=en> (accessed on 22 May 2015)

Eurostat c. Gross inland energy consumption by fuel.[online]. Available from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&pcode=tsdcc320&language=en> (accessed on 24 May 2015)

Eurostat d. Electricity generated from renewable sources, 1990-2008 [online]. Available from http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Electricity_generated_from_renewable_sources,_1990-2008.jpg&filetimestamp=20111108111150 (accessed on 5 June 2015)

Eurostat e. Electricity generated from renewable sources, [online]. Available from

Fisher, P. (2004). *Experiencing Climate: Architecture And Environmental Diversity*. Environmental Diversity In Architecture. K. Steemers And M. A. Steane. Abingdon, Spon Press.

Fox, W. (Ed.) (2000) *Ethics And The Built Environment*. London, Routlidge Pub.

Foxell, S., Ed. (2003). *The Professionals' Choice. The Future Of The Built Environment Professions*. London, Building Futures (Cabe/Riba).

Gasparini, G. C. (1988). *Contexto E Tecnologia. O Projeto Como Pesquisa Contemporânea Em*

Goulart, S. And T. Pitta (1994). *Advanced Topics In Bioclimatology To Building Design, Regarding Environmental Comfort*. Florianopolis: Ppgec-Ufsc Ppgec-Ufsc).

Gratia, E. And A. D. Herde (2003). "Design Of Low Energy Office Buildings." *Energy And Buildings* 35: 473-491.

Groat, L. (2002). *Systems Of Inquiry And Standards Of Research Quality. Architectural Research Methods*. D. Wang And L. Groat. New York, John Wiley And Sons Ltd.

Haapasalo, H. (2000). *Creative Computer Aided Architectural Design, An Internal Approach To The Design Process*. Industrial Engineering. Oulu, University Of Oulu.

Hagan, S. (2001) *Taking Shape: A New Contract Between Architecture And Nature*. Oxford, Architectural Press

Hartog, J. P. D. (2004). *Designing Indoor Climate- A Thesis On The Integration Of Indoor Climate Analysis In The Architectural Design*. Engineering Department. Delft, Delft University:230.

Heinze M., Voss K., (2009). 'Goal zero energy building — exemplary experience based on the solar estate Solarsiedlung Freiburg am Schlierberg, Germany', *Journal of Green Building*, vol.4, no.4

Heschong, L. (1999). *Thermal Delight In Architecture*, Mit Press.

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsien050> (accessed on 5 June 2015)

IRENA, (2012), *Off Grid PV Power Systems System Design Guidelines, Industry BEST PRACTICE for the design and installation of PV Grid Connect Systems.*

John, G., D. Clements-Grome And G. Jeronimidis (2004). "Sustainable Building Solutions: A Review Of Lessons From The Natural World." *Building And Environment* 40(3): 319-328.

Kirsten Englund, K., Thomsen, K., Wittchen, B., EuroACE1 (2008). *Survey-European national strategies to move towards very low energy buildings*

Koenigsberger, O. H., T. G. Ingersoll, A. Mathew And S. V. Szokolay (1980). *Manual Of Tropical Housing*. New York.

Kramer, J., Krothapalli, A., Greska, B. (2007). 'The off-grid zero emission building' *Proceedings of the Energy Sustainability Conference 2007*, pp. 573-580

Lawson (1984). *Cognitive Strategies In Architectural Design. Developments In Design Methodology*. N. Cross, John Wiley And Sons Ltd.

Lawson (2005). *Cognitive Strategies In Architectural Design. In Design Methodology*. N. Cross, John Wiley And Sons Ltd.

Lawson, B. (1997). *How Designers Think: The Design Process Demystified*. Oxford, Architectural Press.

Lee S. H., Chung G. C., Jang J. Y., Ahn S. J., Zwiazek J. J. (2012). Overexpression of PIP2;5 aquaporin alleviates effects of low root temperature on cell hydraulic conductivity and growth in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 159, 479–488. 10.1104/pp.112.194506

Lior, N. (2010). Sustainable energy development: The present (2009) situation and possible paths to the future. *Energy*, 35. pp 3976-3994

Lqbal M.T. (2004). 'A feasibility study of a zero energy home in Newfoundland', *Renewable Energy*, vol. 29, no.2, pp. 277-289

Maciel, A. (2003). *Features Of Brasilia's Climate Regarding Bioclimatic Buildings. 20th Conference On Passive And Low Energy Architecture Santiago, Chile.*

Marsh, A. (1997). *Performance Analysis And Conceptual Design. School Of Architecture And Fine Arts, The University Of Western Australia.*

- Martin G. (1972). Endo-, Para- And Ecodormancy: Physiological Terminology And Classification For Dormancy Research. *Hortscience* 22, 371–377.
- Maver, T. And J. Petric (2003). "Sustainability:Real And/Or Virtual." *Automation In Construction* 12: 641-648.
- Nave, Carl R. (Rod). *Evaporation of Perspiration: Cooling Mechanisms of Human Body*. 2012.
- Nfah et al. (2008). 'Simulation of off-grid generation options for remote villages in Cameroon', *International journal of Renewable Energy*, vol. 33, no. 5, pp. 1064–1072
- Νίκας, Σ. (2010). *Αρχές Μετάδοσης Θερμότητας για Μηχανικούς*. Τόμος Ι, Έκδοση Ι.
- Odpm, (2006). *Part L 2006: Building Regulations (Conservation Of Fuel And Power)*. O. O. T. D. P. Minister.
- Olgay, V. (1973). *Design With Climate Bioclimatic Approach To Architecture Regionalism*. New Jersey, Princeton University.
- Pedrini, A. (2002). *Integration Of Low Energy Strategies To The Early Stages Of Design Process Of Office Buildings In Warm Climate*. Department Of Architecture Brisbane, The University Queensland.
- Perez-Lombard, L., Ortiz J., Pout, C. (2007). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40, pp 394-398
- Poussard, E. And B. Peuportier, (2003). *Guide For A Building Energy Label- Promoting Bioclimatic And Solar Construction And Renovation*. Predac And W. P. Consortium.
- Psiloglou, B. E. (2009). Estimation of the ground albedo for the Athens area, Greece. *Athenas: Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*.
- Ramanathan, V., Feng, Y. (2009). Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives. *Atmospheric Environment* ,43, pp 37-50
- Roaf, S. (2004). *Adapting Buildings And Cities For Climate Change: A 21st Century Survival Guide*, Elsevier.
- Schellen, L., M. Loomans, W. van Marken Lichtenbelt, J. Toftum, and M. Wit. (2011) "Differences between passive and active cooling systems in gender, physiological." *Technische Universiteit Eindhoven* .
- Segawa, H. And G. M. Dourado (1997). *Oswaldo Arthur Bratke*. Sao Paulo, Proeditores.
- Shahriar, S.,Erkan, T. (2008) 'An econometrics view of worldwide fossil fuel consumption and the role of US', *Energy Policy*, vol.36,no2, pp.775-786.
- Shaviv, E. (1999). "Design Tools For Bio-Climatic And Passive Solar Building." *Solar Energy* 67:189-204.

Shaviv, E. And I. G. Capeluto (1992). "The Relative Importance Of Various Geometrical Design Parameters In A Hot, Humid Climate." *Ashrae Transactions* 92(1): 589-605.

Shi, L., Chew, M.Y.L., (2011). A review on sustainable design of renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, pp 196-207

Stasinopoulos, T. N. (1993). A Critical Review Of Solar Architecture Between 1973-93. In: *Harmony With Nature*, Budapest, Ises.

Steadman, J.P., (1994), *Built Forms And Building Types: Some Speculations*, Centre For Configurational Studies, Faculty Of Technology, Open University, Milton Keynes Mk7 6aa, England

Stemers, K. And M. A. Steane, Eds. (2004). *Environmental Diversity In Architecture*. Abingdon, Spon Press.

T.O.T.E.E (2010). Climatic data of Greek areas, [online] http://helapco.gr/pdf/TOTEE_20701_3_Final_TEE_2nd.pdf [accessed on 5 April 2015]

Technologies, Home Building Trends and New Custom Home. (2014). *Masters Touch Custom Homes Construction News*.

The Municipal Art Society of New York, (2012), *Greening NYC's Historic Buildings - Green Rowhouse Manual*. New York.

Toledo, A. M. And F. O. R. Pereira (2005). Evaluation Of Natural Ventilation In Building Apartments: Part I- How Architects Evaluate It. In: *Encac/Elacac, Maceio- Brazil, Antac*.

Tombazis, A. And T. Schmiedeknecht (2002). *Tombazis And Associates Architects. Less Is Beautiful*. Italy, L'arca Edizioni.

Tzempelikos, AK. and Athienitis, A. (2007). The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand. *Monreal*.

United Nations (2008). Kyoto protocol [online], available from: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php [Accessed 21 March 2015]

Whitman, Bill, Bill Johnson, John Tomczyk, and Eugene Silberstein. (2012). *Refrigeration and Air Conditioning Technology*. 2012.

Wines, J. (2000) *Green Architecture*. London, Taschen.

Wolcott, H. F. (1994). *Transforming Qualitative Data: Description, Analysis And Interpretation*. London, Sage.

Yüksel, I., (2012), Developing a Multi-Criteria Decision Making Model for PESTEL Analysis, *International Journal of Business and Management*, Vol. 7, No 24.

Ζορπάς, Α., (2015), SWOT – PESTEL -Πολύ Κριτηριακή Ανάλυση, Ακαδημαϊκές Διδακτικές Σημειώσεις για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος.

Διαδίκτυο

[Ecoboiler] Available from: <http://ecoboiler.gr/%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%87%CF%8E%CF%81%CE%BF/> [Accessed 20 November 2015]

[Oiko-domisis] Available from: <http://www.oiko-domisis.gr/%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CF%84%CE%AF%CF%81%CE%B9%CE%B1-passive-house.html> [Accessed 28 November 2015]

[Oikopress] Available from: <http://oikopress.gr/index.php/2012-09-24-13-16-49/162-2012-11-27-15-45-32> [Accessed 21 November 2015]

[Olympic engineering & consulting] Available from: <http://www.oleng.eu/autonoma-fotovoltaika-systemata/> [Accessed 28 November 2015]

[Praktikal] Available from: <http://www.praktikal.gr/technical/115-technika/143-ypologismos-thermoperatotitas.html> [Accessed 25 November 2015]

[Susdesign] Available from: <http://www.susdesign.com/overhang/> [Accessed 25 September 2015]

[USC University of Southern California] Available from: http://www.usc.edu/dept-00/dept/architecture/mbs/tools/thermal/overhang_design.html [Accessed 25 September 2015]