

Σχεδιασμός Πρότυπης Προκατασκευασμένης Κατοικίας Ήπιου Οικολογικού Αποτυπώματος

Αγγελική Τσονάκα

Αρχιτέκτονας & Μεταπτ. Φοιτήτρια ΠΣΠ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
tsonakina@hotmail.com, std75858@ac.eap.gr

Αινείας Οικονόμου

Δρ. Αρχιτέκτονας και Μέλος ΣΕΠ ΠΣΠ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ
aineias4@yahoo.com

Περίληψη – Το κείμενο αυτό παρουσιάζει διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Πόλεων» του ΕΑΠ και πραγματεύεται την σύνθεση ενός πρότυπου κτιρίου κατοικίας, ήπιου οικολογικού αποτυπώματος.

Λέξεις-Κλειδιά: Προκατασκευή, Οικολογικό Αποτύπωμα, Σχεδιασμός Κατοικίας

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Η επιλογή του θέματος έγινε με στόχο τον προβληματισμό σχετικά με τα μοντέλα σχεδιασμού, κατασκευής και κατοίκησης των κτιρίων, αφού ο κτιριακός τομέας απορροφά μεγάλο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας ετησίως στον σύγχρονο δυτικό κόσμο και η κατοικία αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του τομέα αυτού.

Βασικοί στόχοι του εγχειρήματος, είναι η θέσπιση κριτηρίων ως προς την φύση και την χρήση των δομικών υλικών που επιλέγονται και ως προς την συσχέτιση των επιμέρους δομικών στοιχείων μεταξύ τους για την δημιουργία μιας μονάδας κατοίκησης που επιφέρει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον προσφέροντας παράλληλα ικανοποιητικό επίπεδο διαβίωσης. Η μονάδα αυτή πρέπει να μπορεί να αναπαραχθεί, προσαρμοζόμενη στο μικροκλίμα του εκάστοτε γηπέδου, αλλά και να μπορεί να τροποποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών, όπως αυτές θα διαμορφώνονται κατά περίπτωση.

Από την μελέτη του προτύπου, προκύπτουν μετρήσιμα στοιχεία σχετικά με την μείωση των εκπομπών ρύπων, την κατανάλωση ενέργειας και φυσικών πόρων, σε όλο τον κύκλο ζωής του καθώς και για το ποσοστό ανακύκλωσής του μετά το πέρας της χρήσης του. Με τον τρόπο αυτό αξιολογείται η δυνατότητα να αποτελέσει το συγκεκριμένο πρότυπο ένα πιθανό εναλλακτικό σενάριο για την κάλυψη των οικιστικών αναγκών στην σημερινή εποχή.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

Για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του αντικειμένου, κρίθηκε απαραίτητη η καταρχήν οριοθέτηση του θέματος με τον ορισμό βασικών εννοιών σχετικά με την οικολογία, το οικολογικό αποτύπωμα, την τυποποίηση και την προκατασκευή των κτιρίων. Σε δεύτερο στάδιο κατεγράφησαν προβληματισμοί που προκύπτουν από τον σύγχρονο τρόπο σχεδιασμού, κατασκευής, χρήσης και αποδόμησης των κτιρίων.

Η διερεύνηση των επιμέρους ζητημάτων, οδήγησε στην δημιουργία στρατηγικών – κανόνων που στοχεύουν στην μείωση του οικολογικού αποτυπώματος μίας κατοικίας σε όλα τα στάδια κατασκευής, χρήσης και αποδόμησης της, αναδεικνύοντας ιδιαίτερα την σημασία της ορθής αποδόμησης στην μείωση των αρνητικών συνεπειών που απορρέουν από την κατασκευή.

Για την πληρέστερη τεκμηρίωση του θέματος μελετήθηκαν και παρουσιάστηκαν συνοπτικά παραδείγματα κατασκευασμένων κτιρίων που, με διαφορετικό τρόπο το καθένα, υλοποιούν στρατηγικές μείωσης των αρνητικών συνεπειών που προκύπτουν από το δομημένο περιβάλλον.

Στην συνέχεια, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την επιμέρους εξέταση και ανάλυση των διαφόρων παραμέτρων, ενσωματώθηκαν στον σχεδιασμό της κατοικίας.

Σχεδιάστηκαν επιμέρους δομικά στοιχεία, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συμβατά με τα αποτελέσματα της έρευνας και με αυτά έγινε η σύνθεση του κτιρίου, σύμφωνα με μία υπόθεση εργασίας η οποία βασίστηκε σε ρεαλιστικό σενάριο κατοίκησης σε ελληνική πόλη.

Τέλος για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του κτιρίου που σχεδιάστηκε, έγινε μελέτη της ενεργειακής του απόδοσης του και υπολογισμός του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της εμπεριεχόμενης ενέργειας του, ως προς τα δομικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα αυτά αντιπαρατέθηκαν με τα αντίστοιχα στοιχεία που υπολογίστηκαν για μια παρόμοια κατοικία δομημένη με συμβατικό τρόπο, η οποία χρησίμευσε ως κτίριο αναφοράς. Έγινε επίσης ανάλυση των συνθηκών ηλιασμού - σκιασμού του κτιρίου, κατά την διάρκεια του έτους, μέσω τρισδιάστατου μοντέλου για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας ή μη των προτεινόμενων μέσων ηλιοπροστασίας και παθητικών συστημάτων θέρμανσης.

Τέλος, κατεγράφησαν τα συμπεράσματα που προέκυψαν τόσο από την βιβλιογραφική έρευνα όσο και από το σχεδιασμό της πρότυπης κατοικίας και αξιολογήθηκαν σχετικά με την επιτυχία ή μη του εγχειρήματος.

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

A. Σύνοψη Ερευνητικού Μέρους

Ο κύκλος ζωής των κτιρίων, αποτελεί μία γραμμική πορεία, η οποία, στην σημερινή πραγματικότητα, χαρακτηρίζεται από έντονη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Με δεδομένη την αυξανόμενη απαίτηση για χώρους κατ-

οίκησης που πρέπει να υποστηρίζουν ένα τρόπο ζωής με υψηλές απαιτήσεις θερμικής άνεσης και κατανάλωσης ενέργειας είναι απαραίτητη η δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων δόμησης που πέραν των προαναφερθέντων θα χαρακτηρίζονται από μειωμένο οικολογικό αποτύπωμα.

Βασική προϋπόθεση για την μείωση του οικολογικού αποτυπώματος στις κατασκευές, αποτελεί ο ορθός σχεδιασμός με την αναγνώριση των συνθηκών που επικρατούν στο σημείο που θα τοποθετηθεί το κτίριο. Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατή η ανάδειξη των γεωμορφολογικών και κλιματικών δεδομένων που, ανά περίπτωση, μπορούν να συνεισφέρουν στην μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό κατά την φάση λειτουργίας ενώ παράλληλα αναδεικνύονται τα «μειονεκτήματα» του χώρου που θα πρέπει να διορθωθούν μέσω της διαδικασίας δόμησης.

Η παραδοχή της μοναδικότητας του τόπου κατασκευής αποτελεί μια από τις σημαντικότερες δυσκολίες στην δημιουργία προκατασκευασμένων στοιχείων δόμησης, αφού αυτά θα πρέπει να επιδεικνύουν μεγάλη προσαρμοστικότητα ανάλογα με τις απαιτήσεις που πρόκειται να καλύψουν.

Η μοναδικότητα των χρηστών και το γεγονός ότι οι ανάγκες που καλείται να καλύψει το κτίριο μπορεί να διαφοροποιηθούν αισθητά κατά την διάρκεια ζωής του, αποτελούν έναν ακόμη παράγοντα πολυπλοκότητας στον σχεδιασμό, αφού θα πρέπει αφενός τα δομικά στοιχεία να παρουσιάζουν ευελιξία κατά την αρχική σχεδίαση και αφετέρου να μπορούν να διαφοροποιηθούν κατά τον χρόνο λειτουργίας, σε περίπτωση που αλλάξει το λειτουργικό πρόγραμμα του κτιρίου, έτσι ώστε να επιμηκυνθεί ο χρόνος ζωής του.

Κατά τον σχεδιασμό, πρέπει επίσης να συνυπολογίζονται παράμετροι που αφορούν την φύση και την χρήση των δομικών υλικών και στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν. Ο καθορισμός της «οικολογικότητας» των δομικών υλικών προκύπτει να είναι μία εξαιρετικά σύνθετη και δύσκολη διαδικασία εξαιτίας των πολλών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τον κύκλο ζωής τους (Σαργέντης, 2011).

Για την μείωση του οικολογικού αποτυπώματος, όπως προκύπτει από την ανάλυση των δεδομένων στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, καθοριστικό ρόλο παίζει η δυνατότητα σχεδιασμού εξαρχής του τρόπου αποδόμησης των μεμονωμένων στοιχείων και των δομικών υλικών, έτσι ώστε να επιτευχθεί χαμηλή κατανάλωση πόρων και να μειωθεί στο ελάχιστο η παραγωγή οικοδομικών απορριμμάτων στο πέρας του χρόνου ζωής των επιμέρους στοιχείων ή/και ολόκληρου του κτιρίου. Η διαδικασία σχεδίασης με αυτό τον τρόπο (Design for Deconstruction), αποτελεί κοινό τόπο στην έρευνα διάφορων μελετητών για την δημιουργία μίας τεχνικής βιώσιμου σχεδιασμού των κτιρίων (Alexandri, 2014). Οι βασικές αρχές του σχεδιασμού αποτυπώνονται στο τρίπτυχο ανά-κτηση - επανάχρηση - μετασχηματισμός.

Συνοψίζοντας, μία κατοικία χαμηλού οικολογικού αποτυπώματος θα πρέπει να ενσωματώνει στοιχεία παθητικού σχεδιασμού, να προσαρμόζεται στο γήπεδο κατασκευής προκαλώντας την μικρότερη δυνατή αλλοίωση στο φυσικό περιβάλλον, να κατασκευάζεται από υλικά με κατά το δυνατόν μικρότερο χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα και να χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό προσαρμοστικότητας για να μπορεί να ανταπεξέλθει στις αλλαγές του κτιριολογικού προγράμματος που μπορούν να προκύψουν.

B. Σχεδιασμός Κατοικίας

Ο σχεδιασμός του κτιρίου έγινε σε τρεις διακριτές φάσεις:

- Δομικά Στοιχεία
- Τυπολογίες Μονάδων
- Σχεδιασμός Κατοικίας

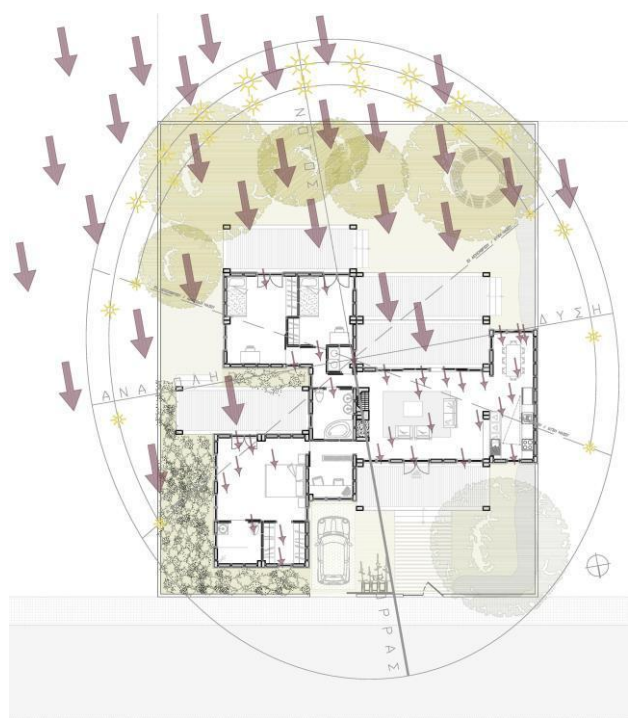
1) *Σχεδιασμός Δομικών Στοιχείων*: Ο φέρωντας σκελετός, κοινός για όλες τις μονάδες κατασκευάζεται από δομική ξυλεία προερχόμενη (όπως όλα τα ξύλινα στοιχεία της κατοικίας) από ανανεώσιμες δασοπονικές καλλιέργειες δέντρων που παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά έκλυσης φορμαλδεΐδης, όπως η λεύκη και η οξιά. Οι διαστάσεις της μονάδας προκύπτουν από τις μέγιστες επιτρεπόμενες διαστάσεις για μεταφορά εμπορευμάτων στις οδικές αρτηρίες της χώρας.

Προκύπτει έτσι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο διαστάσεων 2.50*7.00*3.50m το οποίο συναρμολογείται στην γραμμή παραγωγής και μεταφέρεται έτοιμο στο γήπεδο που θα τοποθετηθεί.

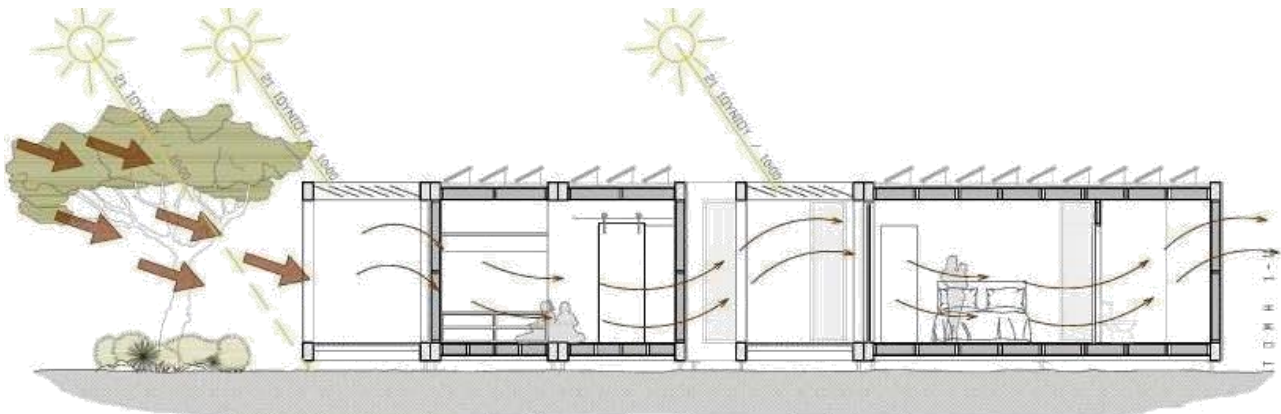
Η πλήρωση του σκελετού, γίνεται με την χρήση πανέλων διαφορετικών διαστάσεων και τυπολογίας, ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση. Τα πανέλα μοιράζονται κοινή τεχνολογία και μπορούν να τροποποιηθούν ή να αντικατασταθούν σε οποιαδήποτε στιγμή, ανάλογα με τις απαιτήσεις χρήσης χωρίς να απαιτούνται μεγάλης κλίμακας οικοδομικές εργασίες.

Η μόνωση των στοιχείων πλήρωσης γίνεται με την χρήση συμπιεσμένης κυτταρίνης που παράγεται από την ανακύκλωση χαρτοπολτού και παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλό δείκτη θερμοπερατότητας.

2) *Σχεδιασμός Επιμέρους Τμημάτων*: Σε δεύτερη φάση σχεδιάστηκαν τα επιμέρους τμήματα της κατασκευής, συνδυάζοντας τα δομικά στοιχεία. Στο σημείο αυτό ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στην μελέτη των απαιτήσεων προσατολισμού, φωτισμού και εργονομίας της κάθε μονάδας.



Εικόνα 1. Κεντρική Ιδέα του Κτιρίου _ Χειμερινή Λειτουργία



Εικόνα 2. Ενδεικτική Τομή _ Θερμινή Λειτουργία

3) *Σχεδιασμός Κατοικίας*: Τέλος, οι επιμέρους μονάδες συντέθηκαν σύμφωνα με την υπόθεση εργασίας που είχε διατυπωθεί, σε μία ισόγεια κατοικία 140m².

Ιδιαίτερη μέριμνα υπήρξε στον σχεδιασμό του περιβάλλοντα χώρου, αφού αυτός λειτουργεί συνεργατικά με το κτίριο για την βελτίωση του μικροκλίματος και κατά συνέπεια των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης μέσα σε αυτό.

Η μελέτη του κτιρίου ολοκληρώθηκε με την εισαγωγή ενεργητικών συστημάτων θέρμανσης – ψύξης (φωτοβολταϊκά πανέλα) και μηχανολογικών διατάξεων για την μείωση κατανάλωσης νερού, έτσι ώστε να διασφαλιστούν χαμηλές κατανalώσεις πόρων κατά την χρήση.

Η όλη κατασκευή σχεδιάστηκε με τρόπο τέτοιο ώστε να μπορεί (μερικώς ή ολικώς) να αποσυναρμολογηθεί για αντικατάσταση, τροποποίηση ή προώθηση επανάχρηση ή ανακύκλωση, ακλουθώντας δηλαδή της βασικές αρχές σχεδιασμού, όπως αυτές διατυπώθηκαν από τον Berge, με την χρήση διαφορετικών επιπέδων (layers) στο κτίριο, επιτρέποντας την αντικατάσταση, αλλαγή ή αποδόμηση ξεχωριστών επιπέδων χωρίς να επηρεάζεται το σύνολο του κτιρίου και χρησιμοποιώντας, στα πλαίσια του δυνατού ένα μόνο υλικό (Berge, 2000).

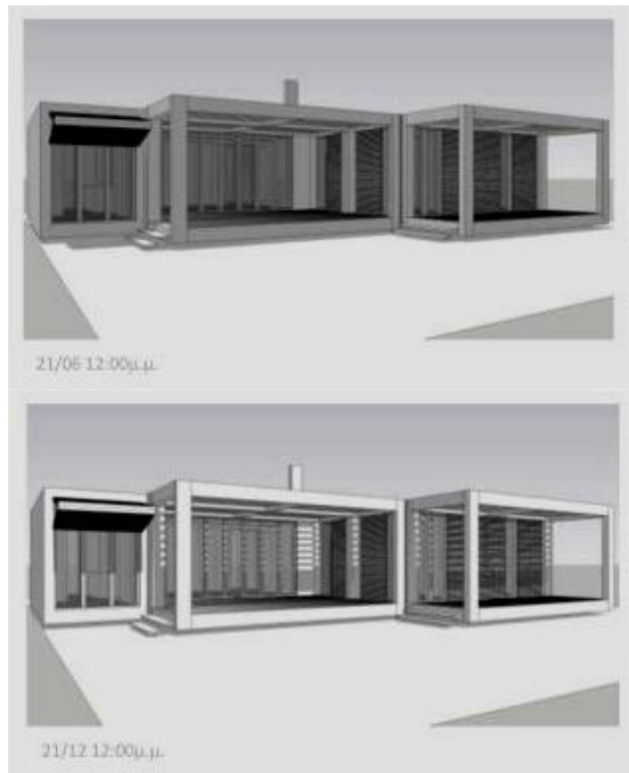
C. Έλεγχος Συμπεριφοράς του Κτιρίου

Ο υπολογισμός του οικολογικού αποτυπώματος ενός κτιρίου σε όλο τον κύκλο ζωής του, αποτελεί ένα εξαιρετικά σύνθετο και πολύπλευρο ζήτημα, καθώς κατά την διάρκεια της χρήσης του θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας. Για τον λόγο αυτό, αποφασίστηκε να μελετηθούν επιμέρους μεγέθη τα οποία δίνουν την δυνατότητα να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την λειτουργία της κατασκευής, θεωρώντας ότι το κτίριο αποτελεί ένα εργαλείο με συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά. Ως συγκριτικό μέγεθος χρησιμοποιήθηκε κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά μεγέθη κατασκευασμένο με συμβατικό τρόπο.

1) *Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου*: Υπολογίστηκε η αναμενόμενη ενεργειακή απόδοση των δύο κατασκευών με την χρήση λογισμικού “Ολοκληρωμένο Ενεργειακό Λογισμικό 4M-KENAK” της εταιρείας 4M. Τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης των δύο κτιρίων, όπως ήταν αναμενόμενο ήταν παρόμοια (εν. κατάταξη A+), λόγω των χαμηλών κατανalώσεων που διασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκά πανέλα. Η ουσιαστική διαφορά των δύο κτιρίων εντοπίστηκε όμως στον μέσο συντελεστή θερμο-

περατότητας U, ο οποίος στην περίπτωση του προκατασκευασμένου υπολογίστηκε σε $U=0.646W/m^2K$, σημαντικά χαμηλότερος από την μέγιστη επιτρεπόμενη για την κλιματική ζώνη Β.

2) *Έλεγχος Συνθηκών Ηλιασμού – Σκιασμού*: Υπολογίστηκε επίσης η ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του κελύφους. Η γεωμετρία του κτιρίου και η παρουσία ανοικτών μονάδων με σκίαστρα σε συνέχεια των νότιων όψεων, επιτρέπει τον ηλιασμό τους μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες, αυξάνοντας έτσι τις θερμικές προσόδους όταν αυτό απαιτείται. Ο έλεγχος έγινε με την χρήση τρισδιάστατου μοντέλου για τις ημερομηνίες 21/6 και 21/12 στις ώρες 9:00, 12:00, 15:00 και 18:00 σε όλες τις όψεις του κτιρίου. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την ορθή λειτουργία των παθητικών συστημάτων θέρμανσης – δροσί-σμου.



Εικόνα 3. Έλεγχος Ηλιασμού - Σκιασμού _ Νότια Όψη

3) *Υπολογισμός Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος*: Για την ποσοτικοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του

κτιρίου, επιλέχθηκε να γίνει υπολογισμός της εμπεριεχόμενης ενέργειάς του ως προς τα δομικά στοιχεία. Στην συνέχεια έγινε σύγκριση του αποτελέσματος με το ανά-λογο αποτέλεσμα του αντίστοιχου συμβατικού κτιρίου. Από την σύγκριση αυτή προέκυψε πως η εμπεριεχόμενη ενέργεια της συμβατικής κατασκευής προκύπτει αυξημέ-νη κατά 25%, το οποίο και αποτελεί ένα σημαντικό πο-σοστό.

Υπολογισμός Εμπεριεχόμενης Ενέργειας		
	Προκατασκευή	Συμβατική Κατασκευή
Φέροντα Στοιχεία	198.613	175.759
Στοιχεία Πλήρωσης	20.004	95.797
Κουφώματα/Υαλοστάσια	55.145	84.670
Συνολική Εμπεριεχόμενη Ενέργεια Κτιρίου (kWh)	273.762	356.226

Εικόνα 4. Ενδεικτικός Πίνακας Εμπεριεχόμενης Ενέργειας

Αξίζει δε να σημειωθεί πως σε περίπτωση κατασκευής των δύο κτιρίων εξαιτίας των διαφορών στο σύστημα δόμησης, η ενσωματωμένη ενέργεια του συμβατικού κτιρίου, θα αυξανόταν περαιτέρω λόγω της «σπατάλης» δομικών υλικών κατά την κατασκευή στο εργοτάξιο, φαινόμενο που στην περίπτωση βιομηχανοποιημένης κατασκευής περιορίζεται αισθητά.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Ο σχεδιασμός μίας κατοικίας με κριτήριο την άριστη οικολογική συμπεριφορά, όπως προέκυψε από την διαδικασία που συνοπτικά περιγράφηκε, είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός κτιρίου που κατατάσσεται ως προς τις ενεργειακές του καταναλώσεις στην κατηγορία A+ και λειτουργεί σαν κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης. Παρότι, τα υλικά κατασκευής, η γεωμετρία και ο προσανατολισμός του κτιρίου έχουν σημαντικό ρόλο στο αποτέλεσμα αυτό, αποδείχτηκε πως ακόμη και μια συμβατική κατασκευή, θα μπορούσε να έχει σχεδόν τις ίδιες αποδόσεις σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση, με την χρήση συστημάτων ενεργητικού βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Τα σημεία στα οποία υπερέχει η προκατασκευασμένη οικία είναι ο χρόνος κατασκευής, το γεγονός ότι η παραγωγή των δομικών στοιχείων σε βιομηχανική κλίμακα μπορεί να μειώσει την σπατάλη πόρων και ενέργειας, αλλά κυρίως το γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν υλικά κατασκευής ανακυκλωμένα, με χαμηλή εμπεριεχόμενη ενέργεια, προϊόντα αειφόρου διαδικασίας παραγωγής που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή/και να ανακυκλωθούν μετά τον χρόνο χρήσης τους στην συγκε-κριμένη κατασκευή. Τα χαρακτηριστικά αυτά, σε συν-δυασμό με το γεγονός ότι η κατασκευή λόγω της χρήσης αυτοτελών δομικών στοιχείων μπορεί να τροποποιηθεί με την προσθήκη, αφαίρεση ή τροποποίηση των μονάδων για να απαντά καλύτερα στις απαιτούμενες χρήσεις κατά την διάρκεια λειτουργίας του κτιρίου, αποτελούν τα βα-σικά πλεονεκτήματά της. Με τον τρόπο αυτό, το κτίριο μειώνει σημαντικά το οικολογικό του αποτύπωμα και αντιμετωπίζει σφαιρικά το ζήτημα της οικολογικής δια-χείρισης στον τομέα της κατασκευής.

Η εμπειρία του σχεδιασμού, ακόμη και στα πλαίσια της θεωρητικής αυτής εργασίας ανέδειξε την πολυπλοκότητα και το εύρος των δεδομένων που πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον μελετητή, καθώς και την δυσκολία που υπάρχει στην δημιουργία κανόνων για τον σχεδιασμό δομικών στοιχείων που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλαπλά σημεία μίας κατασκευής. Παρόλ' αυτά, οι αρχικές δυσκολίες στον σχεδιασμό, αντισταθμίζονται από την ευκολία στο στάδιο οργάνωσης του καθεαυτού κτιρίου, προσδίδοντας έτσι θετικό πρόσημο στην συνολική προσπάθεια.

Από την όλη διαδικασία ανάλυσης και σχεδιασμού, τόσο των επιμέρους δομικών στοιχείων, όσο και της ίδιας της κατοικίας, αναδείχθηκαν στην παρούσα εργασία, τα στοιχεία εκείνα, που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι για την δημιουργία κτιρίων χαμηλού οικολογικού αποτυ-πώματος. Το κύριο χαρακτηριστικό των κτιρίων αυτών είναι ο λεπτομερής σχεδιασμός και η επιλογή υλικών και διατάξεων που χαρακτηρίζονται από χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα. Το ενεργειακό αποτύπωμα της κατοικίας έχει επίσης σημαντικό ρόλο για την επιτυχία του εγχειρήματος, χωρίς όμως να είναι το μοναδικό προαπαιτούμενο.

Με δεδομένο το γεγονός ότι η ανάγκη για στέγαση δεν μπορεί να εκλείψει αφού ο συνολικός πληθυσμός της γης συνεχίζει να αυξάνεται, γίνεται επιτακτική η κατα-σκευή κτιρίων που να επιβαρύνουν τον πλανήτη όσο γίνεται λιγότερο. Η χρήση προκατασκευασμένων δομι-κών στοιχείων ή και κατασκευών, όπως αυτές που περι-γράφηκαν στην εργασία αυτή, αποτελεί ένα εναλλακτικό σενάριο τρόπου κατασκευής, όχι όμως το μοναδικό. Το σημαντικότερο στοιχείο είναι η εισαγωγή εκ νέου στον τρόπο σκέψης και δράσης των ανθρώπων τόσο στο κομ-μάτι των κατασκευών όσο και στην γενικότερη θεώρηση της ανθρώπινης δραστηριότητας, του αυτονόητου γεγο-νότος ότι ο πλανήτης, με τους πεπερασμένους πόρους του δεν μας ανήκει.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική αυτή εργασία ολοκληρώθηκε χάρη στην συνεχή και ουσιαστική υποστήριξη του επιβλέποντα καθηγητή κ. Αιωνία Οικονόμου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την βοήθεια που μου προσέφερε, όπως και την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Ελευθερία Αλεξανδρή για τις χρήσιμες συμβουλές της.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Alexandri, El. (2014), *Teaching Assembly for Disassembly: an under-graduate module experience*, conference proceedings of the International Conferences on Educational Technologies 2014 and Sustainability, Technology and Education 2014. 10-12 December 2014. IADIS International Association for Development of the Information Society, New Taipei City, Taiwan: IADIS International Association for Development of the Information Society
- Berge, B. (2009), *The Ecology of Building Materials*, Architectural Press
- Σαργέντης, Φ. (2011), *Επιλογή Δομικών Υλικών με Οικολογικά Κριτήρια*, περιοδικό Κτίριο, τεύχος 03/2011: 103-114