

Ολοκληρωμένος Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτιρίων – Ενσωμάτωση Πλαισίου Στρατηγικού Σχεδιασμού στην Αξιολόγηση της Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτιρίων Κατοικιών

Μαρία-Χριστίνα Γεωργιάδου, Peter Guthrie, Theo Hacking

Centre for Sustainable Development, Department of Engineering, University of Cambridge, Trumpington Street, CB2 1PZ, Cambridge, UK.

Email: mcg36@cam.ac.uk, Τηλ: +44 (0)1223 333321, Fax: +44 (0)1223 765625.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ενεργειακός σχεδιασμός αποτελεί ένα από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την κατασκευή βιώσιμων κτιρίων. Όμως, ενώ υπάρχει η επιδίωξη για βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, παρατηρείται έλλειψη ενός πλαισίου στρατηγικού σχεδιασμού που λαμβάνει υπόψη το μέλλον της ενεργειακής διαχείρισης στα κτίρια. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διατύπωση κριτηρίων στρατηγικού σχεδιασμού (futures thinking) τα οποία θα βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων κατοικιών. Η έρευνα ακολουθεί τη μέθοδο πολλαπλών περιπτώσεων (multiple case study) και στηρίζεται στην αξιολόγηση Βρετανικών και Σουηδικών πρότυπων οικιστικών συνόλων. Ειδικότερα, παρουσιάζεται μία συνολική εικόνα πρότυπων κτιρίων κατοικιών χαμηλής εκπομπής σε επίπεδο γειτονιάς ή αστικού τετραγώνου. Η ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζει τον βαθμό στον οποίο υποδειγματικές κατασκευές λαμβάνουν υπόψη μελλοντικές τάσεις στον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης. Από τα συμπεράσματα γίνεται σαφής η ανάγκη για ολοκληρωμένα και δυναμικά συστήματα αξιολόγησης που βελτιστοποιούν την ενεργειακή συμπεριφορά κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου και περιλαμβάνουν τα εξής:

- Τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων κατοικιών ως το 2050;
- Μακροχρόνιες κτιριακές στρατηγικές; και
- Ενσωμάτωση κριτηρίων που στηρίζονται στις μεθοδολογικές προσεγγίσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και του Σχεδιασμού Σεναρίων (Scenario Planning), προσδίδοντας ευελιξία και αυτοδυναμία στο κτίριο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με έρευνα της IPCC, ο κτιριακός τομέας προσφέρει την δυνατότητα σημαντικής και οικονομικά βιώσιμης μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), συγκριτικά με τον κλάδο των μεταφορών ή της βιομηχανίας (IPCC, 2007). Παρόλα αυτά όμως, έχει υπολογιστεί ότι το 64% της παγκόσμιας παραγωγής και περιβαλλοντικής ρύπανσης σχετίζεται με το αστικό κτιστό περιβάλλον των ανεπτυγμένων χωρών, στις οποίες η ανθρωπογενής δραστηριότητα λαμβάνει χώρα κατά 80-90% στο εσωτερικό κτιρίων (Burnett, 2007; Devuyt et al. 2006). Πιο συγκεκριμένα, το κτιριακό δυναμικό ευθύνεται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως, το οποίο μεταφράζεται στο 30% των συνολικών εκπομπών CO₂, αντίστοιχα (UN, 2010).

Η αύξηση του αστικού πληθυσμού και η άνοδος του μέσου βιοτικού επιπέδου αποτελούν βασικούς παράγοντες της ολοένα αυξανόμενης ενεργοβόρου συμπεριφοράς των κατοίκων. Μια τέτοια αντίληψη οφείλει να εντάξει το κτίριο σε ένα πλαίσιο στρατηγικού ενεργειακού σχεδιασμού που θα προωθεί την εξοικονόμηση ενέργειας, τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όπως άλλωστε είναι γνωστό, η Βιώσιμη Ανάπτυξη στοχεύει στην 'ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να συμβιβάζει τις δυνατότητες των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες' (WCED, 1987). Στο πλαίσιο αυτό, έχει αναπτυχθεί η έννοια και τα χαρακτηριστικά της βιώσιμης κατασκευής, η οποία αφορά σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους σχετικά με τους φυσικούς πόρους, τα δομικά υλικά, την χρήση ενέργειας, νερού και την παραγωγή απορριμμάτων (SESAC, 2010). Μια ολοκληρωμένη, επομένως, διαχείριση κτιρίων πρέπει να συμπεριλαμβάνει συστηματικά την έννοια του μακροχρόνιου στρατηγικού σχεδιασμού (*future-proofing, future-proofed design*). Στην πράξη, όμως, παρατηρείται έλλειψη ενός τέτοιου πλαισίου λόγω της ισχύουσας βραχυπρόθεσμης νοοτροπίας του κατασκευαστικού και ιδιοκτησιακού τομέα (Ravetz, 2000). Επομένως, είναι φυσικό επακόλουθο η ανάγκη διερεύνησης του σχεδιασμού και της κατασκευής κτιρίων που λαμβάνουν υπόψη μακροχρόνιες τάσεις και επιπτώσεις της ενεργειακής κατανάλωσης και αποτυπώματος άνθρακα ανά τον κύκλο ζωής τους.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Στο θεωρητικό μέρος διατυπώνεται το πλαίσιο του στρατηγικού σχεδιασμού; ο ορισμός και τα βασικά χαρακτηριστικά του. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας πεδίου σε πρότυπα οικιστικά σύνολα σε Βρετανία και Σουηδία. Η έρευνα στοχεύει στην αναδίπλωση τάσεων που επηρεάζουν τη χρήση ενέργειας στα κτίρια, τη αποτύπωση μακροχρόνιων κτιριακών στρατηγικών και την διατύπωση κριτηρίων που θα βασίζονται σε προβλεπόμενες, αβέβαιες, αλλά και άγνωστες μακροχρόνιες τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η έρευνα στηρίζεται σε ποιοτικές μεθόδους συλλογής και ανάλυσης δεδομένων ενώ υιοθετεί μια 'πρακτική' κατανόησης περιορισμών και αλληλεπιδράσεων στην διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό της κατασκευής. Συγκεκριμένα ακολουθείται μια διεπιστημονική προσέγγιση που μελετά τα εξής:

- Ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων: μέτρα αντιμετώπισης και προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή, που περιλαμβάνουν τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας ή/και τεχνολογίες χαμηλής εκπομπής (ενσωματωμένα συστήματα ή αποκεντρωμένα ενεργειακά δίκτυα).
- Κριτήρια που προσδίδουν προσαρμοστικότητα και αντοχή στην κατασκευή κατά τη διάρκεια ζωής της.

- Κοινωνικοοικονομικές τάσεις: ύπαρξη κοινωνικής κατοικίας, οικονομικά κίνητρα εξοικονόμησης ενέργειας, προώθηση τρόπου ζωής και ενεργειακής συμπεριφοράς φιλικότερης προς το περιβάλλον.
- Αστική γειτονιά/οικοδομικό τετράγωνο: το επίπεδο αυτό παρουσιάζει δυνατότητες για ολοκληρωμένο βιώσιμο αστικό σχεδιασμό και οικονομίες κλίμακας για καινοτόμα δομικά υλικά και ανανεώσιμες τεχνολογίες, μειώνοντας το κόστος μελέτης και κατασκευής (TCPA, 2009).

Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται βιβλιογραφικά η ανάγκη μακροχρόνιας προοπτικής για την επιλογή δομικών υλικών και τεχνολογιών χαμηλής εκπομπής στο κτίριο, τα ευρήματα της οποίας οδηγούν στην διατύπωση του περιγραφικού πλαισίου για ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων. Η μελέτη πολλαπλών περιπτώσεων στηρίζεται στη συλλογή δεδομένων από πρότυπα συγκροτήματα κατοικιών σε Βρετανία και Σουηδία. Ο λόγος που μελετώνται υποδειγματικές κατασκευές είναι ότι έργα με βέλτιστη ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση αναμένεται να έχουν εφαρμόσει κτιριακές στρατηγικές και εργαλεία αξιολόγησης της ενεργειακής κατανάλωσης που προωθούν μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό. Το πρωτόκολλο συλλογής δεδομένων περιλαμβάνει πολλαπλές μεθόδους, όπως ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, και πρόσβαση σε μη δημοσιευμένο υλικό ενώ η ομάδα των ερωτηθέντων περιλαμβάνει τοπικούς φορείς, πολεοδόμους, χωροτάκτες, ανάδοχες εταιρίες, μηχανικούς. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τη λίστα με τους επιλεγμένους πρότυπους οικισμούς, συνοδευόμενος από μια σύντομη περιγραφή.

Πίνακας 1. Επιλεγμένοι πρότυποι οικισμοί σε Βρετανία και Σουηδία.

Έργο	Περιγραφή
Βρετανία	North West Cambridge Νέα κωμόπολη 9.500 νέων κατοικιών χαμηλής εκπομπής σε στάδιο προμελέτης και σχεδιασμού.
	Homes and Communities Agency Carbon Challenge Programme: <ul style="list-style-type: none"> • Hanham Hall, Bristol • Southwark, Peterborough Δύο οικιστικά συγκροτήματα περίπου 200 κατοικιών μηδενικής εκπομπής CO ₂ σε στάδιο κατασκευής.
	Eco-town Programme: <ul style="list-style-type: none"> • China Clay Country, Cornwall • Rackheath, Norfolk • Whitehill and Bordon, East Hampshire Πρόγραμμα για την δημιουργία των πρώτων πρότυπων οικό-πόλεων στην Μεγάλη Βρετανία που θα αποτελούνται από περίπου 5.500 νέες κατοικίες μηδενικής εκπομπής CO ₂ και ποσοστό 40% κοινωνικής κατοικίας. Οι οικισμοί βρίσκονται σε στάδιο προμελέτης και σχεδιασμού.
Σουηδία	Στοκχόλμη: <ul style="list-style-type: none"> • Hammarby Sjöstad • The Royal Seaport Πράσινη πρωτεύουσα στην Ευρώπη για το 2010. Οι δύο συνοικίες αποτελούνται περίπου από 10.000 κατοικίες στις οποίες εφαρμόζεται μια καινοτόμος σύγκλιση των τεχνικών συστημάτων παροχών ενέργειας, ύδρευσης και αποχέτευσης.
	Välle Broar, Växjö Πράσινη συνοικία με βιοκλιματικά σπίτια και χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Η πόλη Växjö συμμετείχε στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Sustainable Energy Systems in Advanced Cities (SESAC).

Πηγή: (DCLG, 2009b; HCA, 2008; SESAC, 2010; SCDC, 2007; TCPA, 2009).

3. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

3.1 Η ανάγκη για μακροχρόνιο στρατηγικό σχεδιασμό

Η Κλιματική Αλλαγή αποτελεί σημαντική πρόκληση του 21^{ου} αιώνα και είναι πλέον επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι το κόστος της αδράνειας θα ξεπεράσει σημαντικά το κόστος της λήψης μέτρων αντιμετώπισης και προσαρμογής (Stasinopoulos et al., 2009; Wilson and Piper, 2010). Η ανάγκη για ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων στηρίζεται στο μέσο-μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα της Κλιματικής Αλλαγής και την αβεβαιότητα που περιβάλλει τις κοινωνικές, οικονομικές

και περιβαλλοντικές συνέπειες του. Για την αντιμετώπιση του πολύπλοκου φαινομένου και την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης στον κτιριακό τομέα, έχει διατυπωθεί ένα θεσμικό πλαίσιο με συγκεκριμένους στόχους. Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, αυτό στηρίζεται στην εφαρμογή της αναδιατυπωμένης Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2010/31/EK (προηγουμένως 2002/91/EK) για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και τη θεσμοθέτηση των ενεργειακών επιθεωρήσεων (EC, 2010). Παράλληλα, ολόκληρος ο τομέας κινείται προς την κατασκευή κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και μηδενικής εκπομπής CO₂. Για παράδειγμα, στην Μεγάλη Βρετανία, η νομοθεσία ορίζει ότι όλα τα νεόδμητα κτίρια κατοικιών πρέπει να είναι μηδενικής εκπομπής CO₂ μέχρι το 2016, ενώ συνολικά ο κτιριακός τομέας οφείλει να μειώσει σε ποσοστό 80% τις εκπομπές CO₂ μέχρι το 2050 (DEFRA, 2007; Hacking, 2009). Παρόλα αυτά όμως, το 27% των συνολικών εκπομπών CO₂ προέρχονται από τον οικιακό τομέα, με το 85% των υφιστάμενων κτιρίων κατοικιών να αναμένεται ενεργό το 2050 (DEFRA, 2007).

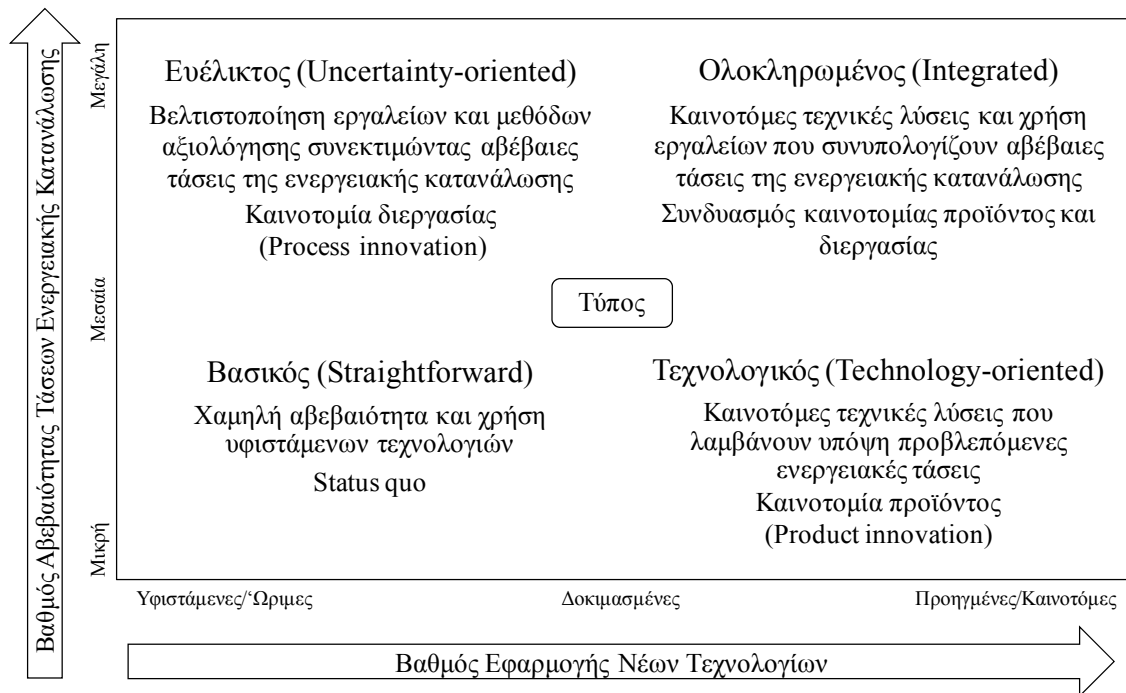
Παρόμοια εικόνα διαμορφώνεται αντίστοιχα στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Βασικός λόγος είναι η ιδιόζουσα φύση του κτιριακού τομέα που αναστέλλει την αποτελεσματική εφαρμογή του θεσμικού και νομοθετικού πλαισίου. Τα κτίρια, ειδικότερα του οικιακού τομέα, έχουν μεγάλο κύκλο ζωής; η θεωρητική διάρκεια ζωής τους υπολογίζεται στα 50-60 χρόνια αλλά στην πράξη αυτό μπορεί να ξεπεράσει τα 100 και παραπάνω χρόνια, γεγονός που καθιστά επιτακτική ανάγκη τη μαζική ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου αποθέματος (Boardman, 2007; Hacking, 2009; Malmqvist et al., 2010; Shaw et al., 2007). Ένας άλλος λόγος που οδηγεί στην σημερινή ενεργοβόρο συμπεριφορά των κτιρίων είναι η βραχυπρόθεσμη νοοτροπία που διέπει τον κατασκευαστικό και ιδιοκτησιακό τομέα. Συνήθως η οποιαδήποτε ενεργειακή και περιβαλλοντική αξιολόγηση εστιάζεται στο στάδιο κατασκευής και αγοραπωλησίας της κατασκευής χωρίς να εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης ανά τον κύκλο ζωής. Τέλος, η χρήση ενέργειας στα κτίρια και γενικότερα η αγορά ενέργειας αποτελούν περιβάλλον υψηλής αβεβαιότητας. Το μέλλον της ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης κτιρίων μπορεί να διαφέρει σημαντικά από παρούσες προβλέψεις και είναι, επομένως, σημαντική η εισαγωγή της τεχνικής του Σχεδιασμού Σεναρίων (Scenario Planning) για την διερεύνηση προβλεπόμενων, αβέβαιων, και άγνωστων τάσεων της ενεργειακής κατανάλωσης (Foresight, 2008).

3.2 Πλαίσιο στρατηγικού σχεδιασμού

Στρατηγικός σχεδιασμός, *i.e. future-proofing, future-proofed design*, είναι ο σχεδιασμός που προσδίδει χαρακτηριστικά ευελιξίας και αυτοδυναμίας στο κτίριο, έτσι ώστε να διαχειρίζεται αποτελεσματικά μεταβαλλόμενες συνθήκες ανά τον κύκλο ζωής του (DCLG, 2009a; Jewell et al., 2010). Η έννοια αυτή προωθείται έμμεσα μέσω της ολοένα και αυστηρότερης περιβαλλοντικής και ενεργειακής νομοθεσίας, στόχων και κτιριακών προτύπων σε Ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, όπως για παράδειγμα η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και το Βρετανικό νομοσχέδιο για την Κλιματική Αλλαγή (DEFRA, 2007; EC, 2010). Το πλαίσιο στρατηγικού σχεδιασμού είναι ουσιαστικά μια μέθοδος διαχείρισης αβεβαιότητας σε περιβάλλον αδυναμίας πρόβλεψης, η οποία δύναται να εφαρμοστεί στην ενεργειακή κατανάλωση, ύδρευση και διαχείριση απορριμμάτων στα κτίρια. Στην παρούσα έρευνα το πλαίσιο εφαρμόζεται στον τομέα της χρήσης ενέργειας και διέπεται από δύο βασικά χαρακτηριστικά:

- Το βαθμό εφαρμογής υφιστάμενων ή προηγμένων δομικών υλικών, τεχνολογιών και κατασκευαστικών λύσεων στο κτίριο.
- Το βαθμό αβεβαιότητας μελλοντικών τάσεων της ενεργειακής κατανάλωσης ως το 2050, όπως Κλιματική Αλλαγή, κόστος ενέργειας, κίνητρα εξοικονόμησης ενέργειας, μεταβολή θεσμικού πλαισίου, κτλ.

Το προτεινόμενο πλαίσιο απεικονίζεται στο Σχήμα 1 και εξηγείται επιγραμματικά στις παρακάτω υποενότητες.



Σχήμα 1. Τύποι στρατηγικού ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων.

3.1.1 Βασικός στρατηγικός σχεδιασμός

Η κατηγορία αυτή περιγράφει την υπάρχουσα κατάσταση (status quo) κτιρίων κατοικιών, τα οποία επιδεικνύουν βασικά μέτρα ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού για την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση εκπομπών CO₂, και τη μείωση του λειτουργικού κόστους της μονάδας. Με στόχο την υψηλή ενεργειακή απόδοση κτιρίων, χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επίτευξη υψηλών επιπέδων υγείας και ευεξίας των ενοίκων, επιλέγονται οικονομικοτεχνικά βιώσιμες, δοκιμασμένες και με σχετικά χαμηλό κόστος κεφαλαίου τεχνικές λύσεις, δομικά υλικά ή ενεργειακά συστήματα. Επομένως, ο ενεργειακός σχεδιασμών κτιρίων θα στηρίζεται σε:

- Παθητικά συστήματα: χωροθέτηση, προσανατολισμός, φυσικός φωτισμός, θερμική μάζα, θερμομόνωση, γυάλινα ανοίγματα, φυσικός αερισμός, συστήματα σκίασμού κτλ.
- Ενεργητικά συστήματα: φωτισμός και συσκευές χαμηλής κατανάλωσης, συστήματα ελέγχου, λέβητας φυσικού αερίου, θερμικά ηλιακά συστήματα, κτλ.

Παράλληλα, ο ‘Βασικός’ τύπος χαρακτηρίζεται από ένα περιβάλλον χαμηλής αβεβαιότητας τάσεων που επηρεάζουν την χρήση ενέργειας στα κτίρια. Για το λόγο αυτό, κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν στο σχεδιασμό και την κατασκευή του κτιρίου χρησιμοποιούνται υφιστάμενα εργαλεία και μέθοδοι αποτίμησης της ενεργειακής κατανάλωσης, όπως ειδικά λογισμικά (IES, EnergyPlus, κτλ.), Ανάλυση Κόστους-Οφέλους, Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Συστήματα Αξιολόγησης (π.χ. BREEAM, LEED, κτλ.).

3.1.2 Τεχνολογικός στρατηγικός σχεδιασμός

Παρόμοια με τον ‘Βασικό’ τύπο, η κατηγορία του ‘Τεχνολογικού’ περιγράφεται από ένα περιβάλλον χαμηλής αβεβαιότητας τάσεων που επηρεάζουν την ενεργειακή διαχείριση κτιρίων και συνεπώς

χρησιμοποιούνται τα ήδη υφιστάμενα εργαλεία και μέθοδοι αξιολόγησης της ενεργειακής κατανάλωσης.

Όμως, ο ‘Τεχνολογικός’ σχεδιασμός προάγει την καινοτομία προϊόντος (product innovation) στο κτίριο. Το ιδιαίτερο στοιχείο είναι η εφαρμογή καινοτόμων τεχνικών λύσεων στον ενεργειακό σχεδιασμό. Επομένως, τα πρότυπα κτίρια υπό αυτή την κατηγορία θα υποδεικνύουν συστηματικά πιο προηγμένες τεχνικές λύσεις; νέες τεχνολογίες και δομικά υλικά σε σχέση με την μέση κατασκευαστική πρακτική. Παραδείγματα είναι μικρά αιολικά συστήματα (micro-wind) ενσωματωμένα στο κτίριο, υλικά νέας τεχνολογία που ικανοποιούν κριτήρια βιωσιμότητας σε πολλαπλά επίπεδα, συμπαραγωγή μικρής κλίμακας (micro-CHP), προηγμένες κατασκευές με ξύλινο σκελετό, καινοτόμα ηλιακά συστήματα και βιοκλιματικές τεχνικές κτλ.

3.1.3 *Ευέλικτος στρατηγικός σχεδιασμός*

Ο τύπος του ‘Ευέλικτου’ στρατηγικού σχεδιασμού προσδίδει μια ιδιαίτερη οπτική γωνία στην διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων. Πρόκειται για ένα περιβάλλον υψηλής αβεβαιότητας των μελλοντικών τάσεων που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια. Η διαχείριση της αβεβαιότητας γίνεται με τη εισαγωγή προηγμένου τρόπου σκέψης σε εργαλεία και μεθόδους λήψης αποφάσεων του ενεργειακού σχεδιασμού έτσι ώστε να επιλέγονται τεχνικές και κατασκευαστικές λύσεις που θα προσδίδουν ευελιξία και αυτοδυναμία στην κατασκευή. Ενώ ο ‘Ευέλικτος’ τύπος στηρίζεται στη χρήση υφιστάμενων τεχνικών λύσεων και ενεργειακών συστημάτων, εντούτοις προάγει την καινοτομία διεργασίας (process innovation) στο τρόπο λήψης αποφάσεων και στα εργαλεία ενεργειακού σχεδιασμού.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η ύπαρξη διεπιστημονικών ομάδων σχεδιασμού που συνεργάζονται για τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου. Παράλληλα επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση των εργαλείων και μεθόδων αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων (π.χ. ειδικά λογισμικά, Συστήματα Αξιολόγησης), τα οποία θα περιλαμβάνουν τα εξής γνωρίσματα/κριτήρια:

- Χρήση της Μελλοντική Τεχνικής του Σχεδιασμού Σεναρίων (Scenario Planning).
- Ανάλυση κόστους κύκλου ζωής.
- Προώθηση στρατηγικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (υπερθέρμανση, αστική θερμική νησίδα, κτλ).
- Εύρος σε μορφές και τύπους κατοικιών στον οικισμό.
- Δυνατότητα ευελιξίας στην αναμόρφωση εσωτερικού χώρου.
- Τακτική ενεργειακή επιθεώρηση στη φάση λειτουργίας του κτιρίου.

3.1.4 *Ολοκληρωμένος στρατηγικός σχεδιασμός*

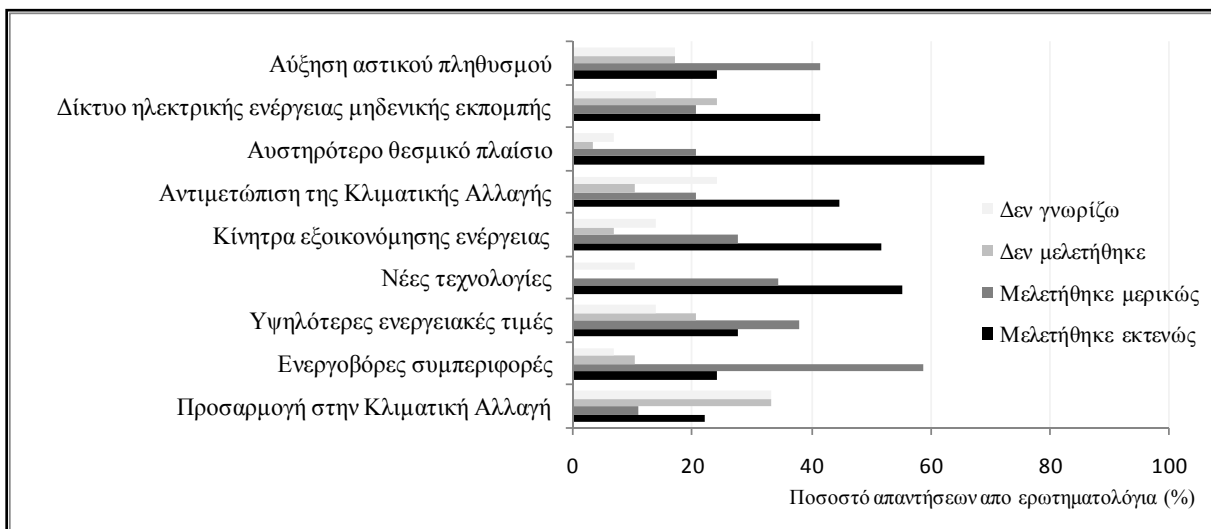
Ο τύπος του Ολοκληρωμένου στρατηγικού σχεδιασμού συνδυάζει τους τύπους του ‘Τεχνολογικού’ και ‘Ευέλικτου’, προωθώντας δυναμικά νέα δομικά υλικά, τεχνολογίες και κατασκευαστικές πρακτικές. Παράλληλα ο ‘Ολοκληρωμένος’ τύπος προάγει την διαχείριση αβεβαιότητας μελλοντικών τάσεων της χρήσης ενέργειας στα κτίρια και επομένως χρησιμοποιούνται βελτιστοποιημένα εργαλεία και μέθοδοι αξιολόγησης της ενεργειακής κατανάλωσης, λαμβάνοντας υπόψη χαρακτηριστικά που θα προσδίδουν ευελιξία και αυτοδυναμία στην κατασκευή σύμφωνα με τις βασικές αρχές του ‘Ευέλικτου’ τύπου.

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης και έρευνας πεδίου στους επιλεγμένους πρότυπους οικισμούς.

4.1 Τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων

Το Σχήμα 2 απεικονίζει τις γενικές τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων, σύμφωνα με τους αναδόχους των επιλεγμένων υποδειγματικών κατασκευών. Οι επικρατέστερες τάσεις που επηρεάζουν σημαντικά τη επιλογή δομικών υλικών και τεχνολογιών κατά το στάδιο σχεδιασμού του κτιρίου περιλαμβάνουν: τον μηδενισμό εκπομπών CO₂ του δικτύου της ηλεκτρικής ενέργειας, το ολοένα και αυστηρότερο νομοθετικό και θεσμικό πλαίσιο, μέτρα αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής, την ύπαρξη οικονομικών κινήτρων εξοικονόμησης ενέργειας, και την καινοτομία στο χώρο των υλικών και τεχνολογιών χαμηλής ή μηδενικής εκπομπής.



Σχήμα 2. Τάσεις που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων ως το 2050 (από συλλογή δεδομένων).

Κοινωνικοοικονομικές τάσεις που αφορούν την αύξηση του αστικού πληθυσμού και την ενεργοβόρο συμπεριφορά των νοικοκυριών λαμβάνονται υπόψη μερικώς. Τέλος, από το Σχήμα 2 παρατηρείται η γενικότερη έλλειψη στρατηγικών προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή σε ποσοστό περίπου 60%, οι οποίες θα προσέδιδαν περισσότερη αντοχή και προσαρμοστικότητα στην κατασκευή.

4.2 Τύποι στρατηγικού σχεδιασμού σε πρότυπα κτίρια κατοικιών

Από την έρευνα πεδίου προκύπτει ότι το 70% των ερωτηθέντων κατανοούν την έννοια του στρατηγικού σχεδιασμού και την ανάγκη για κριτήρια ευελιξίας στο κτίριο. Πίνακας 2 περιλαμβάνει τις επικρατέστερες κτιριακές στρατηγικές που υιοθετούνται στα πρότυπα κτίρια κατοικιών των επιλεγμένων οικισμών. Η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι η πλειοψηφία των τεχνικών λύσεων επικεντρώνεται στις εξής τρεις κατηγορίες: μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, υφιστάμενες τεχνολογίες χαμηλής ή μηδενικής εκπομπής CO₂, και αποδεδειγμένες κατασκευαστικές πρακτικές.

Από τον Πίνακα 2 προκύπτει ότι ο κτιριακός σχεδιασμός στις 'βέλτιστες πρακτικές' στηρίζεται στις βασικές αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού και την εφαρμογή οικονομικοτεχνικά βιώσιμων μέτρων, γεγονός που παραπέμπει στην κατηγορία του 'Βασικού' στρατηγικού σχεδιασμού. Οποιαδήποτε εφαρμογή προηγμένων τεχνικών λύσεων που αφορά στον τύπο του 'Τεχνολογικού'

εφαρμόζεται λόγω της ύπαρξης παραδειγματικών κατασκευών, συγκεκριμένων υψηλών νομοθετικών απαιτήσεων ή για λόγους διαφήμισης και ‘πράσινης’ εικόνας. Τέλος, επισημαίνεται η απουσία μέτρων που θα προσδώσουν ευελιξία και αυτοδυναμία στην κατασκευή. Δείγματα ‘Ευέλικτου’ στρατηγικού σχεδιασμού βρίσκονται μόνο στην ύπαρξη εύρους μορφών και τύπων κατοικιών, γεγονός που αποδεικνύει την έλλειψη συστηματικής στρατηγικής για την ενσωμάτωση μελλοντικών τάσεων της ενεργειακής κατανάλωσης στη φάση σχεδιασμού του κτιρίου. Από τις ενεργειακές μελέτες απουσιάζουν κριτήρια προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή, η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής, η δυνατότητα ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών στο κτίριο (φωτοβολταϊκά, συσκευές αποθήκευσης ενέργειας, κτλ) και η δυνατότητα αναμόρφωσης του εσωτερικού χώρου; απαραίτητα στοιχεία για την επίτευξη του ‘Ολοκληρωμένου’ στρατηγικού σχεδιασμού.

Πίνακας 2. Επικρατέστερες τεχνικές λύσεις και κτιριακές στρατηγικές πρότυπων οικισμών σε Βρετανία και Σουηδία.

<p>Εξοικονόμηση ενέργειας κελύφους:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Παθητικά συστήματα: χωροθέτηση, προσανατολισμός, φυσικός φωτισμός, σκιασμός, θερμομόνωση, ανοίγματα, θερμική μάζα, υλικά χαμηλής ενσωματωμένης ενέργειας, φυσικός αερισμός. • Ενεργητικά συστήματα: φωτισμός χαμηλής εκπομπής, συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας, συστήματα ελέγχου.
<p>Τεχνολογίες χαμηλής ή μηδενικής εκπομπής:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μεμονωμένα κτίρια: λέβητας φυσικού αερίου, θερμικά ηλιακά συστήματα, φωτοβολταϊκά, μικρά αιολικά, αντλίες θερμότητας. • Τοπικά ενεργειακά δίκτυα: <ul style="list-style-type: none"> - Σύστημα συμπαραγωγής φυσικού αερίου ή βιομάζας. - Αιολικά πάρκα.
<p>Κατασκευαστικές μέθοδοι: προκατασκευασμένες λύσεις, φυτεμένες στέγες και δώματα, ψυχρές στέγες, υλικά αλλαγής φάσης, έξυπνες προσόψεις, κτλ.</p>

Πηγή: Από συλλογή δεδομένων.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πλαίσιο του ολοκληρωμένου στρατηγικού σχεδιασμού βοηθά την καταπολέμηση της βραχυπρόθεσμης νοοτροπίας του κατασκευαστικού και ιδιοκτησιακού τομέα. Πιο συγκεκριμένα, στοχεύει στην κατασκευή ευέλικτων και αυτοδύναμων κτιρίων τα οποία θα λαμβάνουν υπόψη μελλοντικές τάσεις της ενεργειακής διαχείρισης. Αυτό συνεπάγεται μακροχρόνια προστιθέμενη αξία στον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου και προάγει:

- Οφέλη βιώσιμης ανάπτυξης; μειωμένες εκπομπές CO₂ ανά τον κύκλο ζωής της κατασκευής, εξοικονόμηση ενέργειας, προώθηση υγείας και ευημερίας των χρηστών.
- Συμμόρφωση με το νομοθετικό πλαίσιο; καθώς το κτίριο θα βρίσκεται συνεχώς ένα βήμα μπροστά από την ισχύουσα νομοθεσία.
- Ευέλικτες και αυτοδύναμες κτιριακές στρατηγικές; ως χαρακτηριστικά που προσδίδουν ποιότητα στην κατασκευή.

Η έρευνα πεδίου σε πρότυπα κτίρια κατοικιών σε Βρετανικούς και Σουηδικούς οικισμούς ‘βέλτιστων πρακτικών’ αποκαλύπτει την έλλειψη πλαισίου για ‘Ολοκληρωμένο’ στρατηγικό

σχεδιασμό, γεγονός που εμποδίζει την αποτελεσματική ενεργειακή και περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων. Συνοπτικά, η μελέτη των υποδειγματικών κατασκευών δείχνει ότι:

- Οι πρότυποι οικισμοί εστιάζονται στον ‘Βασικό’ και ‘Τεχνολογικό’ τύπο του στρατηγικού σχεδιασμού. Επομένως, ο τύπος του ‘Ολοκληρωμένου’ στρατηγικού σχεδιασμού και τα στοιχεία ευελιξίας και αυτοδυναμίας στο κτίριο αποτελούν πρόκληση ακόμα και για τις ‘βέλτιστες πρακτικές’.
- Η εισαγωγή του προτεινόμενου πλαισίου ενδείκνυται στα πρώιμα στάδια μελέτης του κτιρίου (προμελέτη ή σχεδιασμός). Σε μεταγενέστερα στάδια, η εισαγωγή των αρχών και κριτηρίου του στρατηγικού σχεδιασμού δεν κρίνεται οικονομικοτεχνικά βιώσιμη διότι σημαντικές αποφάσεις σχετικά με τον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου θα έχουν ήδη ληφθεί.
- Για την επίτευξη του ‘Ολοκληρωμένου’ στρατηγικού σχεδιασμού θα πρέπει να συμπεριληφθούν τα εξής χαρακτηριστικά/κριτήρια στον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου:
 - Μετάβαση από τον υπολογισμό του κόστους επένδυσης στο κόστους κύκλου ζωής της κατασκευής.
 - Στρατηγικές προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή που θα λαμβάνουν υπόψη το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης της κατασκευής.
 - Χρήση του εργαλείου Σχεδιασμού Σεναρίων (Scenario Planning) κατά την λήψη αποφάσεων σχετικά με την εφαρμογή δομικών υλικών, τεχνολογιών και ενεργειακών συστημάτων στο κτίριο.
 - Ενσωμάτωση κριτηρίων που θα προσδώσουν ευελιξία και αυτοδυναμία στην κατασκευή, όπως δυνατότητα εφαρμογής ανανεώσιμων τεχνολογιών σε μεταγενέστερο στάδιο ζωής του κτιρίου, δυνατότητα αναμόρφωσης εσωτερικού χώρου, κτλ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Boardman, B (2007). Examining the Carbon Agenda via the 40% House Scenario. *Journal of Building Research and Information* 35(4): σελ. 363 –378.
- Burnett, J (2007). City Buildings – Eco-Labels and Shades of Green. *Journal of Landscape and Urban Planning* 83(1): σελ. 29 – 38.
- DCLG (2009a). Code for Sustainable Homes: Technical Guide Version 2. Department of Communities and Local Government. London.
- DCLG (2009b). Planning Policy Statement: Eco-Towns A supplement to Planning Policy Statement 1. Department of Communities and Local Government. London.
- DEFRA (2007). Draft Climate Change Bill. Department of the Environment, Food and Rural Affairs. The Stationery Office. Cm 7040. London.
- Devuyt, D, Hens, L, and De Lannoy, W (2006). How Green is the City? Sustainability Assessment and the Management of Urban Environments, Columbia University Press.
- EC (2010). ‘Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings (recast)’. European Commission. Brussels.
- Foresight (2008). Horizon Scanning Centre Toolkit Exploring the Future: Tools for Strategic Thinking. Διαθέσιμο από: <http://www.foresight.gov.uk/microsites/hsctoolkit/>.

- Hacking, T (2009). Improved Energy Performance in the Built Environment: Unpicked 'Low-Hanging Fruit'? Proceedings of the Conference on Building Physics and the Sustainable City. University of Cambridge. Cambridge.
- HCA (2008). Eco-Town Report: Learning from Europe on Eco-Towns. Homes and Communities Agency, London.
- IPCC (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report.
- Jewell, J, Clarkson, H, Goodman, J, Watt, I (2010). The Future Climate for Development: Scenarios for Low Income Countries in a Climate-Changing World. Forum for the Future. London.
- Malmqvist, T, Glaumann, M, Scarpellini, S, Zalbaza, I, Aranda, A, Llera, E, Diaz, S (2010). Life Cycle Assessment in Buildings: the ENSLIC Simplified Method and Guidelines. Journal of Energy.
- Ravetz, J (2000). Integrated Assessment for Sustainability Appraisal in Cities and Regions, Journal of Environmental Impact Assessment Review 20(1): σελ. 31 – 64.
- SCDC (2007). Local Development Framework: Northstowe Area Action Plan. Development Plan Document. South Cambridgeshire District Council. UK.
- SESAC (2010). 'Sustainable Buildings, Low Energy Housing'. Sustainable Energy Systems in Advanced Cities. CONCERTO European-funded project. Διαθέσιμο από: <http://www.concerto-sesac.eu/spip.php?rubrique81>.
- Shaw, R, Colley, M, Connell, R (2007). Climate Change Adaptation by Design: A Guide for Sustainable Communities, Town and Country Planning Association.
- Stasinopoulos, P, Smith, M., Hargroves, K., Desha, C. (2009). Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering. Melbourne: Earthscan.
- TCPA (2009). Creating Low Carbon Homes for People in Eco-Towns: Eco-Towns Housing Worksheet. Town and Country Planning Association. London.
- UN (2010). United Nations Sustainable Development Innovation Brief. Buildings and Construction as Tools for Promoting more Sustainable Patterns of Consumption and Production. Department of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development. New York.
- WCED (1987). United Nations World Commission on Environment and Development. Our Common Future: σελ. 43.
- Wilson, E, Piper, J (2010). Spatial Planning and Climate Change. The Natural and Built Environment Series. Oxford Brookes University. Oxford: Routledge.