



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Σταύρος Γ. Πουλόπουλος

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό
Δίπλωμα Ειδίκευσης
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Επιβλέπουσα: Καθηγήτρια Μ. Λοϊζίδου

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγήτρια Μ. Λοϊζίδου
Καθηγήτρια Μ. Ώξενκιουν-Πετροπούλου
Αν. Καθηγητής Χ. Κορωναίος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία με τίτλο «Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Κτιρίων» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Διεπιστημονικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στο σημείο αυτό οφείλω να ευχαριστήσω θερμά την κ. Μαρία Λοϊζίδου, Καθηγήτρια της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας και την υποστήριξή της. Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες και στα άλλα δύο μέλη της τριμελούς μου επιτροπής, την κ. Μ. Όξενκιουν-Πετροπούλου, Καθηγήτρια της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και τον κ. Χριστοφή Κορωναίο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για τις χρήσιμες υποδείξεις τους.

Η παρούσα εργασία δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την συμβολή της κ. Μαρίας Χλωρού, Προϊσταμένη του Τμήματος Εκτέλεσης Έργων της Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών Ε.Μ.Π., την οποία και ευχαριστώ για την ουσιαστική βοήθειά της και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε στη δική μου προσπάθεια.

Θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω και τον κ. Κ. Μουστάκα για την γόνιμη συνεργασία και τη διαρκή βοήθειά του για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Με την διπλωματική μου εργασία ολοκληρώνεται η διετής παρουσία μου στο συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Στα δύο αυτά χρόνια απέκτησα μόνο φίλους και γνώρισα άξιους συναδέλφους από διάφορες ειδικότητες. Ευχαριστώ όλους τους συμφοιτητές μου για το ευχάριστο κλίμα στις αίθουσες του Δ.Π.Μ.Σ., την υποστήριξή τους και τη συνεργασία. Ιδιαίτερα ευχαριστώ την Μαρία Κουμαρτσιώτου για τη βοήθεια που μου παρείχε, όποτε τη χρειάστηκα, στο πεδίο της ειδικότητάς της.

Ευγνωμονώ τον κ. Δημήτριο Ρόκο, όχι μόνο για τις αξέχαστες ώρες διδασκαλίας του αλλά κυρίως για την κατανόησή του και το ανθρώπινο πρόσωπο που επέδειξε σε όποιο πρόβλημα παρουσιάστηκε σε μένα και όποιο φοιτητή του Δ.Π.Μ.Σ. Η παρουσία του, η ζωντάνια, ο θυμός του αλλά και η ευαισθησία του θέτουν πολύ ψηλά τον πήχη για όποιον διδάσκοντα των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων μας φιλοδοξεί να θεωρείται δάσκαλος όπως ο κ. Ρόκος.

Θα ήμουν αχάριστος αν ξεχνούσα να ευχαριστήσω τον κ. Τριαντάφυλλο Παπατριανταφύλλου,

Διευθυντή της Δ/σης Εμπορευματικών Μεταφορών του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών, για τις διευκολύνσεις που μου παρείχε για να ολοκληρώσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα αυτό, όπως και τους συναδέλφους μου στη Δ/ση για την κατανόηση και ανοχή που επέδειξαν.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω αυτούς που πάντα στέκονται δίπλα μου, τόσο στις καλές όσο και στις κακές μου στιγμές: τους γονείς μου Γεώργιο και Σοφία, καθώς και τη σύζυγο μου Κυριακή.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009

Σταύρος Γ. Πουλόπουλος

*Η παρούσα διπλωματική εργασία αφιερώνεται
στον παππού μου και στη νονά μου*

«Νύχτα. Μονάχα τ' άστρα. Και πέρα το βάθος του ολάνοι-
χτου ορίζοντα –
εκεί που πάνε οι άνθρωποι χωρίς τα ονόματά τους.»
Τάσος Λειβαδίτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT.....	10
ΣΥΝΟΨΗ	11
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
I.1 ΑΝΘΡΩΠΟΣ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΚΤΙΡΙΑ	18
I.2 ΚΤΙΡΙΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	19
I.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	21
I.4 ΑΤΖΕΝΤΑ 21 ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	24
I.5 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	26
II. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	27
II.1 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	27
II.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΤΑΞΗ ΤΟΥΣ.....	42
II.3 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	47
II.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	51
II.5 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	56
II.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	64
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	73
III.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	73
III.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SUSCON	84
III.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	90
IV. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ SUSCON.....	110
IV.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	110
IV.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	133
IV.3 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π. – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ SUSCON	136
IV.4 ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π. – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ SUSCON.....	145
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	154
V.1 ΚΡΙΤΙΚΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ SUSCON.....	154
V.2 ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	155
V.3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	156
V.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	166
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	170

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.1. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.	31
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.2. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΤΟΥΣ.	33
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.3. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑ ΜΙΚΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΤΟΥΣ.	35
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.4. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑ ΒΑΣΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.	37
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.5. ΑΝΕΓΕΙΡΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ/ΕΤΟΣ ΚΑΤΑ ΒΑΣΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.	38
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.6. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.	38
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.7. ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ, ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ.	39
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.8. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΑ ΚΥΡΙΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ.	40
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.9. ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.	42
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.10. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ.	46
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.11. ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.	47
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.12. ΚΟΙΝΟΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΘΕΙ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΔΙΚΑΙΟ.	61
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.13. ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ «ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ» ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΕΧΕΙ ΚΙΝΗΘΕΙ ΠΡΟΔΙΚΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ.	62
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ.1. ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ (DING, 2008).	75
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ.2. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΣ, 2007).	91
ΠΙΝΑΚΑΣ V.1. ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SUSCON.	155

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ ΙΙ-1. ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ.....	28
ΣΧΗΜΑ ΙΙ-2. Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	28
ΣΧΗΜΑ ΙΙ-3. ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.	29
ΣΧΗΜΑ ΙΙ-4. ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΙΚΤΗ ΧΡΗΣΗ (ΚΥΡΙΑ) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.	30
ΣΧΗΜΑ ΙΙ-5. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (BORG, 2001).....	54
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-1. ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ LCAID.....	78
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-2. ΈΞΟΔΟΣ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ.	80
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-3. ΔΕΙΓΜΑ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ.	81
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-4. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΑΘΗΝΑ.	83
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-5. ΔΕΙΓΜΑ ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ LIFE CYCLE EXPLORER.	84
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-6. ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΡΩΝ ΣΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.	106
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-7. ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΜΑΔΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.	107
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-8. ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΡΩΝ ΣΤΙΣ ΥΠΟΟΜΑΔΕΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.	107
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-9. ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΡΩΝ ΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ.....	108
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-10. ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΠΙΤΥΧΕΙ ΕΝΑ ΚΡΙΤΗΡΙΟ.	108
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-11. ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ.....	109
ΣΧΗΜΑ ΙΙΙ-12. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΑΡΑΧΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.	109
ΣΧΗΜΑ ΙV-1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	136
ΣΧΗΜΑ ΙV-2. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.....	137
ΣΧΗΜΑ ΙV-3. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (Ι) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.....	138
ΣΧΗΜΑ ΙV-4. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (ΙΙ) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	139
ΣΧΗΜΑ ΙV-5. ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	140
ΣΧΗΜΑ ΙV-6. ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ (ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	141
ΣΧΗΜΑ ΙV-7. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.....	142
ΣΧΗΜΑ ΙV-8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	143
ΣΧΗΜΑ ΙV-9. ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Ε.Μ.Π.	144
ΣΧΗΜΑ ΙV-10. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	145
ΣΧΗΜΑ ΙV-11. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.	146
ΣΧΗΜΑ ΙV-12. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (Ι) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	147
ΣΧΗΜΑ ΙV-13. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (ΙΙ) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	148
ΣΧΗΜΑ ΙV-14. ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.	149
ΣΧΗΜΑ ΙV-15. ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ (ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ) ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	150

ΣΧΗΜΑ IV-16. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.	151
ΣΧΗΜΑ IV-17. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	152
ΣΧΗΜΑ IV-18. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟ SUSCON ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π.....	153
ΣΧΗΜΑ V-1. ΣΧΗΜΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ LEED.....	161
ΣΧΗΜΑ V-2. ΣΧΗΜΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ BUILT GREEN.	165
ΣΧΗΜΑ V-3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΗΜΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.	168

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή (Διπλωματική) Εργασία με τίτλο «Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Κτιρίων» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Διεπιστημονικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Μ. Λοϊζίδου.

Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο είναι εισαγωγικό στο θέμα της ανάγκης μιας νέας θεώρησης στον τομέα της κατασκευής κτιρίων, καθώς οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τα διάφορα στάδια στη ζωή ενός κτιρίου, όπως η κατασκευή, η λειτουργία και τέλος η κατεδάφιση. Στο δεύτερο κεφάλαιο αποτυπώνεται το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα, κυρίως βάσει στοιχείων από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία. Αξιοποιείται η διεθνής βιβλιογραφία για την παράθεση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων και την περιγραφή των αρχών της οικολογικής δόμησης. Παρουσιάζεται συνοπτικά η Ανάλυση Κύκλου Ζωής, η πλέον αναγνωρισμένη μεθοδολογία για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και απόδοσης των κτιρίων. Επίσης, παρατίθεται το ευρωπαϊκό και ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο και επισημαίνονται οι ελλείψεις του τελευταίου. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού παρατίθεται ένας αριθμός βιβλιογραφικών αναφορών στο πεδίο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της αξιολόγησης της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων και των υλικών τους. Το τρίτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στα εργαλεία οικολογικού σχεδιασμού που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται διεθνώς, όπως και σε αυτό που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON (Sustainable Construction). Ιδιαίτερα για το τελευταίο, παρουσιάζεται ο τρόπος χρήσης του και τα κριτήρια στα οποία βασίζεται. Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στην εφαρμογή του εργαλείου του προγράμματος SUSCON για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών και της βιβλιοθήκης Ε.Μ.Π. Από τη χρήση του εργαλείου αυτού προέκυψε ότι τα υπό μελέτη κτίρια αξιολογούνται λίγο πάνω από τη βάση στον περιβαλλοντικό τομέα αφού πέρα από τους συμβατικούς κανονισμούς, δεν έγινε χρήση ειδικών περιβαλλοντικών αρχών κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του εργαλείου και διατυπώνονται προτάσεις για την ανάπτυξη ενός συνολικού σχήματος περιβαλλοντικής πιστοποίησης κτιρίων στην Ελλάδα.

ABSTRACT

The present dissertation thesis entitled "Environmental Evaluation of Buildings" was realised in the frame of the Interdisciplinary Program of Postgraduate Study "Environment and Development", in the Unit of Environmental Science and Technology of the School of Chemical Engineers of the National Technical University of Athens, under the supervision of Professor Mrs. M. Loizidou.

The work is structured in five chapters. The first chapter is introductive in the subject of the need of a new approach in the building sector, since the environmental impacts that are connected with the various stages in the life of a building, as the construction, the operation and finally its demolition. In the second chapter, the building stock in Greece is presented mainly based on data by the National Statistical Service. The international bibliography is utilised for illustrating the environmental impacts of buildings and the description of principles of green building. The Life Cycle Analysis is shortly presented, which is the most recognized methodology for assessing the environmental behaviour and performance of buildings. Moreover, the European and Greek legislative frame is presented and the deficiencies of the last one are pointed out. In the end of this chapter, a number of bibliographic reports in the field of environmental impacts and assessments of buildings and their materials is cited. The third chapter is dedicated to the tools of ecological planning that have been developed and used worldwide, as well as the one created in the frame of SUSCON programme (Sustainable Construction). Particularly for the last one, its use and the criteria on which it is based are presented. The fourth chapter concerns in the application of SUSCON tool for the environmental assessment of the new buildings of the school of civil engineers and the library of the National Technical University of Athens. Using that tool, it was shown that these buildings achieved scores at the middle of the scale in the environmental sector, since beyond the conventional regulations, there were not any other environmental principles employed during their planning or construction. In the fifth and last chapter of the present work, the conclusions drawn from the application of SUSCON tool are presented, whereas specific recommendations are formulated for the development of an integrated environmental certification scheme of buildings in Greece.

ΣΥΝΟΨΗ

Τα κτίρια έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια ζωής τους – από την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση ως και την κατεδάφισή τους. Έχοντας μέσο χρόνο ζωής 50-100 χρόνια, σε αρκετές περιπτώσεις ακόμα περισσότερο, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και στην υγεία, τόσο των ενοίκων τους, όσο και των περιοίκων, επί μακρό χρονικό διάστημα. Αν λάβουμε υπόψη μας και τη συνεισφορά τους στις εκπομπές CO₂, που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα πλανητικής κλίμακας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων μπορεί να θεωρηθούν ακόμα και παγκόσμιες.

Ο οικολογικός σχεδιασμός των κτιρίων είναι δυνατό να συμβάλλει στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της βιομηχανίας κατασκευών. Στόχοι αυτού του σχεδιασμού πρέπει να είναι:

- Η αποδοτικότερη αξιοποίηση της γης και η ελαχιστοποίηση της διατάραξης του φυσικού περιβάλλοντος,
- Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αποδοτικότερη χρήση της,
- Η μείωση κατανάλωσης μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων,
- Η προστασία του πόσιμου ύδατος,
- Η ελαχιστοποίηση αποβλήτων,
- Η βελτίωση της ποιότητας των εσωτερικών χώρων και η προστασία της ανθρώπινης υγείας.

Η εφαρμογή των καλύτερων δυνατών επιλογών στην χωροθέτηση, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση και την κατεδάφιση ενός κτιρίου, δηλαδή σε όλο τον κύκλο ζωής ενός κτιρίου, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ελάττωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τον κατασκευαστικό τομέα, τόσο τοπικά όσο και σε παγκόσμια κλίμακα.

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας εργασίας και εισάγει τον αναγνώστη στο θέμα της ανάγκης μιας νέας προσέγγισης στη δόμηση. Στο δεύτερο κεφάλαιο αποτυπώνεται το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα και παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων. Περιγράφονται οι αρχές της οικολογικής δόμησης και το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία οικολογικού σχεδιασμού διεθνώς καθώς και αυτό που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON (**Sustainable Construction**). Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στην εφαρμογή του εργαλείου του

προγράμματος SUSCON για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών και της βιβλιοθήκης Ε.Μ.Π. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του εργαλείου και διατυπώνονται προτάσεις για την ανάπτυξη ενός σχήματος για τη συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση και πιστοποίηση των κτιρίων στην Ελλάδα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιβαλλοντική αξιολόγηση της βιβλιοθήκης και των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών που βρίσκονται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου του Ε.Μ.Π. με χρήση του εργαλείου SUSCON και η πρόταση ενός σχήματος περιβαλλοντικής πιστοποίησης των κτιρίων στην Ελλάδα.

Η γνώση του κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα αποτελεί προϋπόθεση οποιασδήποτε θεσμικής παρέμβασης. Ως πηγή για τα στοιχεία σχετικά με το κτιριακό απόθεμα χρησιμοποιήθηκε η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε., www.statistics.gr) και συγκεκριμένα η απογραφή του Δεκεμβρίου του 2000. Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, το σύνολο των κτιρίων στην Ελλάδα το 2000 ανερχόταν σε 3,990,970. Το 21% εξ' αυτών βρίσκεται στη Μακεδονία ενώ το 19% στην Αττική. Σε ό,τι αφορά το έτος κατασκευής, το 70% των κτιρίων κατασκευάστηκε μέχρι το 1980, ενώ από το 1991 έως το 2000 κατασκευάστηκε το 12% των κτιρίων στην Ελλάδα. Άλλο ένα στοιχείο που μπορεί να εξαχθεί με βάση αυτά τα δεδομένα και αφορά την οικοδομική δραστηριότητα στην Ελλάδα είναι ότι κατά τη χρονική περίοδο 1981-1985 κατασκευάζονταν 80,860 κτίρια/έτος, κατά την πενταετία 1986-1990 κατασκευάζονταν 59,469 κτίρια/έτος, κατά την πενταετία 1991-1995 κατασκευάζονταν 48,323 κτίρια/έτος και τέλος, κατά την πενταετία 1996-2000 κατασκευάζονταν 49,833 κτίρια/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη συνολικά την δεκαπενταετία 1986-2000, μπορεί να θεωρηθεί ότι στην Ελλάδα κατασκευάζονται κατά προσέγγιση 52,500 κτίρια/έτος. Τα κτίρια αποκλειστικής χρήσης στην Ελλάδα ανέρχονται συνολικά σε 3,577,355. Τα περισσότερα από αυτά κατασκευάζονται με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στον οικιακό τομέα. Συγκεκριμένα, το 77% των κτιρίων χρησιμοποιούνται ως κατοικίες, το 3% ως καταστήματα-γραφεία, το 3% έχουν διάφορες χρήσεις όπως σχολικά κτίρια, εκκλησίες, ξενοδοχεία κ.ά., ενώ τέλος το 17% των κτιρίων έχουν άλλες χρήσεις που δεν καταγράφονται. Ορισμένες ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις που μπορούν ακόμα να σημειωθούν είναι ότι τα περισσότερα κτίρια με χρήση κατοικίας βρίσκονται στην Αττική (586,730 – 21% επί του συνόλου), οι περισσότερες εκκλησίες και μοναστήρια στην Πελοπόννησο (9089 – 21% επί του συνόλου), τα περισσότερα ξενοδοχειακά κτίρια στα νησιά του Αιγαίου (7187 – 31% επί του συνόλου), ενώ τέλος τα περισσότερα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία ή καταστήματα βρίσκονται πάλι στην Αττική (23,777 – 21% επί του συνόλου).

Τα κτίρια εμφανίζουν έναν μεγάλο αριθμό περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη φάση κατασκευής μέχρι και το τελικό στάδιο κατεδάφισής τους. Εξαιτίας της σημασίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι περισσότερες σχετικές μελέτες εστιάζουν στα θέματα της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ που συνδέονται με τα κτίρια.

Σύμφωνα με τον Chrisna du Plessis (2002) η οικοδομική δραστηριότητα καταναλώνει το 16% των παγκόσμιων υδάτινων αποθεμάτων, το 30 – 40% της παγκόσμιας ενέργειας, ενώ δεσμεύει περισσότερο από το 50% των πρώτων υλών που εξάγονται. Ως αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης πρώτων υλών και ενέργειας, ο κατασκευαστικός κλάδος παράγει το 40 – 50% των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές, ενώ είναι υπεύθυνος για το 20 – 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και οξειδία του αζώτου).

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) αναγνωρίστηκε από την επιστημονική κοινότητα ως η μόνη «νόμιμη» και ορθή μέθοδος για την αξιολόγηση και σύγκριση υλικών, προϊόντων και υπηρεσιών από την περιβαλλοντική άποψη. Η AKZ είναι μία μέθοδος που ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την παραγωγή ενός προϊόντος ή υπηρεσίας. Ο ορισμός που δίνεται από τον SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1993) είναι: «Η AKZ είναι ένας συστηματικός τρόπος της αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδρασης προϊόντων ή υπηρεσιών παρακολουθώντας τα από την «κούνια μέχρι τον τάφο»». Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση των εκπομπών και την κατανάλωση υλικών που επηρεάζουν το περιβάλλον σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποιο νομοθετικά κατοχυρωμένο σχήμα για την συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση και σήμανση των κτιρίων. Οι συμφωνίες όμως για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής επέβαλλαν τη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στον κτιριακό τομέα. Έτσι, η Ελλάδα ακολουθεί τις εξελίξεις του Κοινοτικού Δικαίου σε ό,τι αφορά την ενέργεια και τα κτίρια.

Σύμφωνα με τους Assefa et al. (2007), την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί στον κτιριακό τομέα δύο κατηγορίες εργαλείων περιβαλλοντικής αξιολόγησης.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα εργαλεία εκείνα που βασίζονται σε ένα σύστημα κριτηρίων. Στα εργαλεία αυτά δίδεται ένας βαθμός σε έναν αριθμό καθορισμένων κριτηρίων σε μια κλίμακα που κυμαίνεται από τη μικρή μέχρι τη μεγάλη περιβαλλοντική επίπτωση. Παραδείγματα σε αυτή

την κατηγορία είναι τα εργαλεία BREEAM (Αγγλία), GBTool (Καναδάς), LEED (Η.Π.Α.), EcoProfile (Νορβηγία) και Environmental Status (Σουηδία).

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τα εργαλεία εκείνα που ακολουθούν τη μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής. Τα περισσότερα από τα εργαλεία αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται στο στάδιο του σχεδιασμού για την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών σεναρίων και κατάλληλων υλικών. Το πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας είναι η ικανότητα υπολογισμού των συνεπειών συγκεκριμένων συνδυασμών κτιριακών υλικών, σχεδίων και επιλογών. Παραδείγματα εργαλείων σε αυτή την κατηγορία είναι τα Bees (Η.Π.Α.), Beat (Δανία), Envest (Αγγλία), ATHENA (Καναδάς), EcoQuantum (Ολλανδία), Team (Γαλλία), Equer (Γαλλία) και KCL-Eco (Φιλανδία).

Το Πρόγραμμα SUSCON (LIFE 05 ENV/GR/000235) υλοποιείται στα πλαίσια της κοινοτικής πρωτοβουλίας LIFE-Περιβάλλον και επιδιώκει την υιοθέτηση και εφαρμογή της έννοιας της αειφόρου κατασκευής στις πρακτικές των τεχνικών εταιρειών που κατασκευάζουν έργα, των μελετητικών-συμβουλευτικών επιχειρήσεων που συντάσσουν τις τεχνικές προδιαγραφές των έργων, των δημόσιων αρχών που εκδίδουν τις τεχνικές προσφορές, των προμηθευτών των δομικών υλικών και άλλων συμμετεχόντων που ανήκουν στον κατασκευαστικό τομέα.

Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού αναπτύχθηκε ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κατασκευαστικών έργων, με έμφαση στα κτίρια. Η ποικιλία των κοινωνικο-οικονομικών, περιβαλλοντικών και άλλων συνθηκών που επικρατούν σε κάθε περιοχή του πλανήτη επιβάλλουν την εύρεση ενός εργαλείου για την αξιολόγηση των κτιρίων αρκετά ευέλικτου ώστε να προσαρμόζεται και να μπορεί να συμπεριλάβει αυτές τις συνθήκες. Το εργαλείο που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα SUSCON δίνει πραγματικά τη δυνατότητα αυτή, της εύκολης δηλαδή προσαρμογής του εργαλείου στις συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται το υπό αξιολόγηση κτίριο, στον χρήστη του. Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε σε περιβάλλον Excel.

Η αξιολόγηση ενός κτιρίου γίνεται βάσει της απόδοσης του σε δύο διαστάσεις: (α) την περιβαλλοντική, και (β) την οικονομική. Η περιβαλλοντική διάσταση υποδιαιρείται σε πέντε συνιστώσες:

- Χρήση γης και χωροθέτηση,
- Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση,
- Διατήρηση φυσικών πόρων (πρώτων υλών),
- Διατήρηση υδατικών πόρων,

- Υγεία και ασφάλεια.

Με τη σειρά της, η οικονομική διάσταση αναλύεται και αυτή σε πέντε συνιστώσες:

- Συμβολή στην τοπική οικονομία,
- Αποδοτικότητα,
- Προσαρμοστικότητα,
- Λειτουργικό κόστος,
- Πάγιο κόστος.

Το εργαλείο που έχει αναπτυχθεί για την αξιολόγηση κτιρίων στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON εφαρμόστηκε για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης:

- της βιβλιοθήκης,
- των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών του Ε.Μ.Π., που βρίσκονται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είχε ως εξής:

1. Συμπλήρωση ερωτηματολογίου για την περιβαλλοντική αξιολόγηση κτηρίων, το οποίο έχει αναπτυχθεί για τον διαγωνισμό αειφόρου κατασκευής στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON, για την συγκέντρωση βασικών στοιχείων για τα κτίρια υπό μελέτη.
2. Εφαρμογή του εργαλείου στη συνέχεια βάσει της πληροφορίας που συλλέχθηκε στο πρώτο βήμα.

Και στα δύο αυτά βήματα καθοριστική ήταν η βοήθεια της Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών του Ε.Μ.Π.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει επτά μέρη και καταλαμβάνει συνολικά έντεκα σελίδες. Το πρώτο μέρος αφορά γενικά στατιστικά στοιχεία και στοιχεία για το είδος της κατασκευής. Τα έξι επόμενα μέρη του ερωτηματολογίου περιλαμβάνουν ερωτήσεις για την περιβαλλοντική και οικονομική αξιολόγηση του έργου. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση χωρίζεται σε πέντε υποκατηγορίες ερωτήσεων που αφορούν τη Χρήση Γης και τη Χωροθέτηση, την Ενεργειακή Αποδοτικότητα, την Υγεία και Ασφάλεια, την Αποδοτική αξιοποίηση των Πρώτων Υλών και την Προστασία των Υδάτινων πόρων. Η Οικονομική αξιολόγηση του έργου περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν την συνεισφορά στην Τοπική Οικονομία, την Αποδοτικότητα και την Προσαρμοστικότητα του κτηρίου καθώς και στοιχεία για τα Λειτουργικά και Πάγια κόστη του έργου.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι κανονικοποιημένες τιμές που προέκυψαν από την αξιολόγηση των κτιρίων υπό διερεύνηση στην παρούσα διπλωματική εργασία με το εργαλείο SUSCON.

Κανονικοποιημένες τιμές αξιολόγησης κριτηρίων με το εργαλείο SUSCON.

Περιβαλλοντική Απόδοση	Βιβλιοθήκη	Κτίρια Πολιτικών Μηχανικών
Χωροθέτηση και χρήση γης	68%	80%
Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση	61%	56%
Υγεία και ασφάλεια	58%	52%
Αποδοτική χρήση πρώτων υλών	52%	55%
Διατήρηση υδατικών πόρων	18%	17%
Οικονομική Απόδοση	73%	73%

Συγκρίνοντας μεταξύ τους τα αποτελέσματα που ελήφθησαν μπορούν να διατυπωθούν κάποιες παρατηρήσεις. Καταρχήν και τα δύο κτίρια είχαν παρόμοιο μέγιστο αριθμό πόντων που μπορούσε να αποδοθεί σε κάθε κριτήριο, με εξαίρεση το κριτήριο της διατήρησης των υδατικών πόρων. Όμως, σε κανονικοποιημένες τιμές ακόμα και αυτή η διαφορά μειώθηκε σημαντικά. Συνολικά, παρά τις όποιες διαφορές στα επί μέρους κριτήρια, τα κτίρια έλαβαν την ίδια βαθμολογία τόσο στην περιβαλλοντική απόδοση (55%) όσο και στην οικονομική απόδοση (73%). Τα κτίρια έλαβαν τις υψηλότερες βαθμολογίες στα κριτήρια χωροθέτησης και ενεργειακής αποδοτικότητας, ενώ οι χαμηλότερες ήταν στο κριτήριο της διατήρησης των υδατικών πόρων.

Τα παρόμοια αυτά αποτελέσματα οφείλονται και στα κοινά χαρακτηριστικά σχεδιασμού των κτιρίων. Ειδικότερα, όπως προέκυψε και από συζητήσεις με τους αρμόδιους επίβλεψης του σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων αυτών, πέρα από ότι προβλέπεται στους συμβατικούς κανονισμούς (π.χ. κτιριοδομικός κανονισμός, κανονισμός θερμομόνωσης) δεν εφαρμόστηκαν κάποια κριτήρια με στόχο τη δημιουργία κτιρίων πιο φιλικών προς το περιβάλλον. Δεν υπήρξε καμία ιδιαίτερη πρόβλεψη για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων μέσω επιλογής κατάλληλων παραμέτρων σχεδιασμού, κτιριακών υλικών ή ειδικών εγκαταστάσεων, όπως για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, για συγκράτηση και αξιοποίηση βρόχινων υδάτων ή ανακύκλωση υγρών αποβλήτων, για περιορισμό των στερεών αποβλήτων, ούτε καν κάποιος προγραμματισμένος έλεγχος παρακολούθησης τυχόν διαρροών νερού. Αν και δεν είναι απόλυτα «νόμιμη» η άμεση σύγκριση, τα κτίρια έλαβαν περισσότερους πόντους στην οικονομική απόδοση. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι ούτε καν αυτό δεν ήταν αποτέλεσμα συνειδητής επιλογής και φιλοσοφίας, αλλά μάλλον τυχαίο αποτέλεσμα.

Τέλος, μετά από εξέταση δύο αντιπροσωπευτικών σχημάτων περιβαλλοντικής πιστοποίησης κτιρίων, προτάθηκε ένα αντίστοιχο σχήμα πιστοποίησης των κτιρίων όσον αφορά την περιβαλλοντική απόδοσή τους που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην Ελλάδα.

Ένα τέτοιο σχήμα πρέπει να είναι διαφανές, αντικειμενικό, σύμφωνο προς τις σύγχρονες τάσεις στην ευρωπαϊκή νομοθεσία και να περιλαμβάνει τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Εκπαίδευση υποψηφίων αξιολογητών,
- Εξέταση και διαπίστευση αξιολογητών,
- Περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων,
- Πιστοποίηση κτιρίων.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

I.1 Άνθρωπος – Περιβάλλον – Κτίρια

Τα τελευταία τριάντα χρόνια υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με το φυσικό περιβάλλον και την επίδραση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου σε αυτό. Οι επιπτώσεις των ανθρώπινων ενεργειών στο περιβάλλον εμφανίστηκαν με τη βιομηχανική επανάσταση τον 18^ο αιώνα αλλά άρχισαν να γίνονται σημαντικές μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Το πρόβλημα, πάντως, αναγνωρίστηκε από το 1970 όταν οι επιπτώσεις της ρύπανσης άρχισαν να αντανακλούν στην ποιότητα του περιβάλλοντος. Οι πρώτες ορατές επιπτώσεις αφορούσαν την απελευθέρωση τοξικών ουσιών από τον άνθρωπο και τη συσσώρευσή τους στο περιβάλλον, η οποία είχε αρνητικές επιπτώσεις για πολλά οικοσυστήματα. Τα προβλήματα άρχισαν να γίνονται πιο σημαντικά και οδήγησαν σε έναν αριθμό φαινομένων που αναγνωρίστηκαν πρώτα από τους επιστήμονες και έπειτα έγιναν γνωστά στο ευρύτερο κοινό. Τα φαινόμενα αυτά ήταν ο ευτροφισμός και η όξινη εναπόθεση και σχετιζόνταν με τις εκπομπές οξειδίων του θείου και του αζώτου από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η κλιμάκωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και η εμφάνιση νέων, σε πλανητική πλέον κλίμακα, αφύπνισε σταδιακά τους πολίτες. Αναφερόμαστε βέβαια στην καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος από τη χρήση των CFCs και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, από την αύξηση της συγκέντρωσης κυρίως του CO₂ στην ατμόσφαιρα, που συνδέεται με την καύση ορυκτών καυσίμων και την κατανάλωση ενέργειας. Η έντονη ανησυχία της κοινωνίας για την κατάσταση του περιβάλλοντος οδήγησε σε έναν αριθμό διεθνών συμφωνιών και οδηγιών για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και την προστασία του περιβάλλοντος. Η Έκθεση Brundtland (UN, 1987), η Διακήρυξη του Ρίο (UN, 1992) και το Πρωτόκολλο του Κιότο (UN, 1997) αποτελούν μερικά από τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής αφύπνισης των κρατών.

Η βιομηχανία και οι μεταφορές μπήκαν αρχικά στο στόχαστρο των πολιτικών για την προστασία του περιβάλλοντος. Σήμερα, όμως, η ανάγκη για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, επιβάλλει την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς. Έτσι, αναγνωρίστηκε και η ανάγκη λήψης μέτρων για τα κτίρια, καθώς αυτά έχουν μεγάλο χρόνο ζωής και σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η εξασφάλιση στέγης αποτελεί βασική ανάγκη του ανθρώπου. Κτίρια κατασκευάζονται διαρκώς για να χρησιμοποιηθούν ως κατοικίες, χώροι εργασίας, νοσοκομεία, σχολεία κ.λπ. Στο παρελθόν, ο τομέας κατασκευής στέγης ήταν αναπόσπαστα δεμένος με το φυσικό περιβάλλον. Οι όροι

δόμησης, οι τύποι των κατοικιών, τα υλικά κατασκευής και τα συστήματα θέρμανσης συνδέονταν με τη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων στο τοπικό επίπεδο, αλλά και με την ανάπτυξη τεχνικών και μέσων που μεταβιβάζονταν από γενιά σε γενιά, δημιουργώντας μια άτυπη αλλά συγχρόνως και πολύ προχωρημένη αρχιτεκτονική.

Σήμερα αυτή η αλληλεξάρτηση παράδοσης, γνώσης και διαθεσιμότητας φυσικών πόρων σε τοπικό επίπεδο και κατασκευής κτιρίων δεν υφίσταται πλέον. Η τυποποίηση και εμπορευματοποίηση του κλάδου της παραγωγής υλικών και συστημάτων οδήγησε στην ομογενοποίηση των εφαρμογών και την εξαφάνιση των ιδιαιτεροτήτων. Η κατασκευή κτιρίων έγινε και αυτή μαζική.

Δεν μπορεί να αμφισβητηθεί, βέβαια, η παροχή περισσότερων λειτουργικών ανέσεων υψηλότερης ποιότητας, όπως η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, η κεντρική θέρμανση και η σύνδεση με τα δίκτυα νερού και ακαθάρτων.

Το ζήτημα είναι ότι η παραπάνω εξέλιξη πραγματοποιήθηκε σε βάρος άλλων παραγόντων και κυρίως εις βάρος του περιβάλλοντος. Η εξόρυξη πρώτων υλών για την παραγωγή οικοδομικών υλικών προκαλεί πλέον σημαντικές αλλοιώσεις τοπίων και οικοσυστημάτων σε πολύ μακρινές περιοχές. Η επεξεργασία τους στα εργοστάσια καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας και νερού με ταυτόχρονη παραγωγή αποβλήτων. Τα υλικά κατεδάφισης κτιρίων καταλαμβάνουν πια σημαντικό μέρος των χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, τα κτίρια καταναλώνουν συνεχώς ενέργεια και νερό για την κάλυψη των αναγκών των χρηστών τους. Τέλος, όλο και πιο συχνά εμφανίζεται το φαινόμενο των «άρρωστων» κτιρίων με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων τους, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της συσσώρευσης χημικών και βιολογικών παραγόντων, που προέρχονται από πηγές εντός και εκτός των κτιρίων, και συνθηκών ανεπαρκούς αερισμού.

1.2 Κτίρια - Περιβάλλον

Τα κτίρια έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια ζωής τους – από την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση ως και την κατεδάφισή τους. Έχοντας μέσο χρόνο ζωής 50-100 χρόνια, σε αρκετές περιπτώσεις ακόμα περισσότερο, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και στην υγεία, τόσο των ενοίκων τους, όσο και των περιοίκων, επί μακρό χρονικό διάστημα. Αν λάβουμε υπόψη μας και τη συνεισφορά τους στις εκπομπές CO₂, που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένα περιβαλλοντικό

πρόβλημα πλανητικής κλίμακας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων μπορεί να θεωρηθούν ακόμα και παγκόσμιες.

Ο κλάδος των κατασκευών είναι υπεύθυνος για την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό) και ενέργειας. Τα διάφορα δομικά υλικά, από το μπετόν μέχρι και τις βαφές χρειάζονται σημαντικές ποσότητες πρώτων υλών και ενέργειας για την μεταφορά τους και την ενσωμάτωσή τους σε ένα κτίριο.

Κατά τη διάρκεια χρήσης ενός κτιρίου, απαιτείται κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση, τον κλιματισμό, το μαγείρεμα, την παραγωγή ζεστού νερού και τον τεχνητό φωτισμό, κατανάλωση ενέργειας που συνεπάγεται άμεσα ή έμμεσα την απελευθέρωση ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, εφόσον αυτή η ενέργεια παράγεται από ορυκτά καύσιμα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση αυτή έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (σε τοπική κλίμακα), συνεισφέρει σε φαινόμενα περιφερειακής κλίμακας όπως η όξινη βροχή και συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή σε παγκόσμια κλίμακα όταν αναφερόμαστε στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, την συντήρηση και την ανακαίνιση κτιρίων περιέχουν ουσίες που μπορεί να δημιουργούν προβλήματα στην ποιότητα ατμόσφαιρας των εσωτερικών χώρων, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να είναι επικίνδυνα για τα ύδατα και τα φυσικά οικοσυστήματα κατά την απόρριψή τους με την κατεδάφιση του κτιρίου.

Η καθ' εαυτή χωροθέτηση και η ανέγερση ενός νέου κτιρίου επηρεάζει τον χώρο και έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον που εκτείνονται από την διατάραξη του τοπίου, την μείωση των ελεύθερων χώρων και των χώρων πρασίνου, την όχληση των περιοίκων (στέρξη θέας, θόρυβος, κατάληψη χώρων στάθμευσης), την επέκταση των δικτύων (ηλεκτρικό, νερό, τηλέφωνο, αποχέτευση), την αποκομιδή απορριμμάτων και την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ως την μεταβολή της κυκλοφορίας του αέρα και την αλλαγή του τοπικού μικροκλίματος.

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την κατασκευή ενός κτιρίου – και η συνεπαγόμενη επέκταση του δομημένου έναντι του φυσικού περιβάλλοντος – δεν είναι δυνατό να αποφευχθούν ή να αναταχθούν πλήρως. Αυτό όμως που μπορεί να γίνει είναι να ελαχιστοποιηθούν με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την κατάλληλη επιλογή δομικών υλικών και ενεργειακών συστημάτων. Δυστυχώς, ακόμα και σήμερα τα περισσότερα κτίρια κατασκευάζονται με μόνο γνώμονα την

μεγιστοποίηση της καλυπτόμενης επιφάνειας, την ταχύτερη κατασκευή και τελικά τη μεγιστοποίηση του κέρδους. Στην καλύτερη περίπτωση, που ο υπεύθυνος για την κατασκευή είναι και ο ιδιοκτήτης, ο σχεδιασμός έχει ως στόχο την κάλυψη των αναγκών στέγασης, που εν ολίγοις συνοψίζονται σε περισσότερο χώρο και περισσότερα δωμάτια για την οικογένεια. Κατά την κατασκευή αυτών των κτιρίων, λοιπόν, δεν λαμβάνεται υπόψη η αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην χωροθέτηση της οικοδομής, τους περιορισμούς όσον αφορά την ενέργεια και τα φυσικά διαθέσιμα, και την κτιριακή λειτουργία. Είναι προφανές ότι απαιτείται μια νέα προσέγγιση σχεδιασμού, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση σχεδιασμού όπου θα λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών, τουλάχιστον αν επιθυμούμε έναν καλύτερο κόσμο για τις επόμενες γενιές. Το κλίμα και ο προσανατολισμός της οικοδομής, παράγοντες σχεδιασμού όπως οι δυνατότητες φυσικού φωτισμού, το κτιριακό κέλυφος, καθώς επίσης οι δραστηριότητες των ενοίκων, είναι μερικοί από τους παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν σε μια τέτοια ολοκληρωμένη προσέγγιση (U.S. Green Building Council, 1996).

Η ανάγκη ενός νέου σχεδιασμού γίνεται πιο επιτακτική και από τα φαινόμενα του υπερπληθυσμού και της αστικοποίησης. Μεταξύ 1950 και 1994 ο αριθμός των ανθρώπων που ζούσαν στις ανά τον κόσμο αστικές περιοχές αυξήθηκε από 200 εκατομμύρια σε 2.4 δισεκατομμύρια και μέχρι το 2025 αναμένεται να φτάσει στα 5.5 δισεκατομμύρια, αριθμός σχεδόν ίσος προς τον υπάρχοντα πληθυσμό του πλανήτη. Με τα παρόντα ποσοστά, ο παγκόσμιος πληθυσμός θα διπλασιαστεί σε 41 χρόνια, ο αστικός πληθυσμός σε 22 χρόνια και ο αστικός πληθυσμός των αναπτυσσόμενων χωρών σε 15 μόλις χρόνια. Ο αριθμός των μεγαλουπόλεων αυξάνεται με ταχύτατο ρυθμό. Το 1960 υπήρχαν μόνο 111 μεγαλουπόλεις με πληθυσμούς άνω του ενός εκατομμυρίου. Σήμερα, αριθμούν τις 290. Ο ένας στους δέκα ζει σε κάποια πόλη με πάνω από ένα εκατομμύριο κατοίκους και πολλοί ζουν σε μια από τις 13 μεγαλουπόλεις του κόσμου με πάνω από 10 εκατομμύρια κατοίκους. Επομένως, τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με τις πόλεις μας και κατ' επέκταση και με τα κτίρια αναμένεται να ενταθούν στο άμεσο μέλλον αν δεν αλλάξει η οπτική στο θέμα της κατασκευής κτιρίων (Tyler Myler, 2000).

I.3 Οικολογικός σχεδιασμός

Σήμερα, βρισκόμαστε αντιμέτωποι με ένα στοίχημα που οφείλουμε να κερδίσουμε: την προώθηση όλων των μέτρων και πολιτικών εκείνων που θα μας οδηγήσουν σε μια νέα ανάπτυξη που θα στηρίζεται στη λογική της προστασίας των φυσικών και πολιτιστικών πόρων και όχι στην υπερεκμετάλλευσή τους, μια ανάπτυξη που θα αφορά όχι μόνο τους σημερινούς κατοίκους

αυτού του πλανήτη αλλά θα προβλέπει και για τις επόμενες γενιές. Για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης χρειαζόμαστε αειφόρα κτίρια σε αειφόρες πόλεις. Κτίρια που θα κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε πόλεις που θα αναπτύσσονται και θα εξελίσσονται σε μια παράλληλη πορεία με την προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος.

Το 80% των ευρωπαϊκών κατοικούν σε πόλεις όπου καταναλώνεται το 30% της συνολικής ενέργειας, ενώ παράγεται το 40% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Είναι επιτακτική λοιπόν η ανάγκη για την ανάπτυξη και εφαρμογή νέων προτύπων στην κατασκευή κτιρίων.

Πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι οι πόλεις δεν είναι μια απλή συσσώρευση κτιρίων στο χώρο, αλλά οργανικές οντότητες που επιτελούν ένα σύνολο κοινωνικών, οικονομικών, αισθητικών και πολιτιστικών λειτουργιών και αποτελούν τη βάση και την ουσία του αστικού πολιτισμού. Σε αυτές τις οργανικές οντότητες (οι πόλεις), τα κτίρια αποτελούν τα δομικά κύτταρα.

Η οικολογική ή μη συμπεριφορά ενός κτιρίου δεν αφορά μόνο το ίδιο, αλλά και το πώς αυτό εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πολεοδομικό συγκρότημα με το οποίο ανταλλάσσει διαρκώς ύλη και ενέργεια. Έτσι, πέρα από τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων, απαιτούνται και συντονισμένες παρεμβάσεις σε ευρύτερη κλίμακα, καθώς και συνδυασμένες πολιτικές, που να απαντούν ταυτόχρονα στα αιτήματα της ποιότητας και της επάρκειας των ιδιωτικών και δημόσιων χώρων.

Σύμφωνα με τους Κώστα και Θέμη Τσιπήρα (2005) δεν είναι δυνατόν να επιδιώκουμε τη βελτίωση του περιβάλλοντος μέσω τεχνικών επεμβάσεων ή μέτρων που θα αφορούν στο μεμονωμένο κτίριο, χωρίς να παρέμβουμε στο ευρύτερο σύνολο, τις παραμέτρους που καθορίζουν τις σχέσεις δομημένου-ελεύθερου χώρου, τις επιπτώσεις από τη λειτουργία της πόλης, τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτή, δηλαδή από την ίδια τη δομή του χώρου και τη χρήση που γίνεται από τους χρήστες. Απαιτείται να δούμε το κτίριο σε σχέση με το πολεοδομικό σύνολο, διερευνώντας τις συνέπειες των αλληλεξαρτήσεων και επιδράσεων, τις ευνοϊκές ή δυσμενείς επιδράσεις του περιβάλλοντος χώρου, των χρήσεων και των λειτουργιών, ώστε να διατυπωθούν αρχές και προτάσεις που μπορούν να συνεισφέρουν στην επίτευξη των βασικών στόχων:

- της βελτίωσης του περιβάλλοντος,
- της εξοικονόμησης ενέργειας,
- της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων,

- της εξασφάλισης ανεκτών συνθηκών διαβίωσης, τόσο μέσα στο ίδιο το κτίριο όσο και στο ευρύτερο αστικό περιβάλλον, ενισχύοντας τις παραμέτρους που συμβάλλουν σε μια θετική αλληλεξάρτηση του κτιρίου με το οικιστικό σύνολο, τον αστικό χώρο, το κλίμα, το βασικό περιβάλλον.

Η στροφή προς μια ανάπτυξη που παρέχει τις βασικές κοινωνικές και οικονομικές υπηρεσίες σε όλους τους κατοίκους μιας πόλης, χωρίς να θίγει τη βιωσιμότητα των φυσικών συστημάτων στα οποία βασίζεται η παροχή των υπηρεσιών αυτών, αποτελεί έναν γενικό στόχο που ικανοποιεί το αίτημα της αειφορίας.

Ο οικολογικός σχεδιασμός των κτιρίων, λοιπόν, είναι δυνατό να συμβάλλει στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της βιομηχανίας κατασκευών. Στόχοι αυτού του σχεδιασμού πρέπει να είναι:

- Η αποδοτικότερη αξιοποίηση της γης και η ελαχιστοποίηση της διατάραξης του φυσικού περιβάλλοντος,
- Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αποδοτικότερη χρήση της,
- Η μείωση κατανάλωσης μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων,
- Η προστασία του πόσιμου ύδατος,
- Η ελαχιστοποίηση αποβλήτων,
- Η βελτίωση της ποιότητας των εσωτερικών χώρων και η προστασία της ανθρώπινης υγείας.

Η εφαρμογή των καλύτερων δυνατών επιλογών στην χωροθέτηση, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση και την κατεδάφιση ενός κτιρίου, δηλαδή σε όλο τον κύκλο ζωής ενός κτιρίου, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ελάττωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τον κατασκευαστικό τομέα, τόσο τοπικά όσο και σε παγκόσμια κλίμακα.

Για τη δημιουργία πραγματικά οικολογικών κτιρίων απαιτείται ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός που θα λαμβάνει υπόψη όλες τις εμπλεκόμενες διαστάσεις στην κατασκευή: περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική. Ένας τέτοιος ολοκληρωμένος σχεδιασμός απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση που μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της εμπλοκής όλων των σχετικών ειδικοτήτων, όπως τοπογράφους, αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, σχεδιαστές εσωτερικών χώρων και φωτισμού, που θα μπορούν να λάβουν υπόψη ζητήματα από τη χωροθέτηση της κατασκευής μέχρι την άνεση των χρηστών στους εσωτερικούς χώρους, με ταυτόχρονη πάντα ικανοποίηση των σύγχρονων αναγκών για στέγαση.

Ο οικολογικός σχεδιασμός είναι λοιπόν το αποτέλεσμα μιας ολοκληρωμένης και πολύπλοκης σύνθεσης, που λαμβάνει υπόψη ένα μεγάλο αριθμό παραμέτρων: την τοπογραφία των οικοπέδων, το έδαφος, το μικροκλίμα, τον προσανατολισμό των κτιρίων την σωστή επιλογή των ανοιγμάτων, την μελέτη του κελύφους, την επιλογή των κατάλληλων υλικών. Ενδιαφέρεται ακόμα για τη λειτουργική ενσωμάτωση στο κτίριο των συστημάτων παραγωγής ενέργειας, ενώ προτείνει σύγχρονα συστήματα για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Το κτίριο δεν είναι πλέον ένα άθροισμα ετερόκλητων στοιχείων, αλλά ένα ολοκληρωμένο κύτταρο για την πόλη και τον άνθρωπο.

Ο γνήσιος οικολογικός σχεδιασμός θα έπρεπε να ξεκινά από τη μεγάλη κλίμακα (την πόλη, τη συνοικία, το οικοδομικό τετράγωνο) και να καταλήγει στην οικιστική μονάδα (της οποίας το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τους όρους δόμησης και τη χρήση των χώρων). Μια τέτοια θεώρηση αφορά κυρίως τις νέες κατασκευές και πολύ λιγότερο το υπάρχον κτιριακό απόθεμα. Για τη δεύτερη αυτή περίπτωση τα κριτήρια είναι διαφορετικά: το εύρος των παρεμβάσεων για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών των υπαρχόντων κτιρίων θα πρέπει να είναι το αποτέλεσμα κόστους-οφέλους, αλλά και δυνατοτήτων που συνδέονται με το καθεστώς χρήσης και ιδιοκτησίας. Είναι λοιπόν προφανές ότι οι εκ των υστέρων παρεμβάσεις έχουν γενικά πολύ λιγότερους βαθμούς ελευθερίας από ότι οι νέες κατασκευές. Πάντως, ακόμα και στην περίπτωση νέων κατασκευών, η αγορά κατοικίας βέβαια δεν μπορεί να απορροφήσει τόσο γρήγορα μια νέα προσέγγιση στο σχεδιασμό κτιρίων. Η οικολογική δόμηση θα μπορούσε να γίνει υποχρεωτική για τα κτίρια του δημόσιου τομέα, για τα οικιστικά σύνολα ορισμένου μεγέθους (νέοι οικισμοί, εργατικές κατοικίες κτλ.) καθώς και για μονάδες του τουριστικού τομέα. Οι υποχρεώσεις θα πρέπει να συνοδεύονται και από την παράλληλη ανάπτυξη καθεστώτος κινήτρων ή άλλων μορφών επιβράβευσης (π.χ. ανάπτυξη σήματος για «πράσινα» κτίρια).

Τα αυριανά κτίρια πρέπει να είναι αειφόρα κτίρια που θα αποτελούν τμήμα αειφόρων πόλεων, θα παρέχουν ασφάλεια και συνθήκες άνεσης στους χρήστες τους και θα ενσωματώνουν στη λειτουργία τους αρχές όπως ο σεβασμός στο κλίμα και στις τοπικές ιδιαιτερότητες, η ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων και η προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων και πολιτιστικών αναφορών.

I.4 Ατζέντα 21 και αειφόρος κατασκευή

Η Ατζέντα 21 σχετικά με την αειφόρο κατασκευή είχε στόχο τη δημιουργία ενός εννοιολογικού πλαισίου, το οποίο θα προσδιορίζει τις σχέσεις μεταξύ της παγκόσμιας έννοιας της

βιώσιμης ανάπτυξης με τον κατασκευαστικό τομέα και θα επιτρέψει στις άλλες Ατζέντες σε τοπικό επίπεδο να συνδιαλέγονται, να συντονίζονται και να προσδιορίζουν συγκεκριμένα μέτρα κατάλληλα για την τοπική κλίμακα. Ένας από τους στόχους της Ατζέντα 21 για την αειφόρο κατασκευή είναι να δημιουργήσει ένα παγκόσμιο πλαίσιο και ορολογία που θα προσδίδει προστιθέμενη αξία σε όλες τις εθνικές, περιφερειακές και υποτομεακές Ατζέντες. Οι κύριες προκλήσεις της αειφόρου κατασκευής ορίζονται ως εξής:

- 1) Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας
 - α) μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας
 - β) εκτεταμένα προγράμματα μετασκευής
 - γ) θέματα μεταφορών
 - δ) χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- 2) Μείωση της χρήσης υψηλής ποιότητας πόσιμου ύδατος
 - α) αξιοποίηση βρόχινου και «γκρίζου» ύδατος
 - β) μείωση οικιακής κατανάλωσης με συστήματα διαχείρισης ύδατος
 - γ) συστήματα αποχέτευσης χωρίς νερό και χρήση φυτών ανθεκτικών στην ξηρασία
- 3) Επιλογή υλικών βάσει περιβαλλοντικής απόδοσης
 - α) χρήση ανανεώσιμων υλικών
 - β) μείωση της χρήσης φυσικών πόρων
 - γ) ανακύκλωση
- 4) Συμβολή στην αειφόρο αστική ανάπτυξη
 - α) αποδοτική χρήση γης
 - β) σχεδιασμός για μεγάλο χρόνο ζωής
 - γ) Μακροζωία των κτιρίων μέσω της προσαρμοστικότητας και της ευελιξίας
 - δ) μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων
 - ε) ανακαίνιση
 - στ) αειφόρο διαχείριση των κτιρίων
 - ζ) πρόληψη αστικής παρακμής και μείωση άναρχης οικιστικής ανάπτυξης
 - η) συμβολή στη δημιουργία θέσεων εργασίας
 - θ) διατήρηση πολιτιστικής κληρονομιάς
- 5) Συμβολή στην ανακούφιση της φτώχειας
- 6) Υγιές και ασφαλές εργασιακό περιβάλλον

Τα παραπάνω μπορούν να ιδωθούν και ως παραδείγματα θέματος των δεικτών αειφόρου ανάπτυξης στον κατασκευαστικό κλάδο.

I.5 Δομή και σκοπός της εργασίας

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας εργασίας και εισάγει τον αναγνώστη στο θέμα της ανάγκης μιας νέας προσέγγισης στη δόμηση. Στο δεύτερο κεφάλαιο αποτυπώνεται το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα και παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων. Περιγράφονται οι αρχές της οικολογικής δόμησης και το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία οικολογικού σχεδιασμού διεθνώς καθώς και αυτό που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON (**Sustainable Construction**). Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στην εφαρμογή του εργαλείου του προγράμματος SUSCON για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών και της βιβλιοθήκης Ε.Μ.Π. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του εργαλείου και διατυπώνονται προτάσεις για την ανάπτυξη ενός σχήματος για τη συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση και πιστοποίηση των κτιρίων στην Ελλάδα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιβαλλοντική αξιολόγηση της βιβλιοθήκης και των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών που βρίσκονται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου του Ε.Μ.Π. με χρήση του εργαλείου SUSCON και η πρόταση ενός σχήματος περιβαλλοντικής πιστοποίησης των κτιρίων στην Ελλάδα.

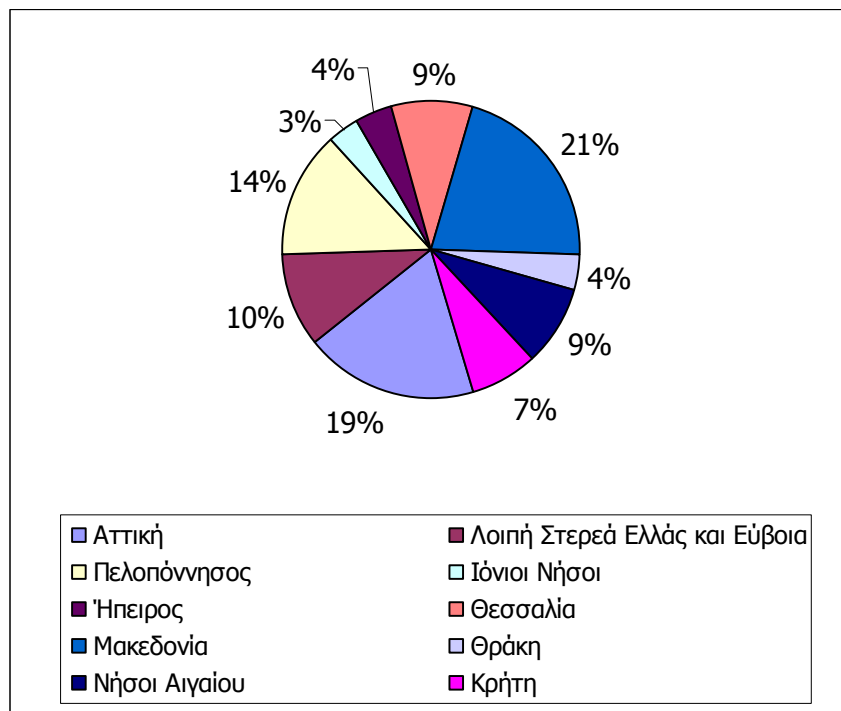
ΙΙ. ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΙΙ.1 Κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα

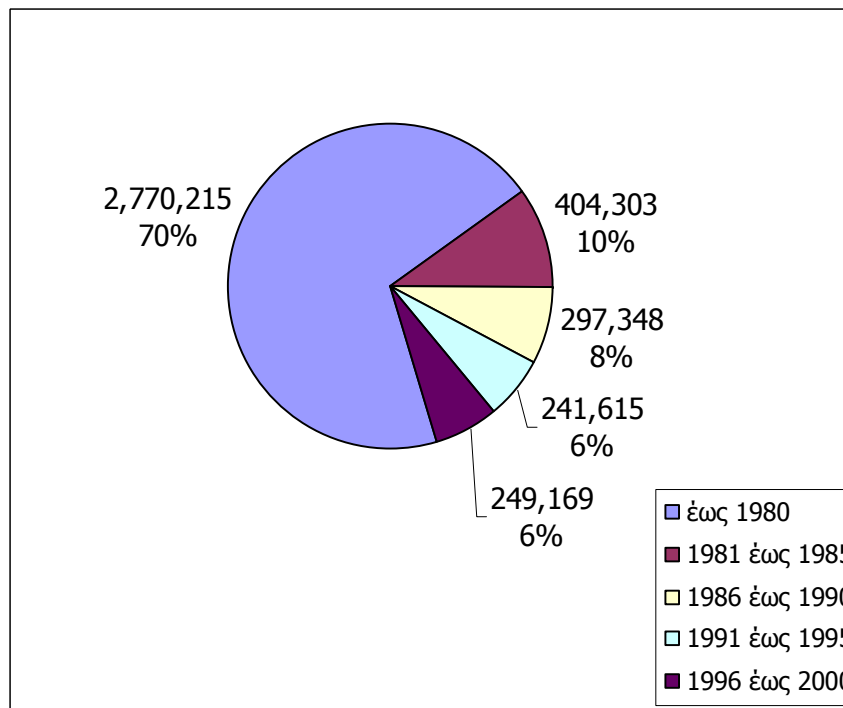
Η γνώση του κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα αποτελεί προϋπόθεση οποιασδήποτε θεσμικής παρέμβασης. Ως πηγή για τα στοιχεία σχετικά με το κτιριακό απόθεμα χρησιμοποιήθηκε η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε., www.statistics.gr) και συγκεκριμένα η απογραφή του Δεκεμβρίου του 2000. Στον πίνακα ΙΙ.1 παρουσιάζονται τα κτίρια συνολικά, στις αστικές και στις αγροτικές περιοχές, κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και κατά έτος κατασκευής στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, το σύνολο των κτιρίων στην Ελλάδα το 2000 ανερχόταν σε 3,990,970. Το 21% εξ' αυτών βρίσκεται στη Μακεδονία ενώ το 19% στην Αττική (σχήμα ΙΙ.1). Σε ό,τι αφορά το έτος κατασκευής, το 70% των κτιρίων κατασκευάστηκε μέχρι το 1980, ενώ από το 1991 έως το 2000 κατασκευάστηκε το 12% των κτιρίων στην Ελλάδα (σχήμα ΙΙ.2). Άλλο ένα στοιχείο που μπορεί να εξαχθεί με βάση αυτά τα δεδομένα και αφορά την οικοδομική δραστηριότητα στην Ελλάδα είναι ότι κατά τη χρονική περίοδο 1981-1985 κατασκευάζονταν 80,860 κτίρια/έτος, κατά την πενταετία 1986-1990 κατασκευάζονταν 59,469 κτίρια/έτος, κατά την πενταετία 1991-1995 κατασκευάζονταν 48,323 κτίρια/έτος και τέλος, κατά την πενταετία 1996-2000 κατασκευάζονταν 49,833 κτίρια/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη συνολικά την δεκαπενταετία 1986-2000, μπορεί να θεωρηθεί ότι στην Ελλάδα κατασκευάζονται κατά προσέγγιση 52,500 κτίρια/έτος.

Στον πίνακα ΙΙ.2 παρουσιάζονται τα κτίρια κατά αποκλειστική χρήση. Τα κτίρια, λοιπόν, αποκλειστικής χρήσης στην Ελλάδα ανέρχονται συνολικά σε 3,577,355. Τα περισσότερα από αυτά κατασκευάζονται με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στον οικιακό τομέα. Συγκεκριμένα, το 77% των κτιρίων χρησιμοποιούνται ως κατοικίες, το 3% ως καταστήματα-γραφεία, το 3% έχουν διάφορες χρήσεις όπως σχολικά κτίρια, εκκλησίες, ξενοδοχεία κ.ά., ενώ τέλος το 17% των κτιρίων έχουν άλλες χρήσεις που δεν καταγράφονται (σχήμα ΙΙ.3). Ορισμένες ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις που μπορούν ακόμα να σημειωθούν είναι ότι τα περισσότερα κτίρια με χρήση κατοικίας βρίσκονται στην Αττική (586,730 – 21% επί του συνόλου), οι περισσότερες εκκλησίες και μοναστήρια στην Πελοπόννησο (9089 – 21% επί του συνόλου), τα περισσότερα ξενοδοχειακά κτίρια στα νησιά του Αιγαίου (7187 – 31% επί του συνόλου), ενώ τέλος τα περισσότερα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία ή καταστήματα βρίσκονται πάλι στην Αττική (23,777 – 21% επί του συνόλου).

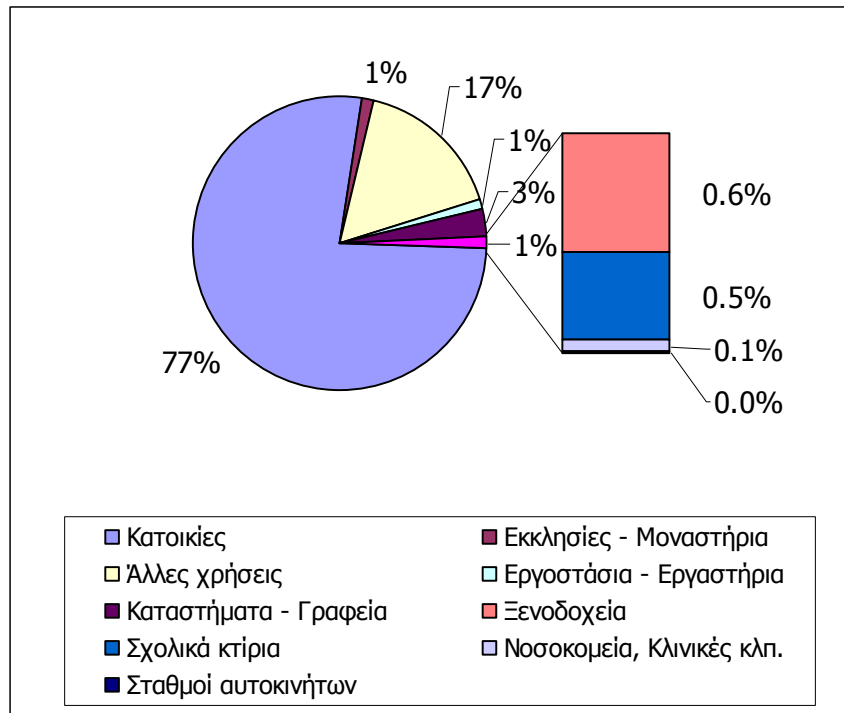


Σχήμα ΙΙ-1. Το ποσοστό των κτιρίων κατά γεωγραφικό διαμέρισμα.



Σχήμα ΙΙ-2. Ο αριθμός και το ποσοστό των κτιρίων κατά έτος κατασκευής.

Η εικόνα σε ό,τι αφορά την χρήση των κτιρίων δεν αλλάζει ούτε όταν συνυπολογιστούν τα στοιχεία του πίνακα ΙΙ.3 για κτίρια με μικτή χρήση βάσει της κύριας χρήσης τους (σχήμα ΙΙ.4).

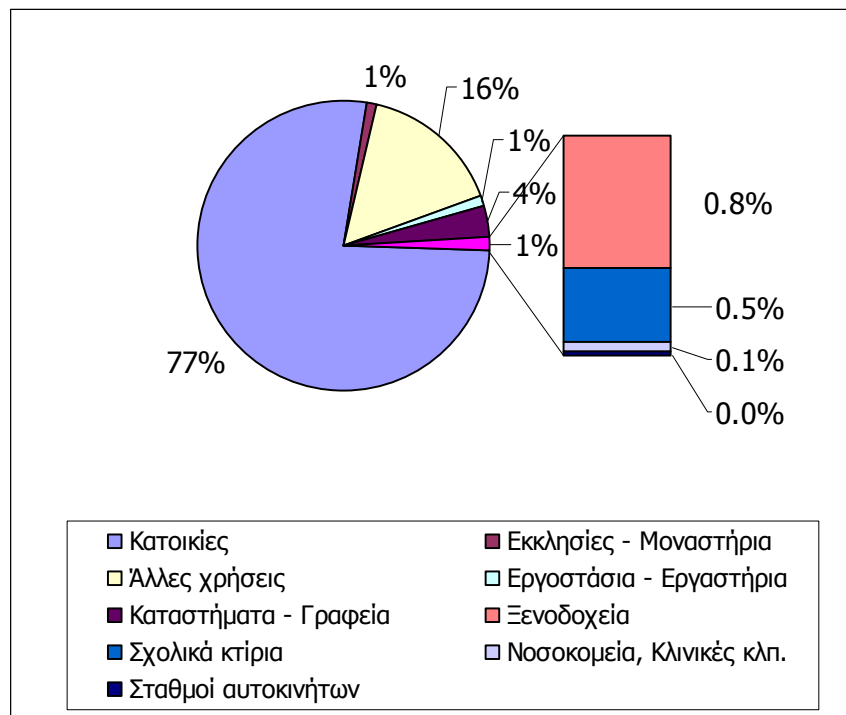


Σχήμα ΙΙ-3. Το ποσοστό των κτιρίων κατά αποκλειστική χρήση στην Ελλάδα.

Στον πίνακα ΙΙ.4 εμφανίζονται τα κτίρια κατά γεωγραφικό διαμέρισμα, βασική χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής. Είναι προφανές ότι κατά την δεκαπενταετία 1986-2000, 38,119 κτίρια κατασκευάζονταν ετησίως για να χρησιμοποιηθούν ως κατοικίες. Στον πίνακα ΙΙ.5 παρουσιάζονται τα ανεγειρόμενα κτίρια ανά έτος κατά βασική χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής.

Πρέπει να σημειωθεί ότι βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1981 (ΦΕΚ 362), η Ελλάδα χωρίζεται σε τρεις κλιματικές ζώνες, ενώ στον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης & Εξοικονόμησης Ενέργειας - ΚΟΧΕΕ, οι κλιματικές ζώνες να διαμορφώνονται σε τέσσερις. Στον Πίνακα ΙΙ.6 παρουσιάζονται οι περιοχές ανά κλιματική ζώνη Α, Β και Γ. Το 19% των κτιρίων βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Α, το 45% των κτιρίων στη ζώνη Β και το 36% των κτιρίων στη ζώνη Γ (Τσεσμελή, 2006).

Συνοψίζοντας, με βάση την απογραφή της 1^{ης} Δεκεμβρίου του 2000, στην Ελλάδα υπάρχουν 3,990,970 κτίρια, 3,441,881 οικοδομές και 5,627,549 κατοικίες (πίνακας ΙΙ.7). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια κτιρίων με χρήση οικιστική ανερχόταν σε 300,500,000 m² το 2001 (Τσεσμελή, 2006), συμπεραίνεται ότι το μέσο εμβαδόν οικιστικών κτιρίων είναι κατά προσέγγιση 98 m²/κτίριο.



Σχήμα ΙΙ-4. Το ποσοστό των κτιρίων κατά αποκλειστική και μικτή χρήση (κύρια) στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα ΙΙ.7, το 47% των κτιρίων είναι κατασκευασμένα από μπετόν, το 27% από τούβλα καιτσιμεντόλιθους, το 22% από πέτρα, το 0.5% από μέταλλο, το 0.5% από ξύλο, ενώ τέλος το 1.4% από άλλα υλικά.

Πίνακας ΙΙ.1. Κτίρια κατά χρονική περίοδο κατασκευής.

Σύνολο Ελλάδος, γεωγραφικά διαμερίσματα	Σύνολο κτιρίων	Χρονική περίοδος κατασκευής									
		Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και μετά	Υπό κατασκευή
Σύνολο Ελλάδος	3,990,970	199,510	406,633	665,315	761,182	737,575	404,303	297,348	241,615	191,739	57,430
Αστικές Περιοχές	1,950,060	47,501	133,370	290,615	389,483	413,144	221,852	165,187	133,170	107,084	35,968
Αγροτικές Περιοχές	2,040,910	152,009	273,263	374,700	371,699	324,431	182,451	132,161	108,445	84,655	21,462
Αττική	754,728	7,680	33,620	107,899	161,155	179,622	87,988	64,293	50,790	41,534	15,555
Αστικές Περιοχές	723,596	5,940	30,189	105,044	157,313	173,927	83,131	60,995	48,208	39,750	14,803
Αγροτικές Περιοχές	31,132	1,740	3,431	2,855	3,842	5,695	4,857	3,298	2,582	1,784	752
Λοιπή Στερεά Ελλάς και Εύβοια	410,476	16,432	45,973	71,754	73,818	72,935	49,465	32,785	23,839	15,611	5,303
Αστικές Περιοχές	164,387	4,378	13,168	23,715	29,527	32,571	22,498	15,580	11,314	7,704	3,042
Αγροτικές Περιοχές	246,089	12,054	32,805	48,039	44,291	40,364	26,967	17,205	12,525	7,907	2,261
Πελοπόννησος	555,272	52,026	76,426	75,047	94,660	90,350	56,943	41,693	33,399	23,876	7,164
Αστικές Περιοχές	189,114	6,936	14,988	25,517	34,748	36,696	24,414	17,923	13,296	9,985	3,323
Αγροτικές Περιοχές	366,158	45,090	61,438	49,530	59,912	53,654	32,529	23,770	20,103	13,891	3,841
Ιόνιοι Νήσοι	128,876	14,223	12,131	29,295	15,777	16,509	11,845	11,409	8,194	5,022	1,560
Αστικές Περιοχές	25,798	2,506	1,468	5,425	4,564	4,280	2,021	1,909	1,295	858	358
Αγροτικές Περιοχές	103,078	11,717	10,663	23,870	11,213	12,229	9,824	9,500	6,899	4,164	1,202
Ήπειρος	171,112	6,742	16,598	32,527	34,520	33,606	16,800	10,989	8,819	6,993	2,258
Αστικές Περιοχές	38,977	1,381	2,212	5,392	7,949	8,518	3,900	3,388	2,894	2,251	832

Αγροτικές Περιοχές	132,135	5,361	14,386	27,135	26,571	25,088	12,900	7,601	5,925	4,742	1,426
Θεσσαλία	349,655	10,348	27,183	79,970	73,604	69,683	32,539	20,264	17,882	12,355	4,073
Αστικές Περιοχές	142,106	2,180	8,635	31,716	29,075	29,394	14,235	9,107	8,451	6,141	2,566
Αγροτικές Περιοχές	207,549	8,168	18,548	48,254	44,529	40,289	18,304	11,157	9,431	6,214	1,507
Μακεδονία	830,938	13,594	64,993	140,806	179,661	163,054	85,790	62,541	52,890	51,445	12,023
Αστικές Περιοχές	386,391	6,108	26,966	55,650	78,558	78,777	43,837	33,568	28,608	25,920	6,586
Αγροτικές Περιοχές	444,547	7,486	38,027	85,156	101,103	84,277	41,953	28,973	24,282	25,525	5,437
Θράκη	159,191	4,455	18,876	32,038	41,047	29,114	11,522	7,026	6,553	6,469	1,135
Αστικές Περιοχές	59,543	2,882	8,018	9,552	12,085	10,381	5,057	3,283	3,558	3,612	754
Αγροτικές Περιοχές	99,648	1,573	10,858	22,486	28,962	18,733	6,465	3,743	2,995	2,857	381
Νήσοι Αιγαίου	343,454	50,040	67,516	46,551	41,305	41,427	27,174	24,473	21,146	15,120	4,287
Αστικές Περιοχές	117,523	10,614	20,004	13,983	17,673	18,318	11,087	9,310	7,783	5,555	1,798
Αγροτικές Περιοχές	225,931	39,426	47,512	32,568	23,632	23,109	16,087	15,163	13,363	9,565	2,489
Κρήτη	287,268	23,970	43,317	49,428	45,635	41,275	24,237	21,875	18,103	13,314	4,072
Αστικές Περιοχές	102,625	4,576	7,722	14,621	17,991	20,282	11,672	10,124	7,763	5,308	1,906
Αγροτικές Περιοχές	184,643	19,394	35,595	34,807	27,644	20,993	12,565	11,751	10,340	8,006	2,166

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

Πίνακας ΙΙ.2. Κτίρια κατά αποκλειστική χρήση και αριθμός των κανονικών κατοικιών τους.

Σύνολο Ελλάδος, γεωγραφικά διαμερίσματα	Σύνολο κτιρίων αποκλειστικής χρήσης	Αποκλειστική χρήση κτιρίων									Αριθμός κανονικών κατοικιών
		Κατοικίες	Εκκλησίες - Μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Εργοστάσια - Εργαστήρια	Σχολικά κτίρια	Καταστήματα - Γραφεία	Σταθμοί αυτοκινήτων	Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	Άλλες χρήσεις	
Σύνολο Ελλάδος	3,577,355	2,755,570	43,463	22,830	31,422	16,804	111,097	510	1,961	593,698	4,381,317
Αστικές Περιοχές	1,693,665	1,422,792	8,999	9,125	18,623	7,972	72,031	510	1,179	152,434	2,858,341
Αγροτικές Περιοχές	1,883,690	1,332,778	34,464	13,705	12,799	8,832	39,066	0	782	441,264	1,522,976
Αττική	660,506	586,730	2,787	999	8,668	2,758	23,777	465	483	33,839	1,360,233
Αστικές Περιοχές	631,136	562,645	2,231	775	8,492	2,685	23,093	465	473	30,277	1,331,786
Αγροτικές Περιοχές	29,370	24,085	556	224	176	73	684	0	10	3,562	28,447
Λοιπή Στερεά Ελλάς και Εύβοια	371,233	284,979	5,257	1,121	2,436	1,738	9,423	2	143	66,134	375,654
Αστικές Περιοχές	143,718	117,614	966	464	1,224	660	5,406	2	67	17,315	182,669
Αγροτικές Περιοχές	227,515	167,365	4,291	657	1,212	1,078	4,017	0	76	48,819	192,985
Πελοπόννησος	496,375	385,606	9,089	1,720	3,544	2,315	12,166	2	219	81,714	517,020
Αστικές Περιοχές	166,555	139,427	1,039	634	1,301	750	7,161	2	98	16,143	234,979
Αγροτικές Περιοχές	329,820	246,179	8,050	1,086	2,243	1,565	5,005	0	121	65,571	282,041
Ίονιοι Νήσοι	118,951	90,035	1,657	2,914	714	472	4,454	0	53	18,652	117,465
Αστικές Περιοχές	22,202	18,248	172	469	145	111	1,216	0	19	1,822	33,089
Αγροτικές Περιοχές	96,749	71,787	1,485	2,445	569	361	3,238	0	34	16,830	84,376
Ήπειρος	160,080	120,414	3,285	519	886	1,085	3,983	1	74	29,833	160,027
Αστικές Περιοχές	33,215	27,891	183	144	204	216	1,899	1	26	2,651	56,808
Αγροτικές	126,865	92,523	3,102	375	682	869	2,084	0	48	27,182	103,219

Περιοχές											
Θεσσαλία	326,434	233,245	2,711	1,250	2,931	1,452	9,854	2	160	74,829	304,931
Αστικές Περιοχές	128,471	101,877	566	709	1,173	591	6,051	2	80	17,422	164,741
Αγροτικές Περιοχές	197,963	131,368	2,145	541	1,758	861	3,803	0	80	57,407	140,190
Μακεδονία	725,013	520,800	4,749	2,242	7,936	3,699	20,254	27	425	164,881	835,343
Αστικές Περιοχές	321,530	256,836	1,331	1,049	4,548	1,729	12,577	27	236	43,197	522,084
Αγροτικές Περιοχές	403,483	263,964	3,418	1,193	3,388	1,970	7,677	0	189	121,684	313,259
Θράκη	145,695	101,887	899	220	885	820	4,512	0	100	36,372	136,326
Αστικές Περιοχές	52,632	41,563	215	60	335	336	2,601	0	42	7,480	70,481
Αγροτικές Περιοχές	93,063	60,324	684	160	550	484	1,911	0	58	28,892	65,845
Νήσοι Αιγαίου	318,606	240,204	7,804	7,187	1,677	1,123	13,001	1	172	47,437	306,151
Αστικές Περιοχές	106,443	84,451	1,650	2,672	639	436	6,462	1	82	10,050	128,506
Αγροτικές Περιοχές	212,163	155,753	6,154	4,515	1,038	687	6,539	0	90	37,387	177,645
Κρήτη	254,462	191,670	5,225	4,658	1,745	1,342	9,673	10	132	40,007	268,167
Αστικές Περιοχές	87,763	72,240	646	2,149	562	458	5,565	10	56	6,077	133,198
Αγροτικές Περιοχές	166,699	119,430	4,579	2,509	1,183	884	4,108	0	76	33,930	134,969

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

**Κανονική κατοικία είναι η μόνιμη και ανεξάρτητη κατασκευή που αποτελείται από ένα, τουλάχιστον, κανονικό δωμάτιο και προορίζεται για κατοικία ενός νοικοκυριού.

Πίνακας ΙΙ.3. Κτίρια κατά μικτή χρήση και αριθμός των κανονικών κατοικιών τους.

Σύνολο Ελλάδος, μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, περιφέρειες, γεωγραφικά διαμερίσματα, νομοί, δήμοι/ κοινότητες, δημοτικά / κοινοτικά διαμερίσματα και περιοχές (αστικές, αγροτικές)	Σύνολο κτιρίων μικτής χρήσης	Μικτή χρήση κτιρίων (Βάσει της κύριας χρήσης)									Αριθμός κανονικών κατοικιών
		Κατοικίες	Εκκλησίες - Μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Εργοστάσια - Εργαστήρια	Σχολικά κτίρια	Καταστήματα - Γραφεία	Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	Άλλες χρήσεις	
Σύνολο Ελλάδος	413,615	316,380	2,195	9,976	4,950	1,419	39,220	423	343	38,709	1,246,232
Αστικές Περιοχές	256,395	205,481	827	3,465	3,145	865	26,996	207	181	15,228	1,058,735
Αγροτικές Περιοχές	157,220	110,899	1,368	6,511	1,805	554	12,224	216	162	23,481	187,497
Αττική	94,222	76,477	323	352	1,507	351	9,847	44	67	5,254	488,133
Αστικές Περιοχές	92,460	75,618	290	197	1,476	346	9,609	43	63	4,818	485,940
Αγροτικές Περιοχές	1,762	859	33	155	31	5	238	1	4	436	2,193
Λοιπή Στερεά Ελλάς και Εύβοια	39,243	29,270	243	790	375	133	3,778	25	40	4,589	67,148
Αστικές Περιοχές	20,669	15,549	68	467	209	66	2,410	15	17	1,868	45,471
Αγροτικές Περιοχές	18,574	13,721	175	323	166	67	1,368	10	23	2,721	21,677
Πελοπόννησος	58,897	46,098	390	646	562	226	5,161	44	43	5,727	109,473
Αστικές Περιοχές	22,559	17,307	82	143	228	98	3,123	12	15	1,551	68,098
Αγροτικές Περιοχές	36,338	28,791	308	503	334	128	2,038	32	28	4,176	41,375
Ιόνιοι Νήσοι	9,925	5,255	77	1,061	101	31	1,629	21	13	1,737	18,969
Αστικές Περιοχές	3,596	2,543	19	152	28	8	590	1	1	254	9,559
Αγροτικές Περιοχές	6,329	2,712	58	909	73	23	1,039	20	12	1,483	9,410
Ήπειρος	11,032	7,515	92	308	124	77	1,334	8	11	1,563	25,526
Αστικές Περιοχές	5,762	4,596	6	138	38	17	727	1	3	236	19,263
Αγροτικές Περιοχές	5,270	2,919	86	170	86	60	607	7	8	1,327	6,263
Θεσσαλία	23,221	17,240	79	682	274	62	1,740	80	24	3,040	55,997
Αστικές Περιοχές	13,635	10,910	29	200	138	38	1,135	30	15	1,140	45,255

Αγροτικές Περιοχές	9,586	6,330	50	482	136	24	605	50	9	1,900	10,742
Μακεδονία	105,925	87,239	270	1,409	1,235	235	6,559	151	54	8,773	356,668
Αστικές Περιοχές	64,861	56,014	122	505	730	136	4,199	84	35	3,036	305,578
Αγροτικές Περιοχές	41,064	31,225	148	904	505	99	2,360	67	19	5,737	51,090
Θράκη	13,496	10,666	47	74	91	56	1,003	14	9	1,536	27,781
Αστικές Περιοχές	6,911	5,606	14	19	51	34	708	9	4	466	20,506
Αγροτικές Περιοχές	6,585	5,060	33	55	40	22	295	5	5	1,070	7,275
Νήσοι Αιγαίου	24,848	13,487	478	2,895	261	109	4,097	23	56	3,442	40,895
Αστικές Περιοχές	11,080	6,492	155	1,033	117	50	2,070	10	22	1,131	23,772
Αγροτικές Περιοχές	13,768	6,995	323	1,862	144	59	2,027	13	34	2,311	17,123
Κρήτη	32,806	23,133	196	1,759	420	139	4,072	13	26	3,048	55,642
Αστικές Περιοχές	14,862	10,846	42	611	130	72	2,425	2	6	728	35,293
Αγροτικές Περιοχές	17,944	12,287	154	1,148	290	67	1,647	11	20	2,320	20,349

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

Πίνακας ΙΙ.4. Κτίρια κατά βασική χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής.

Σύνολο Ελλάδος, γεωγραφικά διαμερίσματα	Σύνολο κτιρίων	Χρονική περίοδος κατασκευής										
		Προ του 1919	1919 έως 1945	1946 έως 1960	1961 έως 1970	1971 έως 1980	1981 έως 1985	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 και μετά	Υπό κατασκευή	Δε δηλώθηκε
Σύνολο Ελλάδος	3,990,970	199,510	406,633	665,315	761,182	737,575	404,303	297,348	241,615	191,739	57,430	28,320
Αποκλειστική χρήση	3,577,355	181,828	376,688	611,234	674,601	635,502	357,524	266,706	217,210	175,458	53,473	27,131
Κατοικίες	2,755,570	131,764	293,286	471,418	500,969	488,258	288,761	214,915	171,744	139,819	45,311	9,325
Εκκλησίες - Μοναστήρια	43,463	13,520	8,044	6,227	4,408	3,197	1,720	1,520	1,603	1,525	293	1,406
Ξενοδοχεία	22,830	318	409	577	1,820	4,019	3,254	4,970	4,025	2,281	725	432
Εργοστάσια - Εργαστήρια	31,422	704	1,602	3,581	5,519	6,764	4,099	3,159	2,861	2,316	239	578
Σχολικά κτίρια	16,804	711	2,104	3,582	2,615	2,103	1,491	1,167	1,258	1,175	171	427
Καταστήματα - Γραφεία	111,097	5,531	10,675	16,481	19,643	17,510	10,489	9,304	9,512	8,270	1,483	2,199
Σταθμοί αυτοκινήτων (πάρκινγκ)	510	1	28	73	98	107	55	55	40	29	3	21
Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	1,961	67	126	306	360	280	245	174	172	132	47	52
Άλλες χρήσεις	593,698	29,212	60,414	108,989	139,169	113,264	47,410	31,442	25,995	19,911	5,201	12,691

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

Πίνακας ΙΙ.5. Ανεγειρόμενα κτίρια/έτος κατά βασική χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής.

Βασική Χρήση	Χρονική περίοδος κατασκευής		
	1986 έως 1990	1991 έως 1995	1996 έως 2000
Κατοικίες	42983	34349	37026
Εκκλησίες - Μοναστήρια	304	321	364
Ξενοδοχεία	994	805	601
Εργοστάσια - Εργαστήρια	632	572	511
Σχολικά κτίρια	233	252	269
Καταστήματα - Γραφεία	1861	1902	1951
Σταθμοί αυτοκινήτων	11	8	6
Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.	35	34	36
Άλλες χρήσεις	6288	5199	5022

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

Πίνακας ΙΙ.6. Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

Κλιματική Ζώνη	Περιοχή
Ζώνη Α	Κρήτη, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
Ζώνη Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία. Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνήσια, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
Ζώνη Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος, Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα.

*πηγή: ΦΕΚ 362/1981.

Πίνακας ΙΙ.7. Οικοδομές, κτίρια και κατοικίες.

Σύνολο Ελλάδος, γεωγραφικά διαμερίσματα	Οικοδομές	Κτίρια	Κατοικίες
Σύνολο Ελλάδος	3,441,881	3,990,970	5,627,549
Αττική	699,289	754,728	1,848,366
Λοιπή Στερεά Ελλάς και Εύβοια	355,996	410,476	442,802
Πελοπόννησος	499,033	555,272	626,493
Ιόνιοι Νήσοι	112,659	128,876	136,434
Ήπειρος	146,995	171,112	185,553
Θεσσαλία	278,231	349,655	360,928
Μακεδονία	650,305	830,938	1,192,011
Θράκη	116,301	159,191	164,107
Νήσοι Αιγαίου	310,687	343,454	347,046
Κρήτη	272,385	287,268	323,809

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

****Οικοδομή** είναι ένα κτίριο ή σύνολο κτιρίων ή πρόχειρων κατασκευών, τα οποία είναι χτισμένα στο ίδιο αυτοτελές οικόπεδο, που έχει προσπέλαση από το δρόμο, ανεξάρτητα από τον αριθμό των συνιδιοκτητών του οικοπέδου. **Κτίριο** είναι κάθε μόνιμη και ανεξάρτητη οικοδομική κατασκευή, η οποία έχει εξωτερικούς τοίχους και στέγη, αποτελείται από ένα ή περισσότερα δωμάτια ή άλλους χώρους, και έχει επιφάνεια 4 m² και άνω, ανεξάρτητα από το σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. **Κατοικία** είναι, γενικά, ένας χώρος από την κατασκευή του χωριστός και ανεξάρτητος, που χτίστηκε ή μετατράπηκε με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει στεγαστικές ανάγκες ή χρησιμοποιείται για στέγαση κατά το χρόνο της απογραφής, έστω και αν δεν προοριζόταν για το σκοπό αυτό.

Πίνακας ΙΙ.8. Κτίρια κατά κύρια υλικά κατασκευής τους και μορφή επικάλυψης.

Σύνολο Ελλάδος, γεωγραφικά διαμερίσματα	Σύνολο κτιρίων	Κύρια υλικά κατασκευής του κτιρίου						
		Μπετόν	Μέταλλο	Ξύλο	Τούβλα - Τσιμεντό λιθοί	Πέτρα	Άλλα υλικά	Δε δηλωθηκ ε
Σύνολο Ελλάδος	3,990,970	1,909,312	21,718	20,622	1,083,000	891,649	56,852	7,817
Αστικές Περιοχές	1,950,060	1,284,988	14,483	11,033	402,692	206,984	26,392	3,488
Αγροτικές Περιοχές	2,040,910	624,324	7,235	9,589	680,308	684,665	30,460	4,329
Αττική	754,728	566,200	7,269	4,226	118,082	46,689	10,968	1,294
Αστικές Περιοχές	723,596	552,339	7,133	4,078	109,205	39,148	10,531	1,162
Αγροτικές Περιοχές	31,132	13,861	136	148	8,877	7,541	437	132
Λοιπή Στερεά Ελλάς και Εύβοια	410,476	179,852	1,656	1,770	106,609	116,058	4,064	467
Αστικές Περιοχές	164,387	101,500	905	980	32,007	26,932	1,989	74
Αγροτικές Περιοχές	246,089	78,352	751	790	74,602	89,126	2,075	393
Πελοπόννησος	555,272	208,897	2,213	2,321	165,106	165,094	11,062	579
Αστικές Περιοχές	189,114	112,486	1,275	1,070	47,110	23,205	3,799	169
Αγροτικές Περιοχές	366,158	96,411	938	1,251	117,996	141,889	7,263	410
Ιόνιοι Νήσοι	128,876	67,795	509	2,708	22,042	32,997	639	2,186
Αστικές Περιοχές	25,798	16,426	64	917	4,220	2,958	237	976
Αγροτικές Περιοχές	103,078	51,369	445	1,791	17,822	30,039	402	1,210
Ήπειρος	171,112	56,535	547	669	52,125	59,943	1,033	260
Αστικές Περιοχές	38,977	25,608	200	102	5,546	7,076	350	95
Αγροτικές Περιοχές	132,135	30,927	347	567	46,579	52,867	683	165
Θεσσαλία	349,655	146,166	1,896	2,061	119,934	72,250	7,142	206
Αστικές Περιοχές	142,106	84,444	640	418	39,567	14,424	2,566	47
Αγροτικές Περιοχές	207,549	61,722	1,256	1,643	80,367	57,826	4,576	159
Μακεδονία	830,938	372,605	5,711	4,353	324,303	108,949	14,572	445
Αστικές Περιοχές	386,391	231,978	3,288	2,183	114,107	29,479	5,166	190

Αγροτικές Περιοχές	444,547	140,627	2,423	2,170	210,196	79,470	9,406	255
Θράκη	159,191	42,609	466	1,232	86,942	22,775	5,077	90
Αστικές Περιοχές	59,543	25,229	316	750	26,457	5,693	1,051	47
Αγροτικές Περιοχές	99,648	17,380	150	482	60,485	17,082	4,026	43
Νήσοι Αιγαίου	343,454	121,583	646	640	53,147	163,759	1,618	2,061
Αστικές Περιοχές	117,523	60,558	326	281	15,887	39,387	437	647
Αγροτικές Περιοχές	225,931	61,025	320	359	37,260	124,372	1,181	1,414
Κρήτη	287,268	147,070	805	642	34,710	103,135	677	229
Αστικές Περιοχές	102,625	74,420	336	254	8,586	18,682	266	81
Αγροτικές Περιοχές	184,643	72,650	469	388	26,124	84,453	411	148

*πηγή: ΕΣΥΕ (www.statistics.gr), Απογραφή οικοδομών - κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.

ΙΙ.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων και ανάταξή τους

Τα κτίρια εμφανίζουν έναν μεγάλο αριθμό περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη φάση κατασκευής μέχρι και το τελικό στάδιο κατεδάφισης τους. Εξαιτίας της σημασίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι περισσότερες σχετικές μελέτες εστιάζουν στα θέματα της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ που συνδέονται με τα κτίρια.

Σύμφωνα με τον Chrisna du Plessis (2002) η οικοδομική δραστηριότητα καταναλώνει το 16% των παγκόσμιων υδάτινων αποθεμάτων, το 30 – 40% της παγκόσμιας ενέργειας, ενώ δεσμεύει περισσότερο από το 50% των πρώτων υλών που εξάγονται. Ως αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης πρώτων υλών και ενέργειας, ο κατασκευαστικός κλάδος παράγει το 40 – 50% των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές, ενώ είναι υπεύθυνος για το 20 – 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και οξειδία του αζώτου).

Η ιστοσελίδα της EPA (U.S. Environmental Protection Agency, www.epa.gov) παρέχει αρκετές πληροφορίες σε θέματα πράσινων κτιρίων και επιπτώσεων της κατασκευαστικής δραστηριότητας. Οι επιπτώσεις των κτιρίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας ΙΙ.9. Οι επιπτώσεις των κτιρίων.

Φάση Κτιρίου	Κατανάλωση	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	Τελικές Επιπτώσεις
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Χωροθέτηση ✓ Σχεδιασμός ✓ Κατασκευή ✓ Λειτουργία ✓ Συντήρηση ✓ Ανακαίνιση ✓ Κατεδάφιση 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ενέργεια ✓ Νερό ✓ Υλικά ✓ Φυσικοί πόροι 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Απόβλητα ✓ Ατμοσφαιρική ρύπανση ✓ Ρύπανση υδάτων ✓ Ρύπανση εσωτερικών χώρων ✓ Φαινόμενο θερμοκήπιου ✓ Απορροή όμβριων υδάτων ✓ Θόρυβος 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Βλάβη στην Ανθρώπινη Υγεία ✓ Υποβάθμιση Περιβάλλοντος ✓ Απώλεια Φυσικών Πόρων

*πηγή: US Environmental Protection Agency (www.epa.gov).

Στις Η.Π.Α. τα κτίρια ευθύνονται για (www.epa.gov):

- Το 39% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας,
- Το 12% της συνολικής κατανάλωσης νερού,
- Το 68% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας,
- Το 38% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Αναλυτικότερα (U.S. EPA, 2004), στις Η.Π.Α. υπήρχαν 116,000,000 κτίρια κατοικιών το 2000 (U.S. Department of Commerce, 2000), ενώ το 2003 κατασκευάζονταν 1.8 εκατομμύρια κατοικίες τον χρόνο (U.S. Department of Commerce, 2004). Σχεδόν 4.7 εκατομμύρια κτίρια γραφείων υπήρχαν το 1999 (U.S. Department of Energy, 1999), ενώ κατασκευάζονταν 170,000 νέα κτίρια γραφείων το χρόνο και κατεδαφίζονταν 44,000 (U.S. Department of Commerce, 1995). Τα σχολικά κτίρια αριθμούσαν περί τις 117,007 το 2000 (U.S. Department of Education, 2002). Οι επιπτώσεις των κτιρίων παρουσιάζονται στη συνέχεια κατά τομέα.

Χρήση γης

Η συνολική επιφάνεια των Η.Π.Α. είναι 1,983,000,000 acres εξαιρώντας την επιφάνεια της Αλάσκα και της Χαβάϊ. Η γη που καταλαμβάνεται από το δομημένο περιβάλλον ήταν 107,000,000 acres το 2002 (U.S. Department of Agriculture, 2002).

Ενέργεια

Τα κτίρια ήταν υπεύθυνα για το 39.4% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στις Η.Π.Α. το 2002. Οι κατοικίες ήταν υπεύθυνες για το 54.6% αυτού του ποσοστού, ενώ τα εμπορικά κτίρια ευθύνονταν για το υπόλοιπο 45.4%. Στα κτίρια αποδίδεται επίσης το 67.9% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού στις Η.Π.Α. το 2002. Το 51.2% αυτού του ποσοστού αποδίδεται στις κατοικίες, ενώ το υπόλοιπο 48.8% σε κτίρια με εμπορική χρήση (U.S. Department of Energy, 2003).

Ατμόσφαιρα

Σχετικά με τις εκπομπές CO₂, τα κτίρια στις Η.Π.Α. συμβάλλουν το 38.1% των συνολικών, με το 20.6% από αυτό το ποσοστό να συνδέεται με τις κατοικίες, ενώ το υπόλοιπο 17.5% με τον εμπορικό τομέα (U.S. Department of Energy, 2003).

Νερό

Οι ένοικοι των κτιρίων χρησιμοποιούν το 12.2% του νερού που καταναλώνεται στις Η.Π.Α. ημερησίως. Το 25.6% αυτού του ποσοστού χρησιμοποιείται από ενοίκους εμπορικών κτιρίων, ενώ το υπόλοιπο 74.4% καταναλώνεται σε κατοικίες (U.S. Geological Survey, 1995). Τα κτίρια και οι υποδομές μεταφορών που τα εξυπηρετούν αντικαθιστούν τις φυσικές επιφάνειες με μη διαπερατά υλικά, δημιουργώντας έτσι απορροές που μεταφέρουν ρύπους και ιζήματα στα επιφανειακά ύδατα. Οι αστικές απορροές είναι η τέταρτη αιτία υποβάθμισης των ποταμών, η τρίτη υποβάθμισης των λιμνών και η δεύτερη για τις εκβολές ποταμών (U.S. EPA, 2000).

Εσωτερικοί Χώροι

Όσον αφορά την ποιότητα των εσωτερικών χώρων, πρέπει να σημειωθεί ότι, κατά μέσο όρο, οι αμερικάνοι δαπανούν το 90% του χρόνου τους σε κλειστούς χώρους. Τα επίπεδα ρύπων σε εσωτερικούς χώρους μπορεί να είναι 2 ως 5 φορές υψηλότερα, σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα και 100 φορές υψηλότερα, από αυτά στο εξωτερικό περιβάλλον (U.S. EPA, 1987). Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, ένα στα πέντε σχολεία παρουσίαζαν μη ικανοποιητική ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων και ένα στα τέσσερα ανεπαρκή αερισμό. Το 1992, η EPA υπολόγισε ότι σχεδόν 1 σε κάθε 15 σπίτια είχαν συγκεντρώσεις ραδονίου πάνω από τα όρια δράσης που προτείνονται από την ίδια (U.S. EPA, 1992). Οι πηγές ρύπων στους εσωτερικούς χώρους περιλαμβάνουν: εστίες καύσης, υλικά κατασκευής και επίπλων, καθαρισμό νοικοκυριού, συντήρηση, προσωπική φροντίδα, κεντρική θέρμανση και συστήματα ψύξης, συσκευές αφύγρανσης, εξωτερικές πηγές όπως ραδόνιο, φυτοφάρμακα και εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση (U.S. EPA, 1992). Εξήντα τέσσερα εκατομμύρια σπίτια, το 83% των κατοικιών που κτίστηκαν πριν το 1980, έχουν βαφή με βάση τον μόλυβδο σε κάποιο σημείο τους. Δώδεκα εκατομμύρια από αυτά τα σπίτια κατοικούνται από οικογένειες με παιδιά κάτω των επτά ετών (U.S. EPA, 1995).

Ανθρώπινη Υγεία

Η ποιότητα του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, καθώς διάφοροι ρυπαντές σχετίζονται με έναν αριθμό ασθενειών:

- *Καρκίνος.* Το ραδόνιο είναι η δεύτερη αιτία καρκίνου του πνεύμονα και υπολογίζεται ότι ευθύνεται για 21,000 θανάτους τον χρόνο (U.S. EPA, 2003). Ο καπνός του τσιγάρου είναι γνωστό ότι ευθύνεται για καρκινογενέσεις, καθώς υπολογίζεται ότι ευθύνεται για 3000 περίπου καρκίνους του πνεύμονα μη καπνιστών κάθε χρόνο, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί κίνδυνο για πρόκληση αναπνευστικών προβλημάτων σε νέα παιδιά όπως βρογχίτιδα, πνευμονία και άσθμα (U.S. EPA, 1993).
- *Άσθμα.* Σκόνη, μούχλα, κατσαρίδες, κατοικίδια και δευτερογενείς καπνός μπορεί να προκαλέσουν επεισόδια άσθματος (National Academy of Sciences, 2000). Περισσότεροι από 20 εκατομμύρια άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένων 6,000,000 παιδιών, έχουν άσθμα με απολογισμό 10,000,000 επισκέψεις στα εξωτερικά ιατρεία νοσοκομείων, περίπου 2,000,000 εισαγωγές επειγόντων περιστατικών και 4500 θανάτους ετησίως (2000) (National Center for Health Statistics, 2001). Το άσθμα αποτελεί την πιο συχνή χρόνια ασθένεια της παιδικής ηλικίας και το τρίτο αίτιο για ανάγκη νοσοκομειακής περίθαλψης σε παιδιά κάτω των 15. Περίπου 14,000,000 σχολικές ημέρες χάνονται ετησίως εξαιτίας του άσθματος.

Αποβλήτα

Τα μπάζα που σχετίζονται με την κατασκευή και κατεδάφιση κτιρίων ανέρχονται σε περίπου 136,000,000 τόνους τον χρόνο, αποτελώντας έτσι το 60% της παραγωγής μη βιομηχανικών αποβλήτων στις Η.Π.Α. το 1996 (US EPA, 1998, 2003). Περίπου το 43% των αποβλήτων στην οικοδομή παράγεται από οικιακές εστίες, ενώ το 57% από μη οικιακές (US EPA, 1998). Οι πηγές των αποβλήτων που σχετίζονται με την οικοδομή περιλαμβάνουν την κατεδάφιση (το 48% των αποβλήτων ετησίως), ανακαίνιση (44%) και νέες κατασκευές (8%) (US EPA, 1998). Το 20-30% αυτών των οικοδομικών αποβλήτων ανακτάται για επεξεργασία και ανακύκλωση. Τα υλικά που συνήθως ανακυκλώνονται είναι τσιμέντο, άσφαλτος, μέταλλα και ξύλο (US EPA, 1998).

Η εύρεση αντίστοιχων στοιχείων για την ευρωπαϊκή και την ελληνική πραγματικότητα είναι πιο δύσκολη, ενώ τα περισσότερα διαθέσιμα δεδομένα αφορούν στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Τα ευρωπαϊκά κτίρια καταναλώνουν το 40% της συνολικής ενέργειας, ευθύνονται για το 35% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, καταναλώνουν το 35% των πρώτων υλών, παράγουν το 10-35% των δομικών αποβλήτων και διαθέτουν ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις χαμηλής απόδοσης (Μπαλαράς, 2001).

Τα κτίρια κατοικιών είναι η τέταρτη πιο σημαντική πηγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση συνεισφέροντας το 10% των συνολικών εκπομπών αερίου, καθώς είναι υπεύθυνα για εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα λόγω της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και της παραγωγής θερμότητας. Αντίστοιχα τα εμπορικά κτίρια κατατάσσονται πέμπτα σε αυτή τη λίστα συνεισφέροντας το 3.7% των ολικών εκπομπών CO₂. Συνυπολογίζοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 1/3 της συνολικής ενέργειας που συνδέεται με τις εκπομπές CO₂ (Balaras et al., 2007).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η δημιουργία αποβλήτων από τις κατασκευές είναι άλλη μια σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση των κτιρίων. Σύμφωνα με την ΕΕΑ (European Environment Agency), τα μπάζα από την κατασκευή και την κατεδάφιση των κτιρίων αποτελούν το 10-33% των συνολικών στερεών αποβλήτων, με τα μπάζα κατεδάφισης να αποτελούν το 40-50% των στερεών αποβλήτων που συνδέονται με τα κτίρια, τα μπάζα από την ανακαίνιση κτιρίων το 30-50% και τα μπάζα κατασκευής το 10-20% (Balaras et al., 2007). Στον επόμενο πίνακα αναφέρονται οι ποσότητες των κατασκευαστικών αποβλήτων που παράγονται σε χώρες της

Ευρωπαϊκής Ένωσης σύμφωνα με στοιχεία διαφορετικών οργανισμών. Η δυσκολία συγκέντρωσης έγκυρων και συγκρίσιμων δεδομένων είναι εμφανής (ΔΙΠΕ, 2000).

Πίνακας ΙΙ.10. Ποσότητες κατασκευαστικών αποβλήτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Χώρα	Πληθυσμός x 1000	Κατ. Απόβλητα 1990-1993 (kg/κάτοικο) Eurostat - OECD	Κατ. Απόβλητα χωρίς τα υλικά εσκαφών 1990 (kg/κάτοικο) European Demolition Association	Κατ. Απόβλητα 1993 (kg/κάτοικο) Information zentrum Beton
Αυστρία	7978	2495.7	902.5	2750
Βέλγιο	10093	279.5	901.6	2600
Γαλλία	57856	432.1	432.1	1724
Γερμανία	81207	1501.0	800.4	2710
Δανία	5207	455.9	825.8	2884
Ισπανία	39577	555.9	181.9	561
Ιταλία	57177	601.2	145.2	601
Μ. Βρετανία	58005	1034.4	775.8	1200
Ολλανδία	15382	1943.2	897.2	818

*πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), Οικολογική Δόμηση, 2000.

Στην Ελλάδα, το 70% των κτιρίων είναι χωρίς μόνωση αφού κατασκευάστηκαν πριν το 1981 οπότε και εκδόθηκε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, το 20% έχουν ελλιπή μόνωση και μόνο το 10% εκτιμάται ότι έχουν επαρκή μόνωση. Ο μέσος ρυθμός αύξησης κατανάλωσης ενέργειας κατά το χρονικό διάστημα 1980-2003 είναι 2.8%. Η αντίστοιχη τιμή για τον κτιριακό τομέα είναι πάνω από 7%. Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια είναι 85.9 TWh, δηλαδή τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 34% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα, Υπουργείο Ανάπτυξης 2008, www.ypan.gr). Το 61% της ενέργειας καταναλώνεται για θέρμανση στην περίπτωση των κατοικιών, για μαγείρεμα το 13% και για θέρμανση νερού το 10% της ενέργειας (Balaras, 2007). Σύμφωνα με τον Οδηγό για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες (Μπαλαράς, 2001), όσον αφορά τις ελληνικές κατοικίες, από αυτές μόνο το:

- 5.1% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων,
- 2.1% έχουν διπλά τζάμια,
- 30.4% έχουν μόνωση δώματος,
- 12.7% έχουν μόνωση πυλωτής,
- 1.5% έχουν μόνωση δαπέδου,
- 4.2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης.

Τα ελληνικά κτίρια ευθύνονται περίπου για το 44% των συνολικών εκπομπών ρύπων που εκλύονται ετησίως (Δρούτσα και Γαγλία, 2008).

Άλλη μια σημαντική επίπτωση στο περιβάλλον των κτιρίων είναι η παραγωγή στερεών αποβλήτων (οικοδομικά μπάζα) που δημιουργούν πρόβλημα στους ΧΥΤΑ. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια παραγωγή αποβλήτων κατασκευών, κατεδαφίσεων και εκσκαφών στην Ελλάδα (SUSCON, 2006). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα για άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, φαίνεται ότι τα κατασκευαστικά απόβλητα στην Ελλάδα ανά κάτοικο και έτος είναι σημαντικά υψηλότερα από τον κοινοτικό μέσο όρο.

Πίνακας ΙΙ.11. Ετήσια παραγωγή κατασκευαστικών αποβλήτων στην Ελλάδα.

Έτος	Ποσότητα αποβλήτων κατασκευών (tn/έτος)	Ποσότητα αποβλήτων κατεδαφίσεων (tn/έτος)	Ποσότητα αποβλήτων εκσκαφών (tn/έτος)	Συνολική ποσότητα αποβλήτων (tn/έτος)
2002	2,125,056	2,093,645	45,679,452	49,898,153
2003	2,061,888	2,019,098	45,682,182	49,763,168
2004	1,966,848	2,081,331	44,139,732	48,187,911

*πηγή: SUSCON, Πρόγραμμα LIFE, Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο, 2000.

Σε ό,τι αφορά τις επιπτώσεις των κατασκευών στους φυσικούς πόρους, το 50% των υλικών που εξορύσσονται από τη γη μετασχηματίζονται σε υλικά και προϊόντα κατασκευών. Αυτά τα υλικά, όταν πια εισέρχονται στο ρεύμα αποβλήτων, αποτελούν το 50% των συνολικών αποβλήτων πριν την ανάκτηση (Koroneos and Dompros, 2007).

Σε έκθεση στο πλαίσιο του Προγράμματος SUSCON παρουσιάζονται θεωρητικά οι τρόποι επίδρασης των κτιρίων και των παραμέτρων τους στο περιβάλλον (SUSCON, 2007).

ΙΙ.3 Οικολογικός σχεδιασμός

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης χρειαζόμαστε αειφόρα κτίρια σε αειφόρες πόλεις. Κτίρια που θα κατασκευάζονται όχι μόνο με στόχο το οικονομικό όφελος και την ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών τους αλλά και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την κατασκευή και την χρήση τους. Είναι προφανές, λοιπόν, ότι τα κτίρια είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη μιας πόλης, όπως επίσης σημαντικές είναι και οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Η έννοια της αειφόρου πόλης φαίνεται να βρίσκεται κάπου ανάμεσα στην ιδέα της

αιεφορίας και την πραγματική ανάγκη αντιμετώπισης της περιβαλλοντικής υποβάθμισης εντός των ορίων της αιεφόρου ανάπτυξης. Η αιεφορία εστιάζει στην ικανότητα του ανθρώπινου πληθυσμού να ζήσει εντός των περιβαλλοντικών ορίων του πλανήτη. Η περιβαλλοντική αιεφορία απαιτεί το φυσικό κεφάλαιο να διατηρείται, τόσο για την παροχή των φυσικών πόρων όσο και για την απόρριψη των αποβλήτων και αποτελεί οπωσδήποτε προϋπόθεση για την οικονομική και περιβαλλοντική αιεφορία (Costanza and Daly, 1992; Goodland, 1995). Σύμφωνα με την Έκθεση Brundtland (WCED, 1987), *αιεφόρος είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύει τη δυνατότητα των επόμενων γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες*. Ο ορισμός αυτός έχει ερμηνευθεί και χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους, ανάλογα κάθε φορά με τις πολιτικές και φιλοσοφικές αντιλήψεις του χρήστη. Η αιεφόρος ανάπτυξη τείνει να τονίζει περισσότερο την οικονομική και κοινωνική διάσταση και να επιτρέπει μια πιο ευέλικτη διαχείριση της περιβαλλοντικής. Έτσι, υπάρχει η κριτική ότι η αιεφόρος ανάπτυξη δεν σέβεται αρκετά τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς, οι οποίοι κατά άλλους είναι αδιαπραγμάτευτοι (Burnett, 2007). Σύμφωνα με τον Girardet (2000), η αιεφόρος πόλη οργανώνεται έτσι ώστε να επιτρέπει στους πολίτες της να ικανοποιούν τις ανάγκες τους και να προωθούν την ευημερία τους, χωρίς να βλάπτουν τον φυσικό κόσμο ή να θέτουν σε κίνδυνο τις συνθήκες διαβίωσης των άλλων, σήμερα ή στο μέλλον. Αν και ο Blassingame (1998) θέτει το ερώτημα κατά πόσον είναι εφικτή η δημιουργία μιας αιεφόρου πόλης, ο ορισμός του Girardet παρέχει ένα ιδανικό στόχο, καλύτερα έναν προορισμό προς τον οποίο πρέπει όλες οι πόλεις σταδιακά να κινηθούν. Δείκτες για αιεφόρες πόλεις, όπως αυτοί της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, περιλαμβάνουν το οικολογικό αποτύπωμα, την αιεφόρο χρήση γης, τη μείωση του θορύβου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κ.λπ.

Δεδομένων των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεών τους, τα κτίρια παίζουν σημαντικό ρόλο στο ζήτημα της αιεφορίας. Τα *πράσινα* ή *οικολογικά* ή *αιεφόρα κτίρια* αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για τη δημιουργία αιεφόρων πόλεων. Ένας περιεκτικός ορισμός των πράσινων κτιρίων είναι ο ακόλουθος: *«πράσινο είναι το κτίριο που πληροί τις προδιαγραφές για τη χρήση που έχει κατασκευαστεί ενώ ελαχιστοποιεί τη διατάραξη και ταυτόχρονα βελτιώνει τη λειτουργία των τοπικών, περιφερειακών και παγκόσμιων οικοσυστημάτων τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής και χρήσης του όσο και μετά τον καθορισμένο χρόνο ζωής του»* (Burnett, 2007). Με άλλα λόγια, ένα πράσινο κτίριο βελτιστοποιεί τις λειτουργίες για τις οποίες σχεδιάστηκε, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τους κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον που σχετίζονται τόσο με την κατασκευή του όσο και με τη λειτουργία και κατεδάφισή του. Ο παραπάνω ορισμός μπορεί να αναπαρασταθεί από το λόγο της αποδοτικότητας κύκλου ζωής (Burnett, 2007):

Λόγος αποδοτικότητας κύκλου ζωής

$$= \frac{\text{(ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος+υπηρεσίες+παροχές)}}{\text{(κατανάλωση πόρων+περιβαλλοντικά φορτία)}}$$

Σύμφωνα με την EPA (www.epa.gov), πράσινα κτίρια είναι αυτά που στην δημιουργία τους αξιοποιούνται πρακτικές δημιουργίας δομών και χρήση διεργασιών που είναι περιβαλλοντικά υπεύθυνες και αποδοτικές στη διαχείριση πόρων σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου, από την χωροθέτηση και τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την λειτουργία, τη συντήρηση, την ανακαίνιση και την κατεδάφιση. Αυτή η πρακτική συμπληρώνει τις αρχές του κλασικού σχεδιασμού κτιρίων για οικονομία, αξιοποίηση, αντοχή και άνεση. Το πράσινο κτίριο είναι λοιπόν ένα αειφόρο κτίριο ή διαφορετικά ένα κτίριο υψηλής απόδοσης. Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται με στόχο τη μείωση των συνολικών τους επιπτώσεων στο δομημένο και στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και στην ανθρώπινη υγεία με βάση τα ακόλουθα:

- Αποδοτική χρήση ενέργειας, υδάτων και άλλων φυσικών πόρων,
- Προστασία της υγείας κατά την εργασία και βελτίωση της αποδοτικότητας των εργαζομένων,
- Μείωση των αποβλήτων, της ρύπανσης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

Για παράδειγμα, τα πράσινα κτίρια μπορεί να ενσωματώνουν αειφόρα υλικά στην κατασκευή τους (π.χ. υλικά επαναχρησιμοποιημένα, ανακύκλωσης ή κατασκευασμένα από ανανεώσιμους πόρους), να δημιουργούν υγιείς εσωτερικούς χώρους με ελάχιστους ρύπους (π.χ. μειωμένες εκπομπές από διάφορα προϊόντα) και να διαμορφώνουν εξωτερικούς χώρους που οδηγούν σε μείωση της κατανάλωσης νερού (π.χ. με τη χρήση φυτών με μειωμένες ανάγκες για νερό).

Το δομημένο περιβάλλον έχει τεράστια επίδραση στο φυσικό περιβάλλον, στην ανθρώπινη υγεία και στην οικονομία. Με την υιοθέτηση στρατηγικών πράσινης κατασκευής, είναι δυνατή η μεγιστοποίηση τόσο της οικονομικής όσο και της περιβαλλοντικής απόδοσης. Οι μέθοδοι πράσινης κατασκευής μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα κτίριο σε κάθε στάδιο, από τον σχεδιασμό και την κατασκευή, στην ανακαίνιση και την κατεδάφισή του. Πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι τα περισσότερα οφέλη προκύπτουν από την εφαρμογή των τεχνικών αυτών στο σχεδιασμό και την κατασκευή του κτιρίου. Μερικά από τα οφέλη της πράσινης κατασκευής είναι (www.epa.gov):

Περιβαλλοντικά οφέλη

- Ενίσχυση και προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων

- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του νερού
- Μείωση των υδατικών αποβλήτων
- Προστασία και αποκατάσταση των φυσικών πόρων

Οικονομικά οφέλη

- Μείωση λειτουργικού κόστους
- Δημιουργία, επέκταση και διαμόρφωση αγοράς για πράσινα προϊόντα και υπηρεσίες
- Βελτίωση της απόδοσης των ενοίκων
- Βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης σε όλο τον κύκλο ζωής

Κοινωνικά οφέλη

- Ενίσχυση της άνεσης και της υγείας των ενοίκων
- Βελτίωση της αισθητικής
- Ελαχιστοποίηση της πίεσης στις τοπικές υποδομές
- Βελτίωση της ποιότητας ζωής

Πέρα από το θέμα του ορισμού ενός πράσινου κτιρίου, άλλο ένα σημαντικό ζήτημα είναι το πώς ο κτιριακός τομέας θα κινηθεί προς την κατεύθυνση του οικολογικού σχεδιασμού. Με ποιο τρόπο θα παρακινηθούν μηχανικοί, κατασκευαστές, ιδιοκτήτες και γενικότερα η αγορά προς ένα νέο σχεδιασμό που θα λαμβάνει υπόψη και θα ολοκληρώνει την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση.

Η στροφή αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τους ακόλουθους τρόπους:

A) Με πρωτοβουλίες που εφαρμόζονται εθελοντικά στη βιομηχανία και στην κατασκευή με στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων και την προώθηση της αειφορίας. Αυτές οι πρωτοβουλίες μπορούν να αφορούν την ανάπτυξη ενός αριθμού κατευθυντήριων οδηγιών που να παρέχουν πληροφορίες και πρακτικές οδηγίες εφαρμογής για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών θεμάτων που εμφανίζονται καθ' όλη τη διαδικασία κατασκευής και χρήσης των κτιρίων.

B) Εναλλακτικά, η αγορά μπορεί να παρακινηθεί με τη χρήση σχημάτων οικολογικής σήμανσης (eco-labelling). Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να παρακινήσει την αγορά μέσω της ενημέρωσης των καταναλωτών για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων. Η ιδέα της βαθμολόγησης της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός σχεδίου ή ολόκληρου κτιρίου ξεκίνησε όταν αναπτύχθηκε το πρώτο σχήμα αξιολόγησης για κτίρια γραφείων στην Αγγλία το 1992 (SETAC, 1993). Το σχήμα απόδοσης βαθμών και βαρών σε έναν αριθμό κριτηρίων αποτελεί την καρδιά όλων των

σχημάτων αξιολόγησης, καθώς αυτά καθορίζουν την συνολική απόδοση του κτιρίου που αξιολογείται (Lee, 2002). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η σήμανση και κατάταξη σε ενεργειακές κλάσεις των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών.

Γ) Με κατάλληλες νομοθετικές ρυθμίσεις που θα επιβάλλουν τα παραπάνω σχήματα και θα υποχρεώνουν σε κάποιο βαθμό τους αντίστοιχους φορείς να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα. Τέτοιες ρυθμίσεις επιβάλλονται με τη μορφή οδηγιών από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα Κράτη Μέλη στο πεδίο της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και της ενεργειακής πιστοποίησης των κτιρίων.

Ανεξάρτητα από το αν οι όποιες διαδικασίες για έναν οικολογικό σχεδιασμό επιβληθούν μέσω νομοθετικών ρυθμίσεων ή εφαρμοστούν εθελοντικά από την αγορά μέσω κατάλληλων σχημάτων παρακίνησης της, είναι φανερό ότι απαιτούνται κατάλληλες μέθοδοι, μεθοδολογίες και αντίστοιχα εργαλεία που θα διευκολύνουν τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο στον συνυπολογισμό ενός μεγάλου αριθμού παραμέτρων και θα υποστηρίζουν τις όποιες λήψεις αποφάσεων.

Η ανάλυση κύκλου ζωής αναγνωρίστηκε από την επιστημονική κοινότητα ως η μόνη «νόμιμη» και ορθή μέθοδος για την αξιολόγηση και σύγκριση υλικών, προϊόντων και υπηρεσιών από την περιβαλλοντική άποψη.

II.4 Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) είναι μία μέθοδος που ποσοτικοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την παραγωγή ενός προϊόντος ή υπηρεσίας (SETAC, 1993). Ο ορισμός που δίνεται από τον SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1993) είναι: «Η ΑΚΖ είναι ένας συστηματικός τρόπος της αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδρασης προϊόντων ή υπηρεσιών παρακολουθώντας τα από την «κούνια μέχρι τον τάφο». Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση των εκπομπών και την κατανάλωση υλικών που επηρεάζουν το περιβάλλον σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Η (ΑΚΖ), λοιπόν, αποτελεί τη μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός υλικού ή προϊόντος από τη γέννησή του μέχρι και την τελική απόρριψή του. Ο κατά ISO ορισμός της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι ο ακόλουθος: «*Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μία τεχνική για την εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιδράσεων που συνδέονται με ένα προϊόν (ή υπηρεσία), μέσω*

της σύνταξης ενός ποσοτικού διαγράμματος (inventory) των εισροών και των εκροών, την αξιολόγηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιδράσεων που συνδέονται με αυτά και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων του καταλόγου και του αντίκτυπου των σταδίων παραγωγής, σε σχέση με τους στόχους της μελέτης».

Οι βασικές αρχές της ανάλυσης κύκλου ζωής παρουσιάζονται στα ακόλουθα πρότυπα ISO:

- ISO 14040:1997 "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework"
- ISO 14041:1998 "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and Scope definitions and inventory analysis"
- ISO 14042:2000 "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact assessment"
- ISO 14043:2000 "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle interpretation"

Η γενική ιδέα και οι αρχές της ΑΚΖ δεν είναι νέες. Τη δεκαετία του `70 χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του κύκλου ζωής των καυσίμων και την καταγραφή των ενεργειακών ροών στη βιομηχανία, ενώ οι μέθοδοι υπολογισμού του κόστους κύκλου ζωής χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στις οικονομικές μελέτες (Arena, 2003). Παρόλα αυτά, μόνο μετά το 1990 η ΑΚΖ χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επιπτώσης κάθε σταδίου που απαρτίζει τον κύκλο ζωής μιας παραγωγικής διαδικασίας. Ο όρος «αξιολόγηση κύκλου ζωής» δημιουργήθηκε το 1990 σε μια συνάντηση της Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), οπότε και ξεκίνησε η ανάπτυξη των σχετικών αρχών και οδηγιών εφαρμογής.

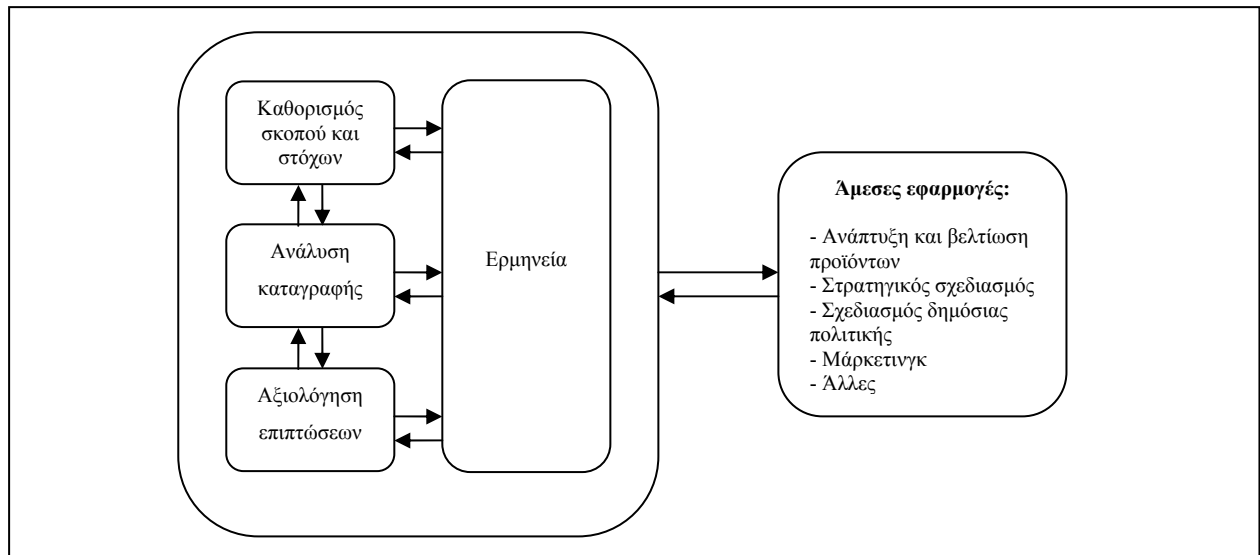
Η ΑΚΖ εξετάζει λοιπόν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, από την απόκτηση πρώτων υλών μέχρι την παραγωγή, χρήση και απόρριψη. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν τη χρήση των φυσικών πόρων, την ανθρώπινη υγεία και τις οικολογικές επιπτώσεις. Η μεθοδολογία της μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις διαδοχικές φάσεις (Borg, 2001):

- Καθορισμός σκοπού και στόχων: Καθορίζει τους σκοπούς και τους στόχους του πλαισίου της ΑΚΖ, συμπεριλαμβανομένων των ορίων, του πλάτους και του βάθους ανάλυσης της μελέτης. Τα γενικά ερωτήματα που απαντώνται είναι: Ποιος είναι ο σκοπός της ΑΚΖ; Ποια απόφαση προορίζεται να στηρίξει η ανάλυση; Ποια είναι τα όρια περιβαλλοντικής επίδρασης ώστε να συνοπλογοιστούν δευτερεύουσες περιβαλλοντικές επιδράσεις κ.ά.; Περιλαμβάνονται όλες οι

- περιβαλλοντικές επιδράσεις, ή μόνο ένα προκαθορισμένο υποσύνολο των επιδράσεων;
- Ανάλυση ποσοτικών διαγραμμάτων: Παρέχει μια ποσοτική περιγραφή εισροών/εκροών του προϊόντος ή του συστήματος. Οι περιβαλλοντικές εισροές περιλαμβάνουν την ύδρευση, την ενέργεια, το έδαφος, και άλλους πόρους. Οι εκροές περιλαμβάνουν τις εκπομπές στον αέρα, το έδαφος και το νερό.
 - Αξιολόγηση επιπτώσεων: Αξιολογεί πως το προϊόν ή το σύστημα έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, υιοθετώντας μια ποιοτική και ποσοτική προσέγγιση για να αναλύσει το πως η χρήση πρώτης ύλης, η ενεργειακή παραγωγή, η παραγωγή υγρών αποβλήτων, η εκπομπή αερίων και τα στερεά απόβλητα, έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον.
 - Ερμηνεία αποτελεσμάτων: Πραγματοποιείται ερμηνεία των αποτελεσμάτων και περιλαμβάνονται τα βήματα βελτίωσης σχετικά με τη μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων που συνδέονται με το προϊόν ή το σύστημα, μέσω της αντικειμενικής μελέτης ολόκληρου του κύκλου ζωής και την αξιολόγηση των επιπτώσεων που οι αλλαγές ασκούν στο περιβάλλον. Ανάλογα με το στόχο της ΑΚΖ, το βήμα αυτό μπορεί να παραλειφθεί. Για παράδειγμα, εάν ο στόχος της ΑΚΖ είναι να επιλεγεί το περιβαλλοντικά φιλικότερο οικοδομικό υλικό μεταξύ τριών, το βήμα αυτό είναι περιττό.

Η ΑΚΖ έχει επαναληπτική φύση όπως παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα και εκφράζεται μέσω των αμφίδρομων βελών μεταξύ των τεσσάρων φάσεων. Αυτό το χαρακτηριστικό της επαναληπτικότητας οφείλεται στη διάταξη της ανάλυσης κύκλου ζωής, όπου οι αρχικές υποθέσεις σχετικά με τις διεργασίες, που περιλαμβάνουν όρια, απαιτήσεις για την ποιότητα των στοιχείων κ.ά., συγκρίνονται στη συνέχεια με το αποτέλεσμα της μελέτης. Αν το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι για παράδειγμα κάποιες διεργασίες συνεισφέρουν πολύ περισσότερο στο αποτέλεσμα από ότι αναμενόταν, τότε τα όρια, τα αρχικά δεδομένα και η ποιότητα των στοιχείων αναθεωρούνται. Άλλος ένας λόγος για την αναθεώρηση των υποθέσεων μπορεί να είναι η συλλογή επιπλέον στοιχείων για τις υπό μελέτη διεργασίες κατά τη διάρκεια της μελέτης.

Η ανάλυση κύκλου ζωής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έναν αριθμό διαφορετικών εφαρμογών, όπως υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων, στην ανάπτυξη προϊόντων, στην ανίχνευση των διεργασιών που συμβάλλουν περισσότερο στην ολική περιβαλλοντική επίδραση του συστήματος, στη διεξαγωγή συγκρίσεων μεταξύ προϊόντων με παρόμοιες λειτουργίες από περιβαλλοντική άποψη κ.ά.



Σχήμα ΙΙ-5. Οι φάσεις της ανάλυσης κύκλου ζωής (Borg, 2001).

Η μέθοδος της ΑΚΖ είναι καλά δομημένη για βιομηχανικά συστήματα σύμφωνα με τις οδηγίες της SETAC ή τις ISO 14040. Για την εφαρμογή, όμως, της μεθόδου στον κτιριακό τομέα είναι αναγκαίο να γίνουν κατανοητές οι διαφορές αυτού με τα βιομηχανικά συστήματα (Arena, 2003).

Ειδικότερα, ο κατασκευαστικός τομέας παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες που δυσχεραίνουν την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής σε αυτόν. Συγκεκριμένα (Arena, 2003):

- Κάθε κτίριο είναι μοναδικό και ο βαθμός προτυποποίησης στον τομέα είναι μηδενικός.
- Η λειτουργία που οι κατασκευές έχουν δεν είναι πάντα εύκολο να καθοριστούν αυστηρά κατά ISO, καθώς δεν είναι πάντα τεχνικής φύσης αλλά περισσότερο αφορούν μια υπηρεσία όπως η στέγαση.
- Τα κτίρια έχουν μεγάλους χρόνους ζωής σε αντίθεση με τα καταναλωτικά προϊόντα, γεγονός που προκαλεί επιπλοκές στα σενάρια ενέργειας και συντήρησης.
- Ο μεγάλος χρόνος ζωής των κτιρίων και των κατασκευών συνεπάγεται το ότι το μεγαλύτερο μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λαμβάνει χώρα κατά τη φάση χρήσης των κτιρίων.
- Υπάρχουν διαφορετικοί χρόνοι ζωής για τα διάφορα υλικά των κτιρίων που περιλαμβάνονται στο ίδιο σύστημα.

Συνεπακόλουθα, διάφοροι ερευνητές εφαρμόζουν με διαφορετικό τρόπο την ΑΚΖ για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των κτιρίων. Για παράδειγμα, οι Arena and Rosa (2003) εξέτασαν τα ακόλουθα κριτήρια για να αξιολογήσουν την περιβαλλοντική επίδραση διάφορων τεχνολογιών κτιρίων κατά την ΑΚΖ:

- Φαινόμενο θερμοκηπίου

- Όξινη βροχή
- Φωτοχημικό νέφος
- Κατανάλωση πόρων
- Ευτροφισμός
- Τοξικότητα

Καθώς το ζήτημα της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια βρίσκεται στην επικαιρότητα, άλλοι ερευνητές εξειδικεύουν στα αντίστοιχα ζητήματα (Dincer, 2002; Lee, 2002).

Το έντονο ενδιαφέρον της κοινωνίας για την προστασία του περιβάλλοντος και την αναζήτηση μιας νέας ανάπτυξης είχε ως αποτέλεσμα και την αναζήτηση μεθόδων για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων. Η χρήση της ανάλυσης κύκλου ζωής στον κατασκευαστικό τομέα απαίτησε την προσαρμογή της μεθοδολογίας στις ειδικές συνθήκες του κατασκευαστικού κλάδου. Οι προσπάθειες αυτές οδήγησαν στην ανάπτυξη διάφορων μεθοδολογιών και εργαλείων. Παραδείγματα αποτελούν τα ακόλουθα εργαλεία (Borg, 2001):

- ATHENA (ATHENA Sustainable Materials Institute),
- Envest (BRE),
- Eco-Quantum 3 (IVAM),
- BEAT 2000 (SBI),
- BEES (U.S. EPA).

Τα εργαλεία αυτά διαφέρουν σε φιλοσοφία και έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε διαφορετικά στάδια της κατασκευής. Η πλειοψηφία των εργαλείων έχει αναπτυχθεί στηριζόμενη στην «bottom-up» προσέγγιση, όπου ο συνδυασμός των υλικών κατασκευής και των στοιχείων αθροίζονται για να περιγράψουν το κτίριο. Το μόνο από τα παραπάνω εργαλεία που ακολουθούν την «top-down» προσέγγιση είναι το Envest, το οποίο είναι σχεδιασμένο αποκλειστικά για χρήση κατά τη φάση σχεδιασμού της κατασκευής. Το εργαλείο BEES ακολουθεί διαφορετική φιλοσοφία σε σύγκριση με τα υπόλοιπα εργαλεία, ενώ έχει σχεδιαστεί για υποστήριξη λήψης αποφάσεων σχετικά με την επιλογή υλικών (Borg, 2001).

Οι Hyde και Watt (2005) παρουσιάζουν τα ζητήματα που ανακύπτουν από τη χρήση της AKZ στον κτιριακό τομέα.

ΙΙ.5 Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποιο νομοθετικά κατοχυρωμένο σχήμα για την συνολική περιβαλλοντική αξιολόγηση και σήμανση των κτιρίων. Οι συμφωνίες όμως για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής επέβαλλαν τη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στον κτιριακό τομέα. Έτσι, η Ελλάδα ακολουθεί τις εξελίξεις του Κοινοτικού Δικαίου σε ό,τι αφορά την ενέργεια και τα κτίρια. Συγκεκριμένα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν εκδοθεί ένας αριθμός οδηγιών, αποφάσεων και σχεδίων που σχετίζονται με την ενέργεια και τα κτίρια:

- Οδηγία 89/106/ΕΟΚ «για την ομαλή και ελεύθερη διακίνηση και εμπορία δομικών προϊόντων μεταξύ κρατών-μελών» σύμφωνα με την οποία τα δομικά προϊόντα πρέπει – μεταξύ άλλων – να εξοικονομούν ενέργεια και να συγκρατούν θερμότητα. Ωστόσο η Ελλάδα δεν κατάργησε τα υφιστάμενα τεχνικά και άλλα εμπόδια και δεν έχει παρέμβει στον τρόπο παραγωγής τους.
- Οδηγία 93/76/ΕΟΚ «για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων». Δυστυχώς, δεν ολοκληρώθηκε το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για την πλήρη εφαρμογή της οδηγίας.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», που προβλέπει τη θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων άνω των 1.000 τ.μ. όταν ανακαινίζονται και την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων.
- Οδηγία 2005/32/ΕΚ που θέσπισε απαιτήσεις για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια.
- Οδηγία 2006/32/ΕΚ «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες» (κατήργησε την Οδηγία 93/76/ΕΟΚ), που θέσπισε έναν ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας που ισχύει για τα κράτη μέλη, υποχρεώσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακά αποδοτικών προμηθειών για τις εθνικές δημόσιες αρχές, προώθηση ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακών υπηρεσιών, πιστοποίηση υλικών και προϊόντων, κλπ. Εκτιμάται ότι η εφαρμογή της θα αποφέρει κέρδος περίπου 40 εκατ. ΤΙΠ (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου), έως το 2020.

Σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ (www.minenv.gr), εκπονήθηκε από το ίδιο στις αρχές του 1996 το Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001», αρχές 1996 σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ και εκπροσώπους Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της χώρας, ερευνητικών κέντρων, Κλαδικών Συλλόγων αρμόδιων Οργανισμών, κ.ά. και από ομάδες εξειδικευμένων επιστημόνων. Το σχέδιο αυτό είναι ένα συνολικό σχέδιο στρατηγικής, μέτρων και μέσων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας

μέσω της εφαρμογής των κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη χρήση ΑΠΕ σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια και πολεοδομικά σύνολα της χώρας. Εξειδικεύει τα μέτρα που συμπεριλαμβάνονται στο Ελληνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Μεταβολή για τα κτίρια του οικιακού, εμπορικού και τριτογενή τομέα που εφαρμόζονται μέσω πολιτικής κινήτρων, σε εφαρμογή του άρθρου 6 του ν. 1512/85 και που εναρμονίζονται στις κατευθύνσεις της κοινοτικής οδηγίας SAVE 93/76/EE «για τη σταθεροποίηση και περιορισμός εκπομπών CO₂ με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων».

Η νομοθεσία προβλέπει έναν αριθμό ρυθμίσεων που αποσκοπούν στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων που επιτυγχάνονται μέσω:

- της μελέτης και κατασκευής νέων κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων υψηλής περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης στις αρχές του αειφόρου - οικολογικού σχεδιασμού,
- της θέσπισης προδιαγραφών εκπόνησης πολεοδομικών μελετών επέκτασης - αναθεώρησης, κοινωνικών στεγαστικών προγραμμάτων, οικοδομικών συνεταιρισμών και ιδιωτικής πολεοδόμησης
- των προδιαγραφών για τη διαμόρφωση κατάλληλου μικροκλίματος περιβάλλοντος χώρου,
- τη θέσπιση μηχανισμών ελέγχου, πιστοποίησης και διαχείρισης που θα εγγυώνται, σε μεσοπρόθεσμη βάση, τη συνέπεια, τη συνέχεια και την ορθή εφαρμογή των επιμέρους δράσεων.
- στην αφ' εαυτού ανακίνηση της οικοδομικής δραστηριότητας (μέσα από την ιδιωτική πρωτοβουλία) με επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους και των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης υφισταμένων κτιρίων και πολεοδομικών συνόλων,
- στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των καθαρών τεχνολογιών δόμησης,
- στην ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων,
- στην πιστοποίηση της ποιότητας συστημάτων και δομικών υλικών,
- στην άνοδο της ποιότητας ζωής,
- στον εκσυγχρονισμό και βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών,
- στην βελτίωση της ποιότητας κατασκευής,
- στην μορφολογική ένταξη συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ
- στην προώθηση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και του ενεργειακού σχεδιασμού.

Τα παραπάνω θα λειτουργήσουν παράλληλα με την αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου για τη χρηματοδότηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ, τη θέσπιση του κανονισμού ενεργειακών επιθεωρήσεων, κ.λ.π.

Ειδικότερα:

Α) Αναμορφώνεται και συμπληρώνεται ο ισχύον Κανονισμός Θερμομόνωσης με τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για την εισαγωγή περιβαλλοντικών και ενεργειακών δεικτών, ανάλογων προτύπων και προδιαγραφών για τον σχεδιασμό και τη κατασκευή νέων κτιρίων, καθώς και νέων διαδικασιών και μεθόδων ελέγχου, όπως είναι η διενέργεια ενεργειακής πιστοποίησης της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων (του βαθμού ενεργειακής απόδοσης) και η κατάταξή τους στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία. Τα νέα κτίρια θα κατασκευάζονται σύμφωνα με τον ΚΟΧΕΕ με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται

- η ορθολογική χρήση ενέργειας,
- ο συνυπολογισμός των ηλιακών κερδών,
- ο υπολογισμός της ενεργειακής ταυτότητας και η συμπλήρωση σχετικού δελτίου,
- η κατάταξη των κτιρίων σε ενεργειακή κατηγορία ανάλογα με τον βαθμό ενεργειακής τους απόδοσης,
- ο προσδιορισμός των χρησιμοποιούμενων δομικών και γενικά κατασκευαστικών υλικών ως προς την φιλικότητά τους στο περιβάλλον,
- ο προσδιορισμός ορίων εκπομπών των χρησιμοποιούμενων κατασκευαστικών υλικών,
- τα όρια θερμικής άνεσης,
- η ποιότητα του εσωτερικού αέρα,
- οι διαδικασίες και ο τρόπος διενέργειας των ενεργειακών επιθεωρήσεων,
- οι ενεργειακές κατηγορίες και ο τρόπος κατάταξης των κτιρίων, υφιστάμενων και νεοαναγειρόμενων

Σύμφωνα πάντα με το ΥΠΕΧΩΔΕ, η ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου θα αναγράφεται σε σχετικό δελτίο και θα πιστοποιείται μετά από έναν τουλάχιστο χρόνο λειτουργίας του κτιρίου και θα είναι υποχρεωτική άμεσα για όλα τα νεοαναγειρόμενα κτίρια, ενώ για τα υφιστάμενα η υποχρέωση αυτή θα ισχύει μετά από έξι χρόνια, ώστε στο μεταξύ να μπορέσουν οι ιδιοκτήτες να προβούν σε επεμβάσεις βελτίωσης του βαθμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τους.

Επίσης, θεσπίζεται η εκπόνηση ενεργειακής μελέτης που αφορά σε μελέτη βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου σε συνδυασμό με την μελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων και που θα

καταδεικνύει ότι θα τηρηθούν τα όρια κατανάλωσης ενέργειας που τίθενται ανάλογα για χρήσεις και κατηγορίες κτιρίων.

Σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια του ευρύτερου δημόσιου τομέα εφαρμόζονται υποχρεωτικά επεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης μέσω της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων, με την ευθύνη των υπευθύνων των ενεργειακών γραφείων. Ήδη με εγκύκλιο του αρμόδιου Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης & Αποκέντρωσης θεσπίστηκε η οργάνωση γραφείων ενεργειακής διαχείρισης για το νοικοκύρεμα των κτιρίων του ευρύτερου δημόσιου τομέα και ο προγραμματισμός για την εφαρμογή ενδεδειγμένων μέτρων ενεργειακής απόδοσης μέσω επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων και άλλων χρηματοδοτικών μηχανισμών. Θεσπίζονται υποχρεωτικοί ενεργειακοί έλεγχοι και επιθεωρήσεις για την ενεργειακή πιστοποίηση και βαθμονόμηση των κτιρίων, αλλά και των πολύ ενεργειοβόρων επιχειρήσεων, κανονισμοί εγκατάστασης ενεργειακού εξοπλισμού και προδιαγραφές ενεργειακής κατανάλωσης. Καθορίζονται διαδικασίες και κανονισμοί ενεργειακής πιστοποίησης και πιστοποίησης ποιότητας, καθώς και κανονισμός πιστοποίησης ποιότητας και απόδοσης των ηλιακών συστημάτων και συλλεκτών. Προβλέπεται η εφαρμογή του ισχύοντος κανονισμού κατανομής δαπανών θέρμανσης και η συμπλήρωσή του για τον καθορισμό του τρόπου κατανομής δαπανών για τον κλιματισμό και την παραγωγή ζεστού νερού στη βάση της πραγματικής κατανάλωσης. Προβλέπονται θεσμικά, οικονομικά και διοικητικά κίνητρα για την εφαρμογή επεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης σε υφιστάμενα κτίρια που θα συμβάλλουν στην μεγαλύτερη διείσδυση των προτεινόμενων μέτρων. Προωθείται, πέραν ευνοϊκών διατάξεων που ήδη έχουν εισαχθεί στη νομοθεσία σχετικά με φοροαπαλλαγή των εξόδων αγοράς και εγκατάστασης συστημάτων ΑΠΕ και η χορήγηση ειδικών δανείων ενεργειακής απόδοσης για την πραγματοποίηση συνολικών επεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης σε υφιστάμενα κτίρια του ιδιωτικού τομέα.

Είναι πλέον απολύτως σαφές ότι προϋπόθεση για την αειφόρο ανάπτυξη, στα πλαίσια της συνετής και ορθολογικής χρήσης των φυσικών πόρων, είναι η λήψη κατάλληλων μέτρων στο σύνολο του οικιστικού περιβάλλοντος μέσω:

- της εφαρμογής ενεργειακού σχεδιασμού και της προώθησης χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών και άλλων αναγκών κατά τον σχεδιασμό των έργων υποδομής των οικισμών,
- της εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά τον σχεδιασμό πολεοδομικών συνόλων,

- της εξασφάλισης της ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα, πόσιμου νερού και του υδροφόρου ορίζοντα,
- της δυνατότητας διαλογής στην πηγή και επεξεργασίας των οικιακών και άλλων απορριμμάτων,
- τον κατάλληλο σχεδιασμό δικτύων υποδομής, κ. ά.

Η πραγματικότητα όμως φαίνεται να είναι διαφορετική. Η Ελληνική Πολιτεία με κύριο φορέα υλοποίησης το Υπουργείο Ανάπτυξης, μπορεί να προχώρησε σε ορισμένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια του δημόσιου τομέα μέσα από μεμονωμένες κοινές υπουργικές αποφάσεις, οι οποίες έχουν ως στόχο την προληπτική συντήρηση των κλιματιστικών εγκαταστάσεων, την αντικατάσταση των κοινών λαμπτήρων με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, τη μείωση της άεργου ισχύος και την σύνδεση των κτιρίων του δημοσίου με φυσικό αέριο, όπου υπάρχει δίκτυο, αλλά από την άλλη απέτυχε να ενσωματώσει έγκαιρα τις ευρωπαϊκές οδηγίες στο ελληνικό δίκαιο.

Ειδικότερα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε νομική διαδικασία εναντίον της Ελλάδας για δύο ζητήματα που σχετίζονται με τα κτίρια:

- για την μη ενσωμάτωση της οδηγίας 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στο εθνικό της δίκαιο ως όφειλε έως τις 4 Ιανουαρίου 2006,
- για την μη κατάρτιση Εθνικού Σχεδίου Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, έως τις 30 Ιουνίου του 2007, όπως απαιτείται από την Οδηγία 2006/32, η οποία ενσωματώθηκε πολύ πρόσφατα στο εθνικό μας δίκαιο, σύμφωνα με το οποίο πρέπει να τεθούν στόχοι, να θεσπιστεί το νέο θεσμικό πλαίσιο, οι κατάλληλοι μηχανισμοί και τα κίνητρα, προκειμένου η συνολική εγχώρια κατανάλωση ενέργειας να μειωθεί κατά τουλάχιστον 9% για την περίοδο 2008-2016.

Η οδηγία 2002/91/EK ενσωματώθηκε τελικά στο εθνικό δίκαιο με το νόμο 3661/19.5.2008. Η ανάγνωση όμως του νόμου αυτού κάνει προφανές ότι στόχος ήταν η αποφυγή κυρώσεων από την Ε.Ε. και όχι η κατ' ουσία εφαρμογή της οδηγίας, καθώς όλα τα θέματα παραπέμπονται σε μελλοντικές εκδόσεις σχετικών υπουργικών αποφάσεων. Συγκεκριμένα, με Κ.Υ.Α. θα εκδοθεί ο Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπου θα καθορίζονται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων

κλιματισμού, ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα αρμόδια προς τούτο όργανα, κ.λπ. Σε άλλη Κ.Υ.Α. προβλέπεται ο καθορισμός των όρων έκδοσης και διάθεσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης των νέων ή ριζικά ανακαινισμένων κτιρίων. Με Κ.Υ.Α. θα καθοριστούν επίσης οι διοικητικές κυρώσεις για μη εφαρμογή των διατάξεων που αφορούν στην επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Σε διάταγμα κατόπιν πρότασης των υπουργών Ανάπτυξης και ΠΕΧΩΔΕ παραπέμπεται και ο καθορισμός των προσόντων των επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και κλιματισμού, οι κανόνες και αρχές που διέπουν την εκτέλεση του έργου τους, η διαδικασία διαπίστευσης κ.ά. Με Κ.Υ.Α. θα ρυθμιστούν τα θέματα που αφορούν τα μητρώα που πρέπει να τηρούνται κατ' εφαρμογή της εν λόγω οδηγίας.

Πίνακας ΙΙ.12. Κοινοτικές Οδηγίες που δεν έχουν ενσωματωθεί στο Εθνικό Δίκαιο.

Οδηγία	Αντικείμενο	Προθεσμία ενσωμάτωσης
2002/91/ΕΚ	Για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων	4/1/2006
2004/8/ΕΚ	Για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ	21/2/2006
2005/35/ΕΚ	Σχετικά με τη ρύπανση από τα πλοία και τη θέσπιση κυρώσεων για παραβάσεις	1/4/2007
2004/35/ΕΚ	Σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας	30/4/2007
2005/32/ΕΚ	Για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ και των οδηγιών 96/57/ΕΚ και 2000/55/ΕΚ	10/8/2007
2006/7/ΕΚ	Σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ	24/3/2008*
2006/21/ΕΚ	Σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας και την τροποποίηση της οδηγίας 2004/35/ΕΚ	30/4/2008
2006/32/ΕΚ	Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ	17/5/2008
2006/121/ΕΚ	Για την τροποποίηση της οδηγίας 67/548/ΕΟΚ, περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν την ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών με σκοπό την προσαρμογή της στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) και για την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων	31/5/2008 & 31/7/2008

2006/66/EK	Σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας 91/157/ΕΟΚ	26/9/2008
2007/51/EK	Για την τροποποίηση της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ σχετικά με περιορισμούς διάθεσης στην αγορά ορισμένων οργάνων μέτρησης που περιέχουν υδράργυρο	3/10/2008
2006/118/EK	Σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση	16/1/2009
2007/2/EK	Για τη δημιουργία υποδομής χωρικών πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα (INSPIRE)	15/5/2009
2007/60/EK	Για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας	26/11/2009

*πηγή: (WWF, Μάρτιος 2008).

Πίνακας ΙΙ.13. Σημαντικές «ανοιχτές υποθέσεις» για τις οποίες έχει κινηθεί προδικαστική διαδικασία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Υπόθεση	Αντικείμενο
Εκτροπή Αχελώου - Η Ε.Ε. διερευνά καταγγελία για παραβίαση της Οδηγίας 2000/60/EK από το νόμο 3481/2006 αλλά και συμμόρφωση με την Οδηγία 2001/42 περί Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης	Νερό
Μη ενσωμάτωση της Οδηγίας 2005/32/EK - Θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια	Ενέργεια
Μη ορθή ενσωμάτωση της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ για τη διατήρηση των άγριων πουλιών	Φύση
Οδηγία 75/442 (όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 91/156/ΕΟΚ) - Έλλειψη σχεδιασμού και επαρκών μεθόδων για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων	Επικίνδυνα Απόβλητα
Κανονισμός 1774/2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση - Μη λήψη των κατάλληλων μέτρων για την εφαρμογή ορισμένων διατάξεων του κανονισμού	Απόβλητα/ Δημόσια υγεία
Μη ενσωμάτωση της Οδηγίας 2004/35/EK - Σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας	Περιβάλλον/ Ρύπανση
Οδηγίες 99/31/EK και 2006/12 άρθρο 9(1) - πιθανές παραβάσεις των προδιαγραφών λειτουργίας στο προσωρινό κύτταρο εναπόθεσης απορριμμάτων στην τοποθεσία Σκαλιστήρι του Δήμου Φυλής, Δυτική Αττική	Απόβλητα
Οδηγία 91/271- Ακατάλληλο σύστημα συλλογής και επεξεργασίας αστικών λυμάτων στο Θριάσιο Πεδίο – Μη συμμόρφωση με απόφαση ΔΕΚ (C-119/02)	Αστικά λύματα
Κανονισμός 643/2007 - Μη αποστολή δεδομένων σχετικά με τα αλιεύματα σύμφωνα με το σχέδιο αποκατάστασης του ερυθρού τόνου	Αλιεία
Οδηγία 2006/32/EK – Μη υποβολή του σχεδίου δράσης για την ενεργειακή απόδοση *	Ενέργεια
Απόφαση 280/2004 – Μη αποστολή έκθεσης σχετικά με τον μηχανισμό παρακολούθησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	Ατμόσφαιρα (κλίμα)
Απόφαση 280/2004 – Αποστολή στοιχείων σχετικά με την κλιματική αλλαγή	Ατμόσφαιρα (κλίμα)
Απόφαση 280/2004 – Απαιτήσεις σχετικά με την εθνική έκθεση απογραφής	Ατμόσφαιρα

πηγών αερίων θερμοκηπίου	(κλίμα)
Οδηγία 91/271/ΕΟΚ – Κακή εφαρμογή (άρθρων 3.1, 5.1, 5.2 και 5.5) – χαρακτηρισμός ευαίσθητων ζωνών	Αστικά λύματα
Οδηγία 2001/81/ΕΚ – Μη κοινοποίηση στοιχείων	Ατμόσφαιρα
Οδηγία 76/160/ΕΟΚ – Παράβαση (Υδατα κολύμβησης)	Νερό
Κανονισμός 2037/2000 – Κακή εφαρμογή (άρθρα 4.4(iv), και 5.3)	Ατμόσφαιρα (όζον)
Κανονισμός 2037/2000 – Κακή εφαρμογή (άρθρα 16 και 17)	Ατμόσφαιρα (όζον)
Κανονισμός 2037/2000 – Κακή εφαρμογή (άρθρο 20.3)	Ατμόσφαιρα (όζον)
Οδηγία 75/439/ΕΟΚ – Συλλογή και επεξεργασία ορυκτελαίων	Απόβλητα
Οδηγίες 92/43/ΕΟΚ, 79/409/ΕΟΚ και 91/156/ΕΟΚ - Χωματερή στη θέση «Πρασσιανό Φαράγγι» Μαρουλά στην Κρήτη	Φύση - Απόβλητα
Οδηγία 99/32/ΕΚ – Κακή εφαρμογή διατάξεων (άρθρο 3)	Ατμόσφαιρα

* Με την υποβολή του Σχεδίου Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (Φεβρουάριος, 2008), είναι σχεδόν βέβαιο ότι η εκκρεμής αυτή υπόθεση με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα κλείσει.

Οι συχνές-πυκνές παραπομπές της χώρας στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο και τα τσουχτερά πρόστιμα δεν αρκούν να «συνετίσουν» την Ελληνική Πολιτεία, που εξακολουθεί να «κωφεύει» και να παραμένει στο περιθώριο των εξελίξεων, καθηλωμένη σε αναπτυξιακές επιλογές του παρελθόντος. Ακόμη και η ενσωμάτωση Οδηγιών στο εθνικό μας δίκαιο είναι συχνά «κενό γράμμα», καθώς η ίδια η Πολιτεία τις αγνοεί και δεν συμμορφώνεται σε αυτές. Ο μηχανισμός που προβλέπεται από την οδηγία 2002/91/ΕΚ δεν έχει ακόμα καθοριστεί και αναπτυχθεί. Όταν η ίδια η Πολιτεία, λοιπόν, δεν εφαρμόζει τη νομοθεσία και τις απορρέουσες υποχρεώσεις τι μπορούμε να περιμένουμε από τη Βιομηχανία, τις επιχειρήσεις και τους απλούς πολίτες;

Ταυτόχρονα εξακολουθεί να είναι από τις πιο σπάταλες και «βρώμικες» ενεργειακά χώρες στην Ε.Ε. και να παρουσιάζει μια από τις υψηλότερες αναλογίες εισαγόμενης ενέργειας και σταθερά αυξητική τάση της ζήτησης σε ενέργεια, η οποία σε συνδυασμό με τη συνεχώς μεταβαλλόμενη τιμή των ορυκτών καυσίμων, έχει σοβαρή επίπτωση τόσο στην εθνική οικονομία όσο και στο περιβάλλον (φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Υπάρχουν και άλλα κράτη μέλη που δεν έχουν κάνει σημαντική πρόοδο στα ζητήματα ενεργειακής απόδοσης. Η Ελλάδα όμως είναι η μόνη που δεν έχει κάνει απολύτως τίποτε στον τομέα των κτιρίων και δομικών προϊόντων.

Σε μια εποχή που απαιτεί συντονισμό και άμεσες εντατικές δράσεις ενεργειακής απόδοσης, ο δημόσιος τομέας και οι τοπικές, περιφερειακές υπηρεσίες αν και θα έπρεπε να διαδραματίζουν υποδειγματικό ρόλο περί άλλων τυρβάζουν.

Και όλα αυτά όταν ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος,

είναι οι σοβαρές επιπτώσεις, σε πλανητικό επίπεδο, από το υφιστάμενο καθεστώς διαχείρισης της ενέργειας. Ιδιαίτερα στις μέρες μας όπου η εθνική και διεθνής οικονομία δοκιμάζονται από τη συνεχή αύξηση των τιμών του πετρελαίου.

Η ενεργειακή απόδοση και η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο της Ενεργειακής Πολιτικής της Ευρώπης, καθώς συμβάλλουν από κοινού στην επίτευξη τριών βασικών στόχων της κοινοτικής ενεργειακής πολιτικής: της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, της ανταγωνιστικότητας, της αειφόρου ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών του κλίματος. Αποδίδεται μεγάλη σημασία στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και των δομικών προϊόντων, όπου υπάρχει μεγάλο ανεκμετάλλευτο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας και δραστικού περιορισμού της κατανάλωσης πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας και για το λόγο αυτό έχει εκδοθεί όλη αυτή η σειρά κοινοτικών Οδηγιών.

Η υλοποίηση του στόχου μείωσης κατά 20% της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας έως το 2020 θα επιτρέψει τον περιορισμό τόσο των επιπτώσεων στο κλίμα όσο και της εξάρτησης της Ε.Ε. από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων. Ο στόχος αντιστοιχεί με ετήσια εξοικονόμηση 1.5% περίπου έως το 2020 και διασφαλίζει στα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις ετήσια εξοικονόμηση της τάξης των 100 δις ευρώ και 390 εκατομμυρίων τόνων Ισοδυνάμου Πετρελαίου, μειώνοντας παράλληλα, μέχρι το 2012 τις εκπομπές του CO₂ της Ε.Ε., κατά περισσότερο από το διπλάσιο της τιμής που απαιτείται σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (κατά 780 εκατομμύρια τόνους ετησίως).

Η προσπάθεια όμως για τη δημιουργία πράσινων κτιρίων δεν πρέπει να σταματήσει στην ενεργειακή αξιολόγησή τους. Η Ελλάδα μπορεί και οφείλει να προχωρήσει στη συνολική και ολοκληρωμένη αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των κατασκευών σε κάθε επίπεδο.

II.6 Βιβλιογραφική επισκόπηση

Στόχος της παραγράφου αυτής είναι η συνοπτική παράθεση βιβλιογραφικών αναφορών, σε χρονολογική σειρά, στο πεδίο των κτιρίων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεών τους και όχι η εξάντληση των σχετικών θεμάτων. Άλλωστε κάθε παράγραφος της παρούσας διπλωματικής εργασίας στηρίζεται σε αντίστοιχη βιβλιογραφία.

Οι Spala et al. (2008) περιέγραψαν τις βασικές αρχιτεκτονικές και επιστημονικές αρχές που

χαρακτηρίζουν την απόδοση συστημάτων πράσινης οροφής. Επίσης, μελέτησαν την εξοικονόμηση ενέργειας από την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος σε ένα κτίριο γραφείων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας με τη χρήση ενός δυναμικού μαθηματικού μοντέλου.

Οι Balaras et al. (2007) μελέτησαν το ευρωπαϊκό κτιριακό απόθεμα, δίνοντας έμφαση στο ελληνικό. Εργάστηκαν στην ανάπτυξη μεθοδολογίας για τον καθορισμό των μέτρων που οδηγούν στη μεγαλύτερη διατήρηση ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών CO₂ στον ελληνικό κτιριακό τομέα. Κατέληξαν στο ότι η μόνωση των εξωτερικών τοίχων (33-60% εξοικονόμηση ενέργειας), η στεγανοποίηση των ανοιγμάτων (16-21% εξοικονόμηση ενέργειας), η εγκατάσταση διπλών τζαμιών (14-20%), η τακτική συντήρηση της κεντρικής θέρμανσης (10-12%) και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού (50-80%) είναι τα πιο αποτελεσματικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στον ελληνικό κτιριακό τομέα.

Οι Koroneos και Kottas (2007) εκτίμησαν την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ενός υφιστάμενου κτιρίου στη Θεσσαλονίκη με τη χρήση του λογισμικού HOT2000. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κύκλου ζωής για τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα, ενώ υπολογίστηκε και η περιβαλλοντική επίδρασή τους. Οι κλιματικές συνθήκες και ο τύπος των υλικών κατασκευής παίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι Santamouris et al. (2007) ερεύνησαν την ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση ενός συστήματος πράσινης οροφής σε ένα σχολικό κτίριο στην Αθήνα. Με τη χρήση του συστήματος αυτού επιτεύχθηκε μείωση της τάξης του 6-49% του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για τον τελευταίο όροφο χωρίς να υπάρχει επίδραση στο φορτίο θέρμανσης του κτιρίου.

Οι Vakili-Ardebili και Boussabaine (2007) τονίζουν ότι ο αειφόρος σχεδιασμός αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει αρκετούς δείκτες οικο-σχεδιασμού και η ταυτόχρονη θεώρηση διαφορετικών τομέων όπως το περιβάλλον, η οικονομία και η κοινωνία επιπρόσθετα από τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού καθιστούν τη διαδικασία σχεδιασμού ακόμα δυσχερέστερη. Οι τεχνικές ασαφούς λογικής μπορεί να αντισταθμίσουν την έλλειψη γνώσης και την υποκειμενικότητα σε ό,τι αφορά τις παραμέτρους σχεδιασμού.

Οι Koroneos και Dompros (2007) ανέλυσαν τα διάφορα στάδια κατά την παραγωγή τούβλων, καθώς και τα υλικά και την ενέργεια που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο. Σκοπός της μελέτης τους ήταν ο προσδιορισμός «θερμών-σημείων», δηλαδή των σημείων κατά τον κύκλο ζωής που είναι πολύ σημαντικά στη συνολική περιβαλλοντική επίπτωση. Οι σημαντικότερες

περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη λειτουργία της βιομηχανίας τούβλων είναι οι εκπομπές αέριων ρύπων από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Οι Myhr και Johansson (2007) παρουσίασαν διάφορα ζητήματα που ανέκυψαν κατά τη φάση δοκιμής και ανάπτυξης του εργαλείου EcoEffect Outdoor. Το εργαλείο EcoEffect χρησιμοποιείται στο Σουηδικό σύστημα αξιολόγησης και καλύπτει πέντε τομείς, μεταξύ αυτών και το εξωτερικό περιβάλλον. Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί να καλύπτει όλους τους σημαντικούς κινδύνους για τα άτομα που βρίσκονται στο εξωτερικό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν κατέδειξαν την ανάγκη τροποποίησης του εργαλείου αυτού.

Οι Lee et al. (2007) μελέτησαν τη μέθοδο αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στις τελευταίες εκδόσεις του εργαλείου HK-BEAM. Το νέο σχήμα που χρησιμοποιείται στο εργαλείο επιτρέπει την εφαρμογή του σε ένα μεγάλο εύρος κτιρίων με διάφορες – ακόμα και μικτές – χρήσεις. Το νέο σχήμα προμηθεύει κτίρια όπου υπάρχει πρόβλεψη για αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο Ding (2007) εξέτασε την ανάπτυξη, τον ρόλο και τα όρια των υφιστάμενων μεθόδων περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες. Τέλος, παρουσίασε την ανάπτυξη ενός δείκτη αειφορίας με χρήση πολυκριτηριακής προσέγγισης και έθεσε το εννοιολογικό πλαίσιο για ένα πολυκριτηριακό μοντέλο για την εκτίμηση έργων στο στάδιο σκοπιμότητας για την εμπλοκή περιβαλλοντικών θεμάτων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Ο Burnett (2007) εξέτασε το κατά πόσο η οικολογική σήμανση ενός κτιρίου, που ορίζεται στο άρθρο ως η πιστοποιημένη κατάταξη ενός κτιρίου με βάση μια μέθοδο περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων, χαρακτηρίζει την απόδοση ενός κτιρίου με περιβαλλοντικούς όρους και μελέτησε τη σχέση μεταξύ των θεμάτων που καλύπτονται από την αξιολόγηση του εργαλείου BEAM και των δεικτών της αειφόρου πόλης.

Οι Schioru et al. (2007) αξιολόγησαν με περιβαλλοντικούς όρους προϊόντα κτιρίων σε σχέση με την οδηγία για τα προϊόντα κατασκευής. Συγκεκριμένα, εξέτασαν την επίδραση διάφορων παραμέτρων (φύση, θερμοκρασία, λόγος υγρού προς στερεό) στην απελευθέρωση ουσιών στο νερό από διάφορα προϊόντα μονόλιθου από τσιμέντο, ξύλο και μέταλλα.

Οι Irekoglu et al. (2007) μελέτησαν τη σχέση κλίματος και της χρήσης κατασκευαστικών υλικών

και τεχνικών κατασκευής σε ιστορικά κτίρια στην Τουρκία.

Ο Olesen (2007) μελέτησε τη φιλοσοφία και τις αρχές που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο EN15251 και έδωσε διάφορα παραδείγματα εφαρμογής. Το πρότυπο αυτό προσδιορίζει τιμές σχεδιασμού για το περιβάλλον εντός των κτιρίων, τιμές για ενεργειακούς υπολογισμούς, καθώς και μεθόδους επαλήθευσης. Αναπτύχθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Προτυποποίησης.

Ο Clift (2007) αναφέρει τους φιλόδοξους στόχους που τέθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο σχετικά με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τονίζει ότι η επίτευξη των στόχων αυτών συνδέεται με την αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας ή και τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, παράγοντες που συνδέονται στενά με τα κτίρια.

Οι Assefa et al. (2007) περιέγραψαν τη μέθοδο EcoEffect για την αξιολόγηση των εσωτερικών και εξωτερικών επιπτώσεων των ιδιοτήτων των κτιρίων. Εκτιμήθηκαν επίσης οι εξωτερικές επιπτώσεις της παρασκευής και της μεταφοράς των υλικών κατασκευής, η παραγωγή ενέργειας και η θερμότητα που καταναλώνεται κατά τη φάση λειτουργίας με τη χρήση της μεθοδολογίας της ανάλυσης κύκλου ζωής. Οι εσωτερικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης ασθενειών ή δημιουργίας συνθηκών μη άνεσης λόγω των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος εντός των ορίων επίδρασης του κτιρίου. Οι κίνδυνοι αυτοί υπολογίζονται με βάση δεδομένα και πληροφορίες που συλλέγονται με ερωτηματολόγια. Επίσης, τα κόστη σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου που αφορούν στις επενδύσεις, στις παροχές και στη συντήρηση αθροίζονται και υπολογίζονται. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με διαγράμματα και πίνακες που αφορούν διάφορους τομείς του κτιρίου.

Οι San-Jose et al. (2007) τονίζουν ότι τα τελευταία χρόνια η αιφόρος κατασκευή εστιάζει σε κτίρια κατοικιών και γραφείων. Λιγότερη γνώση υπάρχει σχετικά με τα βιομηχανικά κτίρια. Στο άρθρο τους επιχειρούν να αναλύσουν τις απαιτήσεις περιβαλλοντικής αιφορίας για ένα βιομηχανικό κτίριο, καθορίζοντας ένα σύστημα συγκεκριμένων δεικτών για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς του κτιρίου σε αυτές τις απαιτήσεις παράγοντας ένα μοντέλο αξιολόγησης ως βάση για τη μέτρηση του δείκτη περιβαλλοντικής αιφορίας του κτιρίου.

Οι Wedding G.C. and Crawford-Brown et al. (2007) έθεσαν τέσσερις στόχους στην έρευνά τους σχετικά με την ποσοτικοποίηση της επιτυχίας της ανάπλασης εγκαταλελειμμένων αστικών χώρων: (1) τον καθορισμό 40 συνολικών δεικτών που προσδιορίζουν την επιτυχία της ανάπλασης σε 4 τομείς: περιβάλλον-υγεία, χρηματοδότηση, συνθήκες διαβίωσης και κοινωνία-

οικονομία, (2) τη χρήση αυτών των δεικτών για την ανάπτυξη ενός εργαλείου που θα μπορούσε να βοηθήσει τους εμπλεκόμενους στην αστική ανάπτυξη, (3) να ενσωματώσουν τα πράσινα κτίρια ως ένα σημαντικό παράγοντα σε μια ανάπτυξη εγκαταλελειμμένων αστικών χώρων, (4) να αναπτύξουν το εργαλείο αυτό μέσα στο πλαίσιο μιας καθορισμένης μεθόδου πολύ-παραμετρικών αποφάσεων, την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP).

Οι Gonzalez και Navarro (2006) έδειξαν τη δυνατότητα μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι και 30% στη φάση κατασκευής των κτιρίων μέσω της προσεκτικής επιλογής υλικών κατασκευής χαμηλής περιβαλλοντικής επίπτωσης. Η έρευνα έγινε μέσω της μελέτης τριών κτιρίων στην Ισπανία που κτίστηκαν με περιβαλλοντικά κριτήρια και ενός κτιρίου που κατασκευάστηκε με συμβατικές τεχνικές και υλικά.

Οι Zhang et al. (2006) παρουσίασαν ένα σύστημα ανάλυσης της περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων (BEPAS), το οποίο αναπτύχθηκε βάσει του πλαισίου της ανάλυσης κύκλου ζωής. Στο BEPAS, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ερευνώνται στις τρεις κύριες πλευρές ενός κτιρίου που σχετίζονται στενά με την περιβαλλοντική απόδοση: υπηρεσίες, υλικά και τοποθεσία. Το BEPAS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης τόσο νέων όσο και υφιστάμενων κτιρίων.

Οι Wong et al. (2006) μελέτησαν την πιθανή συσχέτιση μεταξύ δώδεκα περιβαλλοντικών παραμέτρων που περιλαμβάνονται στο σχήμα πιστοποίησης που εφαρμόζεται στο Hong Kong σε 422 γραφεία. Οι 12 παράμετροι είναι: διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του αζώτου, όζον, φορμαλδεΐδη, πτητικές οργανικές ενώσεις, ραδόνιο, βακτήρια, θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ταχύτητα αέρα.

Ο Patel (2006) υποστηρίζει ότι παρά το βάρος που δίνεται σε περιβαλλοντικά ζητήματα και στη δημιουργία αειφόρων κοινωνιών σε σχετικές πολιτικές στις πόλεις της Νότιας Αφρικής, το υφιστάμενο διοικητικό πλαίσιο δεν επιτυγχάνει στην πράξη τους σχετικούς στόχους.

Οι Wang et al. (2005) παρουσίασαν ένα πολυ-παραμετρικό μοντέλο βελτιστοποίησης για το σχεδιασμό πράσινων κτιρίων. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν την ανάλυση κύκλου ζωής για την εκτίμηση εναλλακτικών σχεδιασμού τόσο των οικονομικών όσο και των περιβαλλοντικών κριτηρίων. Οι βέλτιστες λύσεις αναζητήθηκαν με χρήση ενός πολυ-παραμετρικού γενετικού αλγορίθμου.

Οι Wu et al. (2005) παρουσίασαν στο άρθρο τους μια μέθοδο χρήσης των περιβαλλοντικών προφίλ των υλικών κατασκευής για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων βάσει της ανάλυσης κύκλου ζωής. Σε αυτή τη μέθοδο, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατηγοριοποιούνται και η έννοια του «πράσινου φόρου» χρησιμοποιείται για τη μελέτη των πιο σημαντικών παραμέτρων ανάμεσα στις κατηγορίες. Ο πράσινος φόρος περιλαμβάνει τον φόρο ρύπων, καθώς και τον φόρο φυσικών πόρων και αποτυπώνει τη θέληση της κοινωνίας να πληρώσει για αυτούς.

Σύμφωνα με τους Zimmermann et al. (2005), η αειφορία είναι ο στόχος της κοινωνίας να ικανοποιήσει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να υπονομεύσει τη δυνατότητα των επόμενων γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες. Είναι έτσι ένας κοινωνικός στόχος, που επιτυγχάνεται μόνο αν όλα τα μέρη της κοινωνίας συνεργαστούν για την εκπλήρωση των σχετικών απαιτήσεων. Από την άλλη, η οικολογική αειφορία αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αειφόρο οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Είναι βασική λοιπόν η ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης. Χωρίς δεσμευτικούς στόχους σε κάθε τομέα, είναι αδύνατο να κινηθούμε συστηματικά προς την αειφορία. Οι αειφόροι κατασκευές καθορίζουν τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται από τα κτίρια για τη συνεισφορά και αυτού του τομέα στην αειφόρο ανάπτυξη. Οι συγγραφείς υπολόγισαν τις ανεκτές επιπτώσεις των κτιρίων σε όρους απαιτήσεων ενέργειας και εκπομπές ρύπων κατά τη φάση κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας. Η μελέτη έδειξε ότι τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τις αρχές παθητικών κτιρίων συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις της αειφόρου κατασκευής, υπό την προϋπόθεση ότι η παραγωγή ενέργειας βασίζεται κυρίως σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή πηγές χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι στόχοι είναι δύσκολο να επιτευχθούν όταν η ενέργεια παράγεται από ορυκτά καύσιμα.

Ο Kotzias (2005) ότι η έκθεση ατόμων σε σημαντικούς ρύπους είναι σε αρκετές περιπτώσεις υψηλότερη από ότι είναι οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο εξωτερικό περιβάλλον. Στις πόλεις της νότιας Ευρώπης οι συγκεντρώσεις ρύπων στους οποίους εκτίθεται το προσωπικό είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες στις πόλεις στην κεντρική Ευρώπη. Οι συγκεντρώσεις ρύπων σε σχολεία και νηπιαγωγεία είναι κατά κανόνα χαμηλότερες από ότι σε δημόσια κτίρια και γραφεία.

Οι Olgyay και Herdt (2004) θεωρούν ότι, στην καλύτερη περίπτωση, τα πράσινα κτίρια είναι παραδείγματα εφαρμοσμένης οικολογίας, όπου οι σχεδιαστές τους αντιλαμβάνονται την ύπαρξη, την οργάνωση και την δομή των οικοσυστημάτων και οι επιπτώσεις της αρχιτεκτονικής μελετούνται από την περιβαλλοντική σκοπιά. Χρησιμοποιώντας τις έννοιες, τις μεθόδους και τη

γλώσσα της οικολογίας, οι σχεδιαστές μπορούν να δημιουργήσουν αρχιτεκτονική κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη τα φυσικά συστήματα μιας θέσης. Ο καθορισμός κριτηρίων αξιολόγησης προϋποθέτει τον καθορισμό κριτηρίων σχεδιασμού κτιρίων. Έτσι, είναι απαραίτητη η ποσοτικοποίηση των σχέσεων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τα αίτια τους κατά τη φάση κατασκευής και χρήσης των κτιρίων. Η παρούσα μελέτη επεκτείνει την έννοια της οικολογικής χωρητικότητας στο αρχιτεκτονικό πλαίσιο και αναπτύσσει τη φέρουσα ικανότητα σε ένα χρονικά και χωρικά εξαρτώμενο εργαλείο για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας του περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων.

Οι Erlandsson και Levin (2004) ασχολήθηκαν με τη βελτίωση σημαντικών περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη λειτουργία «κατασκευή και στέγαση» με χρήση της ανάλυσης κύκλου ζωής. Πέρα από τη θέρμανση, η κατεργασία των υγρών αποβλήτων είναι ένα εξίσου σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με τα κτίρια. Τα κυριότερα αποτελέσματα της μελέτης τους είναι ότι η ανακατασκευή είναι μια επιλογή φιλικότερη προς το περιβάλλον από ότι η κατασκευή ενός νέου κτιρίου. Επίσης, αν εφαρμοστεί μια σειρά από μέτρα, είναι δυνατό να μειωθούν σε εθνικό επίπεδο οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε ποσοστό 70% από τις υπηρεσίες θέρμανσης και σε ποσοστό 25% για το σύστημα υγρών αποβλήτων.

Οι Arena και de Rosa (2003) χρησιμοποίησαν την ανάλυση κύκλου ζωής για να αξιολογήσουν τις ενεργειακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εφαρμογής διάφορων αειφόρων τεχνολογιών σχολικών κτιρίων στην Αργεντινή. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι οι τεχνικές αυτές ότι η εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών οδήγησαν σε μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με εξαίρεση το σχηματισμό φωτοχημικού όζοντος. Ο κυριότερος λόγος για αυτό ήταν η χρήση ξύλου ως πηγή καύσης για το ψήσιμο τούβλων.

Οι Scheuer et al. (2003) διεξήγαγαν μια ενδελεχή μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής ενός κτιρίου 7300 m², έξι ορόφων με διάρκεια ζωής 75 χρόνια, στο Πανεπιστήμιο του Michigan. Αναπτύχθηκε βάση δεδομένων για όλα τα υλικά του κτιρίου, ενώ έγινε προσομοίωση σε υπολογιστή για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό και της κατανάλωσης ύδατος. Η παραγωγή υλικών κατασκευής, η μεταφορά τους και η κατασκευή του κτιρίου ευθύνονται για το 2.2% της κατανάλωσης ενέργειας σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου. Τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού και η ηλεκτρική ενέργεια αποτελούν το 94.4% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Οι Balaras et al. (2003) εξέτασαν τα χαρακτηριστικά, την κατανάλωση ενέργειας και τις

δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας 29 ελληνικών αεροδρομίων. Η μέση κατανάλωση ενέργειας σε ετήσια βάση είναι 234 kWh/m². Η πιο ενδελεχής μελέτη τους σε τρία από αυτά έδειξε ότι είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 15-35% με ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας των εσωτερικών χώρων.

Οι Erlandsson και Borg (2003) σε εργασία τους συνέκριναν πέντε εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων που βασίζονται στην ανάλυση κύκλου ζωής: ATHENA, Envest, Eco-Quantum 3, BEAT 2000, BEES. Σκοπός τους ήταν η περιγραφή συγκεκριμένων και σημαντικών μεθοδολογικών προβλημάτων που σχετίζονται με την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής στα κτίρια και στις κατασκευές.

Οι Citherlet και Hand (2002) χρησιμοποίησαν λογισμικό προσομοίωσης για την αξιολόγηση της απόδοσης ενός κτιρίου σε όλη τη διάρκεια ζωής του σε διάφορους τομείς όπως η ενεργειακή κατανάλωση, η διαθεσιμότητα φωτισμού, η άνεση των ενοίκων (θερμική, οπτική, ακουστική) και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τα υλικά κατασκευής και τις ροές καυσίμων. Για το σκοπό τους, χρησιμοποίησαν δεδομένα για τη φυσική και τη γεωμετρική αναπαράσταση του κτιρίου.

Ο Dincer (2002) ασχολήθηκε με τις μεθόδους και εφαρμογές περιγραφής και αξιολόγησης των συστημάτων αποθήκευσης θερμικής ενέργειας στα κτίρια. Ειδικότερα, εξέτασε τις τεχνικές απόψεις και τα κριτήρια αυτών των συστημάτων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεών. Κατέληξε στο ότι η επιλογή των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας στα κτίρια εξαρτάται κυρίως από την περίοδο χρήσης, την οικονομική βιωσιμότητα και τις συνθήκες λειτουργίας.

Οι Lee και Yik (2002) μελέτησαν διάφορες νομοθετικές και εθελοντικές προσεγγίσεις για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στο Hong Kong. Οι συγγραφείς θεωρούν ότι παρότι οι νομοθετικές ρυθμίσεις αποτελούν τη βάση της περιβαλλοντικής πολιτικής πολλών χωρών, πολύ περισσότερα οφέλη μπορούν να προκύψουν εάν προωθηθούν και εθελοντικά σχήματα αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, υπολόγισαν ότι η συνδυασμένη χρήση νομοθετικών μέτρων και εθελοντικών σχημάτων μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 8-30% στα κτίρια του Hong Kong.

Οι Lee et al. (2002) μελέτησαν τη χρήση κλίμακας απόδοσης βαθμών και βαρών σε ένα σχήμα περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων. Θεωρούν ότι σε ένα επιτυχημένο σχήμα αξιολόγησης

εθελοντικής εφαρμογής, πρέπει η κλίμακα που χρησιμοποιείται να είναι ελκυστική για τους επενδυτές και να χρησιμοποιεί κριτήρια που να βασίζονται πάνω στην απόδοση του κτιρίου. Τα κριτήρια αυτά πρέπει επίσης να λαμβάνουν υπόψη και τα σχετικά κόστη. Οι συγγραφείς παρουσίασαν ένα εννοιολογικό πλαίσιο για τους δημιουργούς πολιτικής, για την ανάπτυξη ενός σχήματος για την αξιολόγηση κτιρίων σε ό,τι αφορά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου με βάση μια κλίμακα απόδοσης βαθμών σε διάφορα κριτήρια αξιολόγησης.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

III.1 Εργαλεία οικολογικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με τους Erlandsson και Borg (2003) στην ανάλυση κύκλου ζωής μπορούν να διακριθούν δύο προσεγγίσεις:

- A) η bottom up προσέγγιση,
- B) η top down προσέγγιση.

Κατά την πρώτη προσέγγιση η ανάλυση κύκλου ζωής εστιάζει στην επιλογή των κατάλληλων κτιριακών υλικών, ενώ στην δεύτερη προσέγγιση το κτίριο αντιμετωπίζεται ως «όλον» και αποτελεί την αφετηρία για βελτιώσεις.

Πέρα από τα παραπάνω, έχουν αναπτυχθεί και εργαλεία που αξιοποιούν τη σύγχρονη υπολογιστική ισχύ και τα οποία προχωρούν στην προσομοίωση των κτιρίων. Σχετικά με την άποψη της ικανότητας προσομοίωσης, τέσσερις κατηγορίες προγραμμάτων μπορούν να αναγνωριστούν (Citherlet and Hand, 2002):

A) Αυτόνομα προγράμματα (stand-alone programs). Σε αυτή την κατηγορία διάφορα προγράμματα μη σχετιζόμενα μεταξύ τους χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση διάφορων πλευρών ενός κτιρίου.

B) Διαλειτουργικά προγράμματα (interoperable programs). Παρέχουν ένα περιβάλλον όπου διάφορα υπολογιστικά εργαλεία μπορούν να ανταλλάξουν ή να μοιραστούν πληροφορία. Η μεταφορά της περιγραφής του μοντέλου είναι δυνατή μόνο στο επίπεδο επίκλησης της εφαρμογής, κάτι που δεν επιτρέπει τη δυναμική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών κατά τη διαδικασία προσομοίωσης. Όπως και στην προηγούμενη κατηγορία, ο χρήστης καλείται να διαχειριστεί τη διεπαφή μεταξύ των προγραμμάτων.

Γ) Συζευγμένα προγράμματα (coupled programs). Εδώ παρέχεται η δυνατότητα της διασύνδεσης των εφαρμογών κατά το χρόνο εκτέλεσης για να επιτευχθεί η συνεργασία τους στην ανταλλαγή πληροφορίας. Κατά κανόνα, μια εφαρμογή ελέγχει την προσομοίωση και καλεί τις υπόλοιπες όποτε απαιτείται.

Δ) Ολοκληρωμένα προγράμματα (integrated programs). Παρέχουν τη δυνατότητα της προσομοίωσης διαφορετικών πεδίων μέσα στο ίδιο πρόγραμμα με τη χρήση ενός μοντέλου.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε κάθε μέθοδο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων ή και την πλήρη περιγραφή των κτιρίων ποικίλουν. Για παράδειγμα, οι

Citherlet and Hand (2002) χώρισαν τις πληροφορίες που απαιτούνται για την αναπαράσταση ενός κτιρίου στον υπολογιστή σε δύο κατηγορίες:

- Τη γεωμετρία του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει ενδεικτικά τις διαστάσεις, τον προσανατολισμό και τις συνδέσεις ενός στοιχείου,
- Την κατασκευή του κτιρίου, η οποία φορά στις φυσικές ιδιότητες των υλικών, όπως η πυκνότητα και η περιβαλλοντική επίδραση.

Διάφορες, λοιπόν, προσεγγίσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της απόδοσης των κτιρίων από διάφορες απόψεις. Σύμφωνα με τους Assefa et al. (2007), την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί στον κτιριακό τομέα δύο κατηγορίες εργαλείων περιβαλλοντικής αξιολόγησης.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα εργαλεία εκείνα που βασίζονται σε ένα σύστημα κριτηρίων. Στα εργαλεία αυτά δίδεται ένας βαθμός σε έναν αριθμό καθορισμένων κριτηρίων σε μια κλίμακα που κυμαίνεται από τη μικρή μέχρι τη μεγάλη περιβαλλοντική επίπτωση. Παραδείγματα σε αυτή την κατηγορία είναι τα εργαλεία BREEAM (Αγγλία), GBTool (Καναδάς), LEED (Η.Π.Α.), EcoProfile (Νορβηγία) και Environmental Status (Σουηδία).

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τα εργαλεία εκείνα που ακολουθούν τη μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής. Τα περισσότερα από τα εργαλεία αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται στο στάδιο του σχεδιασμού για την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών σεναρίων και κατάλληλων υλικών. Το πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας είναι η ικανότητα υπολογισμού των συνεπειών συγκεκριμένων συνδυασμών κτιριακών υλικών, σχεδίων και επιλογών. Παραδείγματα εργαλείων σε αυτή την κατηγορία είναι τα Bees (Η.Π.Α.), Beat (Δανία), Envest (Αγγλία), ATHENA (Καναδάς), EcoQuantum (Ολλανδία), Team (Γαλλία), Equer (Γαλλία) και KCL-Eco (Φιλανδία).

Σε έκθεση στο πλαίσιο του Προγράμματος SUSCON παρουσιάζεται εκτενής περιγραφή ενός αριθμού από τα παραπάνω εργαλεία (SUSCON, 2007).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά ένας αριθμός μεθόδων και αντίστοιχων εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί στο πεδίο της περιβαλλοντικής αξιολόγησης των κτιρίων (Ding, 2008).

Πίνακας III.1. Σύνοψη των μεθόδων για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων (Ding, 2008).

Μέθοδος Αξιολόγησης		Προέλευση	Χαρακτηριστικά
ABGR	Australian Building Greenhouse Rating	Department of Commence, NSW, 2005	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εργαλείο αξιολόγησης με βάση τη βαθμολόγηση απόδοσης ▪ Κλίμακα από 1 ως 5 αστέρια ▪ Παρέχει μια εθνική προσέγγιση στη βαθμολόγηση της απόδοσης των κτιρίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ▪ Βάση η ετήσια κατανάλωση ενέργειας
AccuRate		CSIRO, 2006	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Νέα έκδοση του NatHERS ▪ Αντιμετωπίζει προβλήματα που σχετίζονται με τη βαθμολόγηση κτιρίων σε τροπικά και υποτροπικά κλίματα με την εισαγωγή ενός μοντέλου αερισμού ▪ Περιλαμβάνει εκτεταμένη βάση δεδομένων υλικών ▪ Επιτρέπει στον χρήστη την αλλαγή των στοιχείων κατασκευής
BASIX	Building Sustainability Index	Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources, 2004	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Διαδικτυακό εργαλείο σχεδιασμού για οικιστική ανάπτυξη ▪ Αξιολογεί την ενεργειακή και υδατική αποδοτικότητα κατά την οικιστική ανάπτυξη ▪ Το NatHERS και το AccuRate είναι πακέτα προσομοίωσης για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ▪ Είναι υποχρεωτικό για κάθε νέα οικιστική ανάπτυξη και το πιστοποιητικό BASIX είναι απαραίτητο για την αποδοχή της ανάπτυξης
BEPAC	Building environmental performance assessment criteria	Canada, 1993	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπτύχθηκε από το British Columbia University ▪ Είναι παρόμοιο με το BREEAM αλλά χρησιμοποιεί πιο λεπτομερή και κατανοητή μέθοδο αξιολόγησης ▪ Περιορίζεται σε νέα και υπάρχοντα γραφεία ▪ Χρησιμοποιεί σύστημα πόντων για την αξιολόγηση ▪ Είναι προαιρετικό εργαλείο
CASBEE	Comprehensive assessment system for building environmental efficiency	Japan, 2004	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αποτελεί αποτέλεσμα της συνεργασίας βιομηχανίας και κυβέρνησης ▪ Εφαρμόζεται σύμφωνα με το στάδιο της ανάπτυξης κατά τον προκαταρκτικό σχεδιασμό, σε νέες κατασκευές, υπάρχοντα κτίρια και σε ανακαινίσεις ▪ Βασίζεται στην αντίληψη κλειστών οικοσυστημάτων ▪ Λαμβάνει υπόψη τον τοπικό χαρακτήρα
CEPAS	Comprehensive environmental performance assessment scheme	HK, 2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπτύχθηκε από το Building Department ▪ Για όλους τους τύπους υφιστάμενων και νέων κτιρίων ▪ Οκτώ κατηγορίες απόδοσης ▪ Χρησιμοποιούνται βάρη
CPA	Comprehensive project evaluation	UK, 2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπτύχθηκε από το Royal Institution of Chartered Surveyors και το Environment Agency ▪ Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση έργων κατά τη φάση ανάπτυξης ακολουθώντας ένα συνδυασμό οικονομικής και χρηματοδοτικής προσέγγισης ▪ Πολυκριτηριακή ανάλυση για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων ενός έργου ▪ Ένας ανεξάρτητος επιθεωρητής πραγματοποιεί την αξιολόγηση με βάση μια checklist ▪ Χρησιμοποιείται σε εθελοντική βάση

DQI	Design quality indicator	UK	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Υποστηρίζεται από το UK Construction Industry Council ▪ Στοχεύει στη βελτίωση του σχεδιασμού των κτιρίων παρέχοντας ανατροφοδότηση και συλλαμβάνοντας αντιλήψεις της ποιότητας σχεδιασμού που ενσωματώνεται στα κτίρια ▪ Αξιολογεί κτίρια σε τρεις κύριες κατηγορίες: λειτουργικότητα, ποιότητα κατασκευής και επιπτώσεις ▪ Στοχεύει στην παροχή βοήθειας σε πελάτες στον καθορισμό των φιλοδοξιών τους με βάση τις οποίες μετράται η επιτυχία του έργου
EcoQuantum		Netherlands	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η μόνη μέθοδος που ξεκάθαρα βασίζεται στην ανάλυση κύκλου ζωής ▪ Αξιολογεί το περιβαλλοντικό βάρος ενός ολόκληρου κτιρίου με βάση την ανάλυση κύκλου ζωής ▪ Εύκολο στη χρήση και περιλαμβάνει εκτεταμένη βάση δεδομένων για τα πιο συνήθη υλικά και προϊόντα ▪ Δεν είναι μια εύκολα κατανοητή μέθοδος αξιολόγησης ▪ Εφαρμόσιμο μόνο σε κτίρια κατοικιών
EMGB	Evaluation manual for green building	Taiwan, 1998	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χρησιμοποιείται από το Ministry of Interior ▪ Αποτελείται από 9 περιβαλλοντικά κριτήρια ▪ Απλό εργαλείο για όλους τους τύπους των κτιρίων ▪ Δεν είναι ικανό να αντανakλά τοπικές διαφορές ▪ Αξιολογεί μόνο μετρήσιμα κριτήρια ▪ Αξιολογεί τον ελάχιστο αριθμό κριτηρίων απόδοσης
EPGB	Environmental performance guide for building	Department of Public Works and Services, NSW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αξιολογεί κτίρια με βάση ένα πλαίσιο περιβαλλοντικής απόδοσης σε 5 κατηγορίες ▪ Χρήσιμο για τη θεώρηση της κατανάλωσης πόρων και των φορτίων ▪ Τα κτίρια βαθμολογούνται και εξάγεται ένας δείκτης για την συνολική απόδοση
GBTTool	Green building challenge	International, 1995	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Το πιο κατανοητό πλαίσιο ▪ Διεθνής συνεργασία 20 χωρών ▪ Δείκτες απόλυτης απόδοσης συνοδεύουν τα σχετικά σκορ ▪ Πάνω από 90 ξεχωριστά κριτήρια αξιολόγησης ▪ Τέσσερα επίπεδα απόδοσης βάρους ▪ Κατανοητή μέθοδος αξιολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες περιοχές με κατάλληλες προσαρμογές
GHEM	Green home evaluation manual	China, 2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εισήχθη από το Science and Technology Development Promoting Centre and Ministry of Construction ▪ Τα πρώτα περιβαλλοντικά πρότυπα και οδηγίες σχεδιασμού που σχετίζονται με πρότυπα απόδοσης ▪ Σχετίζεται μόνο με κτίρια κατοικίας ▪ Απλό σύστημα βαθμολόγησης
GreenStar		Green Building Council	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Η πρώτη μέθοδος στην Αυστραλία για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης κτιρίων ▪ Για εμπορικά κτίρια μόνο ▪ Σύστημα βαθμολογίας από 0 ως 6 αστέρια
HKBEAM	Hong Kong building environmental assessment method	Hong Kong, 1996	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Διαθέτει διαφορετικές μεθόδους αξιολόγησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια γραφείων ▪ Παρόμοιο με το BREEAM

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Έχει υποστεί κριτική ότι αξιολογεί μετρήσιμα κριτήρια αλλά αγνοεί κριτήρια που σχετίζονται με κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα ▪ Η διαδικασία αξιολόγησης δεν είναι διαφανής ▪ Η αξιολόγηση κατηγοριοποιείται σε παγκόσμια, τοπική και εντός του κτιρίου κλίμακα ▪ Δίνεται έμφαση σε επιπτώσεις σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα ▪ Αξιολογεί την απόδοση του κτιρίου σε κλίμακα που κυμαίνεται από το «μέτρια» μέχρι το «εξαιρετικά»
LEED	Leadership in energy and environmental design	USA, 2000	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπτύχθηκε από το US Green Building Council ▪ Αναπτύχθηκε διαδικασία πιστοποίησης για τη δημιουργία βιομηχανικού προτύπου ▪ Χρησιμοποιείται μια απλή checklist για τη βαθμολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης ▪ Για νέα και υφιστάμενα εμπορικά και μεγάλα κτίρια κατοικιών ▪ Σύστημα βαθμολογίας: «ασημένιο», «χρυσό» και «πλατινένιο» ▪ Αξιολογεί 5 περιοχές αειφορίας ▪ Εθελοντικό εργαλείο
NABERS	National Australian building environmental rating system	Department of Environment and Heritage, 2001	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Σύστημα αξιολόγησης με βάση την απόδοση του κτιρίου που μετρά τη συνολική περιβαλλοντική απόδοση ενός υφιστάμενου κτιρίου κατά τη χρήση του ▪ Για υφιστάμενα εμπορικά κτίρια και κατοικίες ▪ Βαθμολογία από 0 ως 10 ▪ Εθελοντικό εργαλείο
NatHERS		CSIRO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Σύστημα ενεργειακής βαθμολόγησης σπιτιών βασισμένο σε υπολογιστή ▪ Βαθμολογία από 0 ως 5 αστέρια ▪ Θεωρεί αναλυτικά το σχεδιασμό, την κατασκευή, τον προσανατολισμό, την μόνωση κ.ά. ▪ Σχετίζεται με τις πληροφορίες για το τοπικό κλίμα
SBAT	Sustainable building assessment tool	South Africa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Κριτήρια απόδοσης που αναγνωρίζουν κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα ▪ Κατηγοριοποιεί 15 περιοχές απόδοσης σε 5 κριτήρια απόδοσης ▪ Αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας κατασκευής που βασίζεται σε έναν τυπικό κύκλο ζωής ενός κτιρίου
SPeAR	Sustainable project appraisal routine		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Επιτρέπει την γρήγορη αξιολόγηση της αειφορίας ενός κτιρίου ▪ Χρησιμοποιείται μορφότυπος γραφικών για την αναπαράσταση της αειφορίας του σχεδιασμού ▪ Βαθμολόγηση σε κλίμακα από -3 ως +3 ▪ 4 Κύρια στοιχεία: περιβάλλον, κοινωνία, οικονομία και φυσικοί πόροι

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά μερικά εργαλεία για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων βάσει της ανάλυσης κύκλου ζωής (U.S. Department of Housing and Urban Development, 2001).

LCAID

Το LCAID είναι ένα πακέτο λογισμικού που αναπτύχθηκε από τη Διεύθυνση Δημόσιων Έργων και Υπηρεσιών της Αυστραλίας. Είναι ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός κτιρίου και των επιπτώσεων των σχεδιασμών και των επιλογών που σχετίζονται με αυτό σε όλο τον κύκλο ζωής του. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζονται τα ζητήματα που εξετάζονται σε αυτό το εργαλείο καθώς και ο σκοπός του.

ISSUES

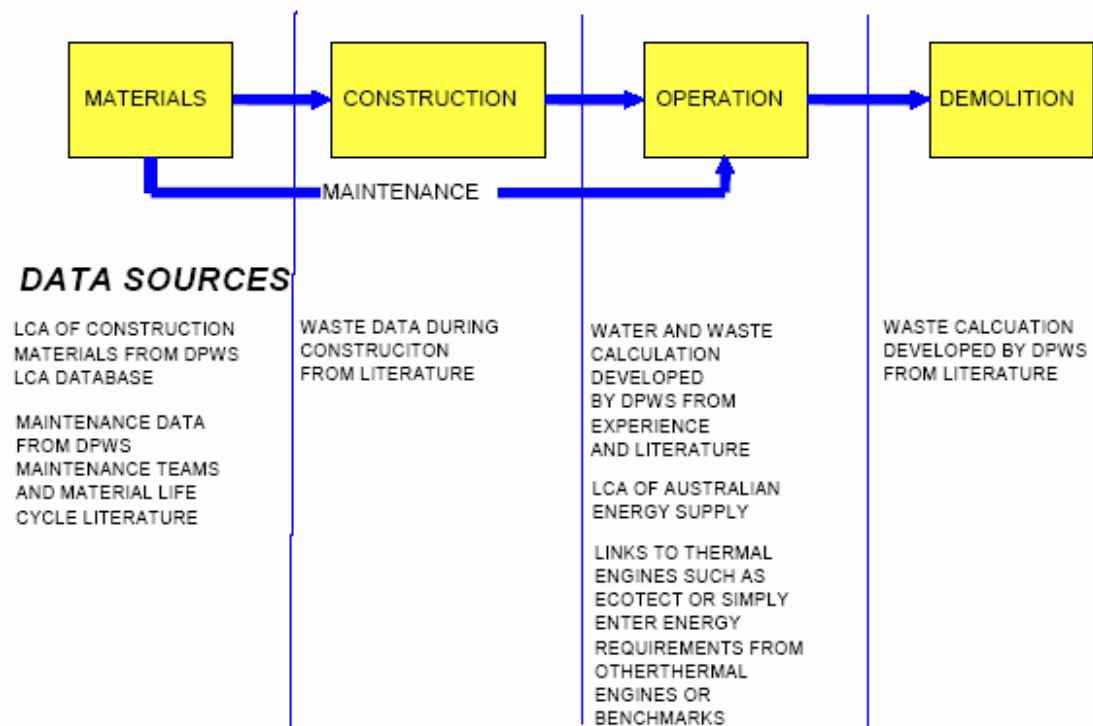
OVER THE WHOLE BUILDING LIFE CYCLE

* ENVIRONMENTAL IMPACTS SUCH AS GLOBAL WARMING AND OZONE DEPLETION

* ADDITIONAL REPORTING ON WASTE GENERATION AND WATER CONSUMPTION

BUILDING LIFE CYCLE 

SCOPE



Σχήμα III-1. Θέματα και στόχοι του εργαλείου LCAID.

Το λογισμικό αυτό αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τους σχεδιαστές κτιρίων στην αξιολόγηση της απόδοσης ενός κτιρίου μετά την κατασκευή του. Τα δεδομένα μπορούν να εισαχθούν από τον χρήστη, ενώ αυτό που διαφοροποιεί το λογισμικό αυτό από πολλά άλλα είναι ότι μπορούν να εισαχθούν και δεδομένα με τη μορφή τρισδιάστατων αρχιτεκτονικών σχεδίων (π.χ. από CAD). Το LCAid χρησιμοποιεί τον Eco-Indicator 95, ο οποίος παρέχει τις γενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υλικών των κτιρίων. Ο Eco-Indicator 95 δημιουργήθηκε για το Ερευνητικό

Πρόγραμμα της Εθνικής Επαναχρησιμοποίησης Αποβλήτων στην Ολλανδία και περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες:

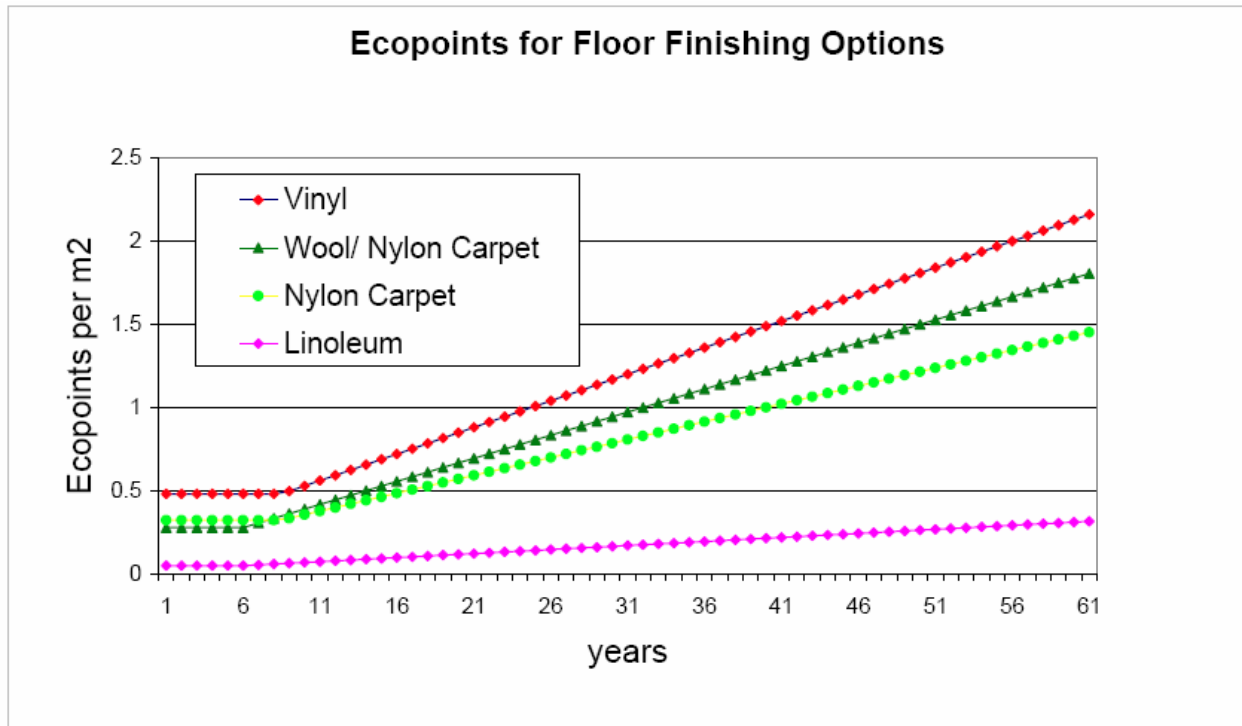
- Ευτροφισμός,
- Καρκινογένεση,
- Ευτροφισμός,
- Φαινόμενο θερμοκηπίου,
- Βαρέα Μέταλλα,
- Καταστροφή της στιβάδας του όζοντος,
- Ζιζανιοκτόνα,
- Νέφος το καλοκαίρι,
- Νέφος τον χειμώνα.

Το εργαλείο μπορεί να εξάγει αποτελέσματα με δύο τρόπους: μπορεί να γίνει σύγκριση με ένα ήδη αξιολογημένο κτίριο, ή μπορεί να παρουσιαστεί η περιβαλλοντική επίπτωση κάθε σταδίου του κύκλου ζωής, για τον καθορισμό του πιο επιβλαβούς σταδίου για το περιβάλλον.

The Green Guide for Housing Specification

Ο Πράσινος Οδηγός για τις Προδιαγραφές των Κατοικιών αναπτύχθηκε από το Βρετανικό Ίδρυμα Έρευνας για τα Κτίρια (BRE). Είναι ένα εργαλείο που αποτιμά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για πάνω από 150 διαφορετικά υλικά και συστατικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στην κατασκευή οικιών. Ο Οδηγός λαμβάνει υπόψη τα περιβαλλοντικά ζητήματα, έπειτα προσθέτει μετρήσεις και τα βάρη που έχουν καθοριστεί από τον χρήστη για να εξάγει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις με την μορφή οικο-πόντων για κάθε κτιριακό υλικό υπό αξιολόγηση. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εξόδου στην οθόνη του εργαλείου, όπου παρουσιάζονται συγκριτικά οι οικο-πόντοι για κάθε επιλογή σχετικά με τα υλικά των δαπέδων. Λίγοι οικο-πόντοι σημαίνουν μειωμένη περιβαλλοντική επίπτωση.

Για κάθε κατηγορία κτιριακών υλικών (τοιχών, οροφής, δαπέδων), οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις απεικονίζονται βάσει μιας απλής περιβαλλοντικής βαθμολόγησης από A (καλή επίδοση) ως C (φτωχή επίδοση) μαζί με απλούς υπολογισμούς για τα κόστη και τους χρόνους λειτουργίας. Βαθμολογείται η απόδοση σε 12 διαφορετικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως και η συνολική απόδοση του κτιρίου, γεγονός που επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει τα υλικά και τα συστατικά με την επιθυμητή περιβαλλοντική απόδοση.



Σχήμα III-2. Έξοδος στην οθόνη του εργαλείου του Πράσινου Οδηγού για διάφορες επιλογές.

Εφόσον υπάρχει βαθμολογία σε κάθε περιβαλλοντικό πρόβλημα ξεχωριστά, π.χ. κλιματική αλλαγή, ο χρήστης μπορεί να κάνει την επιλογή του όχι μόνο βάσει της ολικής βαθμολογίας αλλά και βάσει της απόδοσης σε ένα ξεχωριστό κριτήριο ανάλογα με τις προτεραιότητες που έχει θέσει. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται μια σελίδα από το εργαλείο σχετικά με τις βαθμολογίες διάφορων επιλογών για τους εξωτερικούς τοίχους.

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, τα υλικά και τα συστατικά κτιρίων έχουν τοποθετηθεί σε διάφορες κατηγορίες (π.χ. εξωτερικοί τοίχοι, εσωτερικοί τοίχοι, οροφή) έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιλέξει μεταξύ παρόμοιων υλικών. Για να εξασφαλιστούν αξιόπιστα και συγκρίσιμα αποτελέσματα, έχει καθοριστεί σε κάθε κατηγορία μια «λειτουργική μονάδα» σύγκρισης. Για τη σύγκριση ανόμοιων υλικών κτιρίων, το λογισμικό υπολογίζει την ποσότητα του υλικού που απαιτείται για τη δημιουργία παρόμοιων λειτουργικών μονάδων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των εξωτερικών τοίχων, η λειτουργική μονάδα του «1 m² τοίχου» ικανοποιεί τους κανονισμούς δόμησης στο Ηνωμένο Βασίλειο. Έτσι, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του 1 m² για κάθε εξωτερικό τοίχο τοποθετούνται σε κατάλογο για τη σύγκριση μεταξύ διάφορων επιλογών που ικανοποιούν την απαίτηση για επαρκή μόνωση ώστε να επιτυγχάνεται τιμή $U=0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$. Χρησιμοποιώντας λειτουργικές μονάδες για τη σύγκριση μεταξύ διάφορων προδιαγραφών, είναι δυνατό να λαμβάνονται υπόψη μεταβλητές όπως η μάζα του υλικού που απαιτείται για την εκπλήρωση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας, όπως η δομική σταθερότητα. Αυτό είναι σημαντικό

γιατί η σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός τόνου ατσάλι και ενός τόνου μπετόν θα ήταν παραπλανητική, αφού μπορεί να απαιτείται λιγότερο ατσάλι από ότι μπετόν για την ίδια λειτουργία.

External walls																			
	Summary Rating	Climate change	Fossil fuel depletion	Ozone depletion	Freight transport	Human toxicity	Waste disposal	Water extraction	Acid deposition	Ecotoxicity	Eutrophication	Summer smog	Minerals extraction	Cost	Typical replacement interval	Recycled input	Recyclability	Currently recycled	Energy saved by recycling
Framed wall construction																			
Brickwork outer leaf, insulation, steel frame, plasterboard, paint	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	£50-£70	60	C	A	A	A
Brickwork, timber frame with insulation, plasterboard, paint	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	£50-£68	60	C	A	A	A
Canadian Cedar weatherboarding, timber frame with insulation, plasterboard, paint	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	£52-£72	30	C	B	B	B
Clay tiles, battens, timber frame with insulation, plasterboard, paint	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	£60-£79	60	C	A	C	A
Concrete tiles, battens, timber frame with insulation, plasterboard, paint	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	£67-£81	60	C	A	C	A
Painted, pre-treated softwood weather boarding, timber frame with insulation, plasterboard, paint	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A	£43-£62	30	C	B	C	B
PVC weatherboarding, timber frame with insulation, plasterboard, paint	C	C	C	C	A	C	A	A	C	C	A	A	A	£57-£82	30	C	C	C	C
Terracotta rainscreen cladding, aluminium framework, insulation, aerated blockwork wall, plasterboard/plaster, paint	A	B	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	£155-£220	30	A	A	A	A

Σχήμα III-3. Δείγμα εξόδου του Πράσινου Οδηγού για διάφορες επιλογές εξωτερικών τοίχων.

BEES 2.0 (Building for Environmental and Economic Sustainability)

Το εργαλείο για τη Δόμηση για Περιβαλλοντική και Οικονομική Αειφορία (BEES 2.0) μετρά την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων κατασκευής. Αναπτύχθηκε από το Εθνικό Ινστιτούτο Πρότυπων και Τεχνολογίας (NIST) με την υποστήριξη του Οργανισμού Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. (U.S. EPA).

Το BEES 2.0 αναλύει τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων την απόκτηση πρώτων υλών, της κατασκευής, της μεταφοράς, της τοποθέτησης, χρήσης, ανακύκλωσης και

διαχείρισης αποβλήτων. Κατά τον κύκλο ζωής μετρώνται μέχρι 10 κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων:

- Όξινη βροχή,
- Οικολογική τοξικότητα,
- Ευτροφισμός,
- Φαινόμενο θερμοκηπίου,
- Τοξικότητα στους ανθρώπους,
- Ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων,
- Καταστροφή της στιβάδας του όζοντος,
- Μείωση φυσικών πόρων,
- Νέφος,
- Στερεά απόβλητα.

Το BEES μετρά την οικονομική απόδοση χρησιμοποιώντας τα κόστη κύκλου ζωής, τα οποία καλύπτουν τα κόστη της αρχικής επένδυσης, αντικατάστασης, λειτουργίας, συντήρησης και επισκευής, καθώς και της τελικής απόρριψης. Η μέθοδος αυτή αθροίζει τα κόστη αυτά σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα.

Το BEES μετρά τη συνολική απόδοση μέσω του συνδυασμού της περιβαλλοντικής απόδοσης με την οικονομική απόδοση. Ο χρήστης καθορίζει τα διάφορα βάρη για τον συνδυασμό των βαθμολογιών για την περιβαλλοντική και την οικονομική απόδοση με βάση τη σχετική σημασία του κάθε κριτηρίου για τον χρήστη ή με βάση προεπιλογών που παρέχονται από το λογισμικό. Ο χρήστης μπορεί, επίσης, να διεξάγει ανάλυση ευαισθησίας για τα διάφορα βάρη.

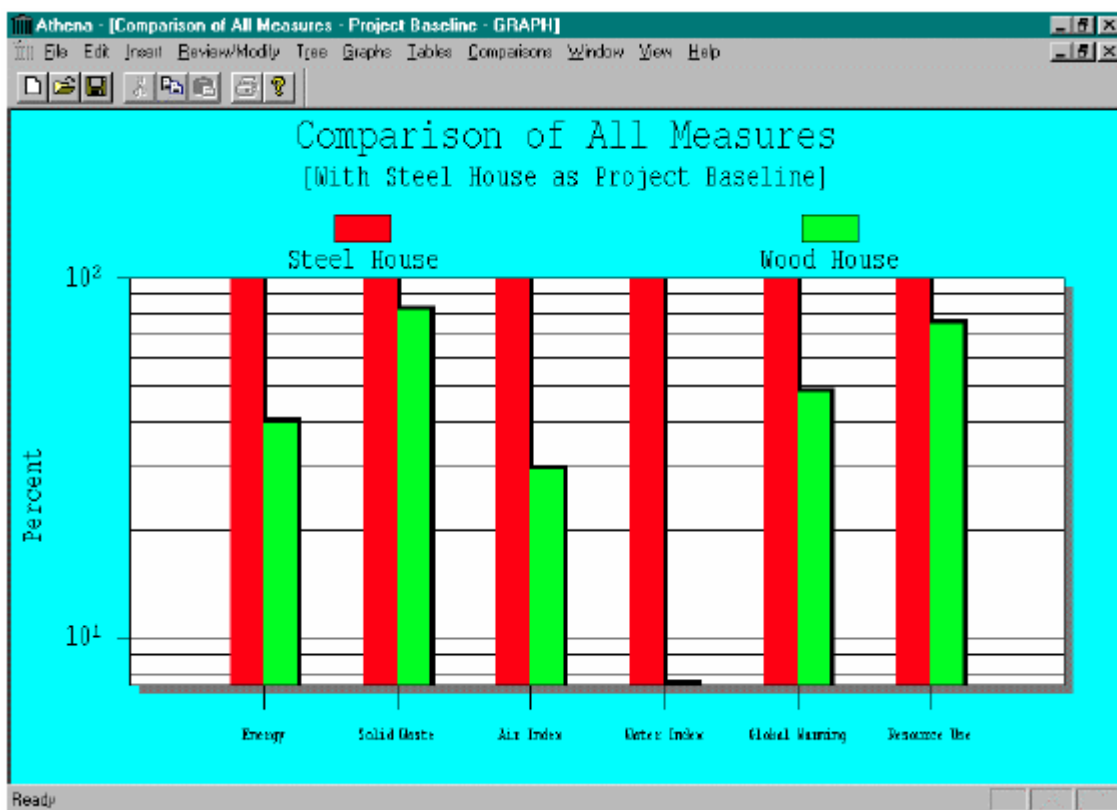
LEED

Το Συμβούλιο Πράσινης Δόμησης των Η.Π.Α. (U.S. Green Building Council) έχει αναπτύξει το εργαλείο αξιολόγησης LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) που αποδίδει συγκεκριμένες τιμές σε προϊόντα δόμησης. Το εργαλείο αυτό δεν είναι ένα λογισμικό ανάλυσης κύκλου ζωής. Χρησιμοποιείται από αρχιτέκτονες και κατασκευαστές για την κατασκευή αειφόρων εμπορικών δομών.

ATHENA

Το ATHENA είναι ένα εργαλείο περιβαλλοντική αξιολόγησης που αναπτύχθηκε από το ATHENA Ινστιτούτο Αειφόρων υλικών στον Καναδά (ATHENA Sustainable Materials Institute). Δεν πραγματοποιεί αξιολογήσεις για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ξεχωριστών προϊόντων

κατασκευής. Αντίθετα, επιτρέπει στον χρήστη να εξετάσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής μιας ολοκληρωμένης κατασκευής και να πειραματιστεί πάνω στις διαφορετικές δυνατότητες σχεδιασμού και υλικών για την εύρεση του καλύτερου σεναρίου. Οι κατασκευαστές μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν το εργαλείο αυτό για να βαθμολογήσουν διεργασίες και να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εναλλακτικών τεχνολογιών ή διεργασιών παραγωγής. Το ATHENA επιτρέπει συγκρίσεις σχεδίων κατασκευών σε ένα ολιστικό πλαίσιο σε όλο τον κύκλο ζωής. Περιλαμβάνει οριζόντιες και κάθετες δομές που αποτελούνται από ξύλο, ασφάλι και προϊόντα από μπετόν. Τα δεδομένα που διαχειρίζεται το εργαλείο αφορούν τον καναδά, με πρόβλεψη να καλύψουν και τις Η.Π.Α. στο μέλλον. Στην τελευταία έκδοση του λογισμικού, τα περιβαλλοντικά κριτήρια βαθμολογούνται και παρουσιάζονται για τα τρία πρώτα στάδια στον κύκλο ζωής ενός κτιρίου (παραγωγή, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση). Επίσης, περιλαμβάνει τα κόστη μέσα και μεταξύ των διάφορων σταδίων. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα αποτελεσμάτων από οθόνη μοντέλου του ATHENA.

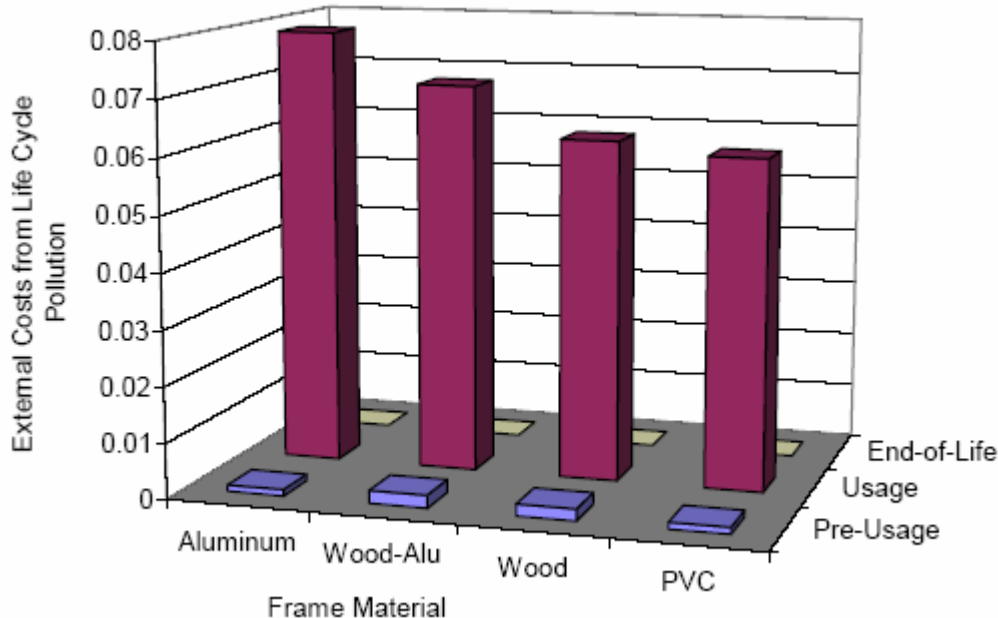


Σχήμα III-4. Παράδειγμα εξόδου στην οθόνη του εργαλείου ATHENA.

LIFE CYCLE EXPLORER

Το Life Cycle Explorer (LCE) είναι ένα λογισμικό που αναπτύχθηκε από την Sylvatica (Η.Π.Α.) και περιγράφει την περιβαλλοντική απόδοση στον κύκλο ζωής των παραθύρων. Η ανάλυση ξεκινά με την κατασκευή του παραθύρου και τελειώνει με την φάση απόρριψης. Προορίζεται για

χρήστες που θέλουν να συγκρίνουν τη σχετική απόδοση εναλλακτικών προϊόντων. Παρουσιάζει επίσης τα χαρακτηριστικά που είναι τα πιο σημαντικά για την περιβαλλοντική απόδοση του παραθύρου. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένα δείγμα εξόδου στην οθόνη του εργαλείου όπου συγκρίνονται διαφορετικά είδη παραθύρων σε όλη τη διάρκεια ζωής τους.



Σχήμα III-5. Δείγμα εξόδου στην οθόνη του εργαλείου LIFE CYCLE EXPLORER.

Το εργαλείο αυτό δεν προσδιορίζει το πιο παράθυρο είναι το καλύτερο από την περιβαλλοντική σκοπιά. Παρέχει όμως απαντήσεις σε πολλά ερωτήματα που τίθενται όπως:

- Ποιοι είναι οι πιο σημαντικοί ρύποι ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής ενός παραθύρου;
- Ποια τμήματα στον κύκλο ζωής του παραθύρου έχουν τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις;
- Ποιες σχεδιαστικές απόψεις ενός παραθύρου είναι οι πιο σημαντικές περιβαλλοντικά;
- Ποιες διεργασίες ή υλικά ενός παραθύρου έχουν τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις;
- Πως ο σχεδιασμός ενός παραθύρου συγκρίνεται με άλλους σχεδιασμούς;

III.2 Πρόγραμμα SUSCON

Το Πρόγραμμα SUSCON (LIFE 05 ENV/GR/000235) υλοποιείται στα πλαίσια της κοινοτικής πρωτοβουλίας LIFE-Περιβάλλον και επιδιώκει την υιοθέτηση και εφαρμογή της έννοιας της

αιφόρου κατασκευής στις πρακτικές των τεχνικών εταιρειών που κατασκευάζουν έργα, των μελετητικών-συμβουλευτικών επιχειρήσεων που συντάσσουν τις τεχνικές προδιαγραφές των έργων, των δημόσιων αρχών που εκδίδουν τις τεχνικές προσφορές, των προμηθευτών των δομικών υλικών και άλλων συμμετεχόντων που ανήκουν στον κατασκευαστικό τομέα.

Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού αναπτύχθηκε ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κατασκευαστικών έργων, με έμφαση στα κτίρια. Η ποικιλία των κοινωνικο-οικονομικών, περιβαλλοντικών και άλλων συνθηκών που επικρατούν σε κάθε περιοχή του πλανήτη επιβάλλουν την εύρεση ενός εργαλείου για την αξιολόγηση των κτιρίων αρκετά ευέλικτου ώστε να προσαρμόζεται και να μπορεί να συμπεριλάβει αυτές τις συνθήκες. Το εργαλείο που αναπτύχθηκε στο πρόγραμμα SUSCON δίνει πραγματικά τη δυνατότητα αυτή, της εύκολης δηλαδή προσαρμογής του εργαλείου στις συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται το υπό αξιολόγηση κτίριο, στον χρήστη του. Το εργαλείο αυτό αναπτύχθηκε σε περιβάλλον Excel.

Η αξιολόγηση ενός κτιρίου γίνεται βάσει της απόδοσης του σε δύο διαστάσεις: (α) την περιβαλλοντική, και (β) την οικονομική. Η περιβαλλοντική διάσταση υποδιαιρείται σε πέντε συνιστώσες:

- Χρήση γης και χωροθέτηση,
- Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση,
- Διατήρηση φυσικών πόρων (πρώτων υλών),
- Διατήρηση υδατικών πόρων,
- Υγεία και ασφάλεια.

Με τη σειρά της, η οικονομική διάσταση αναλύεται και αυτή σε πέντε συνιστώσες:

- Συμβολή στην τοπική οικονομία,
- Αποδοτικότητα,
- Προσαρμοστικότητα,
- Λειτουργικό κόστος,
- Πάγιο κόστος.

Αναλυτικότερα, σε ότι αφορά τις ομάδες κριτηρίων και υποκριτηρίων που απαρτίζουν το εργαλείο ελήφθησαν υπόψη οι ακόλουθες επιπτώσεις της κατασκευής και χρήσης ενός κτιρίου.

Το πρώτο στάδιο στη ζωή μιας κατασκευής είναι η χωροθέτησή της και η χρήση γης, που πρέπει να στοχεύουν κυρίως στην προστασία των υφιστάμενων οικοσυστημάτων, καθώς κάθε

κατασκευή από τη φύση της περιλαμβάνει εργασίες που μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στο τοπικό περιβάλλον. Η αξιολόγηση λαμβάνει υπόψιν κυρίως τη χρήση γης όπου πραγματοποιείται η κατασκευή και μπορεί να είναι αστική, αγροτική, δασική κ.ά. Επίσης, αξιολογείται η διατάραξη που προκαλείται στην τοπική βλάστηση, στο έδαφος και στις φυσικές απορροές του νερού. Η ελαχιστοποίηση της διατάραξης αυτής είναι σημαντική τόσο για την προστασία του εδάφους από διάβρωση όσο και τον έλεγχο των απορροών του νερού. Η συνεισφορά στο φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας, η πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και η ρύπανση νερού και υδάτων κατά τη φάση κατασκευής είναι κριτήρια που λαμβάνονται επίσης υπόψη.

Η ενέργεια και η ατμοσφαιρική ρύπανση παίζουν σημαντικό ρόλο για την αποδοτική χρήση ενέργειας κατά το στάδιο λειτουργίας ενός κτιρίου. Η ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα, η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και η προστασία της στιβάδας του όζοντος πρέπει να επιδιώκονται. Ένα κτίριο μπορεί να είναι πολύ πιο αποδοτικό στη χρήση ενέργειας μέσω του κατάλληλου εξοπλισμού και αυτοματισμών, καθώς και με την εμπλοκή καινοτόμων τεχνικών σχεδιασμού, χωρίς παραχωρήσεις σε ό,τι αφορά τις ανέσεις των χρηστών του. Η αποδοτικότερη χρήση ενέργειας μαζί με τη χρήση ΑΠΕ συμβάλλουν καθοριστικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης και η κατάλληλη αξιοποίηση του τοπικού μικροκλίματος. Το κτίριο πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό στο βόρειο ημισφαίριο για την παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση, κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες όπου οι απαιτήσεις θέρμανσης είναι υψηλότερες. Ο σχεδιασμός μπορεί να λαμβάνει επίσης υπόψη τα τοπικά ρεύματα αέρα για φυσικό αερισμό. Για παράδειγμα η φύτευση δέντρων στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου μπορεί να μεταβάλλει την κατεύθυνση των ανέμων κατά το επιθυμητό. Φυλλοβόλα δέντρα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση των αναγκών ενέργειας, καθώς επιτρέπουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα, ενώ παράλληλα παρέχουν σκίαση στο κτίριο το καλοκαίρι. Όσον αφορά την παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, πέρα από τον κατάλληλο προσανατολισμό των ανοιγμάτων του κτιρίου, πρέπει να δοθεί μέριμνα για την αποθήκευση, κατανομή και διαχείριση της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται στο κτίριο ώστε να επιτευχθεί επαρκής θέρμανση χωρίς υπερβολές.

Το κέλυφος του κτιρίου πρέπει είναι κατάλληλα σχεδιασμένο ώστε να παρέχει θερμική άνεση και ασφάλεια στους χρήστες του, ανάλογα και με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τις δραστηριότητες εντός του κτιρίου. Ο σχεδιασμός αυτός παίζει αποφασιστικό ρόλο για τα

επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό στο κτίριο. Ένα αποδοτικό κέλυφος δεν επιτρέπει μη ελεγχόμενες διαρροές ή εισροές αέρα σε αυτό. Κατάλληλη μόνωση πρέπει να χρησιμοποιείται σε όλα τα συστατικά του κτιρίου. Ανάλογα και με τις κλιματικές συνθήκες, η επιλογή των κατάλληλων υλικών κατασκευής ελέγχει την ανταλλαγή θερμότητας του κτιρίου με το περιβάλλον. Προσοχή πρέπει επίσης να δίνεται και στην κατάλληλη μόνωση των θεμελίων καθώς αποτελούν άλλη μια οδό για ανεπιθύμητες απώλειες θερμότητας.

Ο φωτισμός είναι άλλη μια ενεργοβόρος ανάγκη στα κτίρια κατά τη διάρκεια χρήσης τους. Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, αυτόματα συστήματα ελέγχου του φωτισμού, ποτενσιομετρικοί διακόπτες, ανιχνευτές κίνησης και αξιοποίηση του ηλιακού φωτός κ.ά. είναι μεταξύ των επιλογών για τη μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται για φωτισμό σε ένα κτίριο.

Η κύρια πηγή κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο είναι τα μηχανικά συστήματα για ψύξη και θέρμανση. Η κακή διαστασιολόγηση του αντίστοιχου εξοπλισμού οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ενέργειας και αντίστοιχα υψηλά πάγια και λειτουργικά κόστη. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ότι διαφορετικοί χώροι εντός του κτιρίου έχουν διαφορετικές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη. Η δημιουργία λοιπόν ενεργειακών ζωνών στο κτίριο μπορεί να βελτιστοποιήσει τη διαχείριση ενέργειας. Θερμοστάτες και μηχανήματα που φέρουν πιστοποίηση για την ενεργειακή τους αποδοτικότητα οδηγούν σε μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας για το ίδιο παραγόμενο έργο. Η τοποθέτηση της κύριας μονάδας θέρμανσης σε κεντρικό σημείο του κτιρίου μειώνει τις θερμικές απώλειες που οφείλονται σε μεγάλου μήκους σωληνώσεις για τη διανομή της θερμότητας. Σε αυτή την κατεύθυνση συμβάλλει και η μόνωση των σωληνώσεων αυτών. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα θερμικά και ψυκτικά φορτία εμφανίζουν εποχιακή διακύμανση. Η χρήση μηχανικών συστημάτων αποθήκευσης θερμότητας επιτρέπει την αποθήκευση και απελευθέρωση θερμότητας ανάλογα με αυτές τις διακυμάνσεις. Ο αερισμός είναι απαραίτητος για κτίρια με κελύφη που δεν επιτρέπουν τη διαρροή θερμότητας, αλλά μπορεί ταυτόχρονα να οδηγήσει σε απώλειες θερμότητας. Σημαντικά ποσά θερμότητας είναι δυνατό να ανακτηθούν και να υπάρχουν έτσι ενεργειακά οφέλη, με τη βοήθεια εξοπλισμού θερμικής ανάκτησης.

Αρκετή ενέργεια καταναλώνεται επίσης για τη θέρμανση νερού. Ρύθμιση των θερμοστατών σε χαμηλότερη θερμοκρασία και μόνωση των σωληνώσεων νερού μειώνουν τις απώλειες θερμότητας και εξοικονομούν ενέργεια και καύσιμα. Τέλος, πάνω από το 80% της ενέργειας που δαπανάται για τη θέρμανση νερού απορρίπτεται μέσω των αποβλήτων. Συστήματα ανάκτησης θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιοποίηση μέρους αυτής της θερμότητας και

την προθέρμανση νερού.

Τα οφέλη από την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι προφανή. Η επιλογή τέτοιου εξοπλισμού σχετίζεται τόσο με το κόστος όσο και τη διαθεσιμότητά του στην τοπική αγορά. Ηλιακά πάνελ, μικρές ανεμογεννήτριες και γεωθερμικές αντλίες μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα, ελαχιστοποιώντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την παραγωγή και χρήση της συμβατικής ενέργειας.

Η εκτεταμένη χρήση χλωρο-φθορανθράκων (CFC) κατά τις προηγούμενες δεκαετίες παραλίγο να αποβεί ολέθρια για το στρατοσφαιρικό όζον και τη ζωή στον πλανήτη. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα ψυκτικά μέσα, πολύ πιο φιλικά προς το περιβάλλον.

Η κατηγορία κριτηρίων για την Υγεία και Ασφάλεια έχουν στόχο τη μείωση των ρύπων εσωτερικών χώρων και τη βελτίωση της θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης σε αυτούς. Η βελτίωση της ποιότητας του αέρα εντός του κτιρίου μπορεί καταρχήν να επιτευχθεί με τον έλεγχο των πηγών ρύπων στους εσωτερικούς χώρους. Οι περισσότεροι ρύποι οφείλονται σε εκπομπές που προέρχονται από τα υλικά κατασκευής, τις βαφές, τα έπιπλα και τα χαλιά και υφίστανται για μεγάλα χρονικά διαστήματα μετά την τοποθέτησή τους. Το κάπνισμα είναι επίσης μια δραστηριότητα που επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό τον αέρα με ρύπους. Συχνός καθαρισμός, ανανέωση του αέρα και αερισμός των χώρων μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της ρύπανσης του αέρα εσωτερικών χώρων. Σε χώρους με υψηλή υγρασία, οσμές και ρύπους, όπως μπάνια και κουζίνες, πρέπει να τοποθετούνται αυτόνομα συστήματα αερισμού. Σε χώρους μαζικής κατάκλισης, σε κτίρια όπως νοσοκομεία και ξενοδοχεία, πρέπει να τοποθετούνται ανιχνευτές καπνού και μονοξειδίου του άνθρακα. Κακή συντήρηση των μηχανικών συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εκπομπές ρύπων εντός των κτιρίων. Τέλος, οι χώροι στάθμευσης πρέπει να βρίσκονται εκτός του κτιρίου, διαφορετικά αποτελούν άλλη μια πηγή ρύπων για αυτά.

Η θερμική, οπτική και ακουστική άνεση αποτελούν κριτήρια δύσκολα στην ποσοτικοποίηση και αξιολόγησή τους. Οι συνθήκες θερμικής άνεσης είναι δυνατό να αξιολογηθούν μέσω των προτύπων 55-2004 και ISO 7730. Η αξιολόγηση αυτή βασίζεται στη διακίνηση ερωτηματολογίων σχετικά με τη θερμική άνεση ανάμεσα στους χρήστες του κτιρίου. Η οπτική άνεση μπορεί να υπολογιστεί με τον δείκτη φωτός της ημέρας. Όλοι οι χώροι που κατοικούνται σε ένα κτίριο πρέπει να επιτρέπουν μια ελάχιστη διείσδυση του φωτός της ημέρας. Η ακουστική άνεση είναι

σημαντική για γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία και κατοικίες. Για τη μείωση του θορύβου πρέπει να χρησιμοποιούνται συσκευές χαμηλών επιπέδων θορύβου, οι θορυβώδεις συσκευές να τοποθετούνται μακριά από «ευαίσθητες» περιοχές, όπως επίσης και να υπάρχει κατάλληλη ηχομόνωση τοίχων και δαπέδων για την αποφυγή της διάδοσης του θορύβου.

Η κατηγορία των Φυσικών Πόρων αποσκοπεί στην αξιολόγηση του κατά πόσον είναι αποδοτική η χρήση των υλικών κατασκευής. Η μείωση των ποσοτήτων που χρησιμοποιούνται και η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών συμβάλλουν σημαντικά στον έλεγχο τόσο της μείωσης των φυσικών πόρων όσο και της διατάραξης του φυσικού περιβάλλοντος κατά τις διεργασίες απόληψης, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν την εκ νέου χρησιμοποίηση υλικών μετά την κατεδάφιση του κτιρίου αποτρέποντας έτσι την απόρριψη μπάζων στις χωματερές. Η ανακύκλωση μπορεί επίσης να συμβάλει και στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Για παράδειγμα, η ενέργεια που ενσωματώνεται από το αλουμίνιο που παράγεται είναι 200-260 GJ/t, ενώ η αντίστοιχη τιμή για το αλουμίνιο που προέρχεται από ανακύκλωση είναι μόλις 20-60 GJ/t. Η μείωση των ποσοτήτων των υλικών που χρησιμοποιούνται μπορεί να επιτευχθεί με χρήση προκατασκευασμένων κτιριακών συστημάτων, πράγμα που μειώνει επίσης την παραγωγή αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι το 50% των δασών παγκοσμίως έχουν χαθεί ενώ οι ανάγκες για χαρτί και ξύλο συνεχώς αυξάνονται. Η αειφόρος δασοπονία μπορεί να συμβάλει στην προστασία των δασών. Ξυλεία που παράγεται κατ' αυτό τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή. Η χρήση, επίσης, υλικών από την τοπική αγορά στηρίζει την τοπική οικονομία. Η επαναχρησιμοποίηση υλικών του κτιρίου με το τέλος χρήσης του προϋποθέτει σχεδιασμό που να επιτρέπει την εύκολη κατεδάφιση του κτιρίου. Η επαναχρησιμοποίηση υλικών διευκολύνεται και από τη χρήση ανθεκτικών υλικών. Καθώς η παραγωγή αποβλήτων κατά τη φάση κατασκευής είναι σχεδόν αναπόφευκτη, είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός προγράμματος για την επιτόπου ανάκτηση και ανακύκλωση υλικών πριν την έναρξη κατασκευής ή κατεδάφισης.

Η διατήρηση των Υδατικών Πόρων μπορεί να επιτευχθεί τόσο με τη μείωση του καταναλισκόμενου ύδατος και την ελαχιστοποίηση των διαρροών όσο και με την ανακύκλωση των αποβλήτων και την αξιοποίηση των όμβριων υδάτων. Βρύσες χαμηλής ροής, ανιχνευτές σε δημόσια κτίρια, καζανάκια διπλής ροής κ.λπ. είναι κάποια από τα στοιχεία που μπορεί να βοηθήσουν στην εξοικονόμηση ύδατος. Συντήρηση και συνεχής παρακολούθηση των υδραυλικών και της κατανάλωσης συμβάλλουν στη μείωση διαρροών και απωλειών νερού. Το «γκρι» νερό μπορεί να επεξεργαστεί τοπικά και να επαναχρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται πόσιμο νερό, όπως π.χ. στα καζανάκια. Κάτι τέτοιο βέβαια απαιτεί το διαχωρισμό του «γκρίζου» ύδατος από το «μαύρο» νερό (απόβλητα τουαλέτας) οπότε πρέπει να έχουν

κατασκευαστεί οι κατάλληλες υδραυλικές εγκαταστάσεις. Η συλλογή των βρόχινων υδάτων και η αξιοποίησή τους μειώνει επίσης τις απαιτήσεις για «φρέσκο» νερό.

Ένα οικολογικά σχεδιασμένο κτίριο πρέπει να ελαχιστοποιεί τη διατάραξη του φυσικού περιβάλλοντος και να εξοικονομεί φυσικούς πόρους, αλλά ταυτόχρονα πρέπει να έχει τέτοιο κόστος που να επιτρέπει την κατασκευή του. Δηλαδή, η κατασκευή πρέπει να είναι και οικονομικά αειφόρος. Οικονομική αειφορία σημαίνει κατασκευή που στηρίζει την τοπική οικονομία, που είναι αποδοτική και εύκολα προσαρμόσιμη σε άλλες χρήσεις και που η χρήση συστημάτων εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με τα μέτρα για τη μείωση του νερού που καταναλώνεται συμβάλλουν στη μείωση του λειτουργικού κόστους. Τέλος, τα πάγια κόστη δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους εθνικούς μέσους όρους, ένα μέρος τους πρέπει να κατανέμεται σε καινοτόμες τεχνολογίες και εξοπλισμό υψηλής απόδοσης και εάν είναι δυνατό, στην επαναχρησιμοποίηση υφιστάμενων κτιρίων. Η στήριξη της τοπικής οικονομίας επιτυγχάνεται μέσω της απόκτησης υλικών και εξοπλισμού από την τοπική αγορά και την κατασκευή και συντήρηση του κτιρίου από τοπικούς εργολάβους. «Τοπικό-ή» θεωρείται οποιοδήποτε υλικό ή υπηρεσία μέσα σε ακτίνα 50 km από την κατασκευή. Ο βαθμός που δίνεται στο κριτήριο σχετίζεται με το ποσοστό των υλικών ή υπηρεσιών που προέρχεται από την τοπική αγορά.

Η αποδοτικότητα της κατασκευής σχετίζεται με παραμέτρους όπως η χωρητικότητα του κτιρίου (πραγματικός αριθμός χρηστών/αριθμός χρηστών σε πλήρη κατάληψη του κτιρίου), ο χρόνος χρήσης του κτιρίου ημερησίως, ο χώρος που αναλογεί σε κάθε χρήστη, η παροχή πρόσβασης σε τηλέφωνο και διαδίκτυο στους χρήστες, παράμετροι που συμβάλλουν στην προστιθέμενη αξία του κτιρίου. Η ικανότητα επίσης του κτιρίου σε μικρές προσαρμογές, αλλαγή χρήσης ή και επέκτασης είναι παράγοντες που αυξάνουν την οικονομική αποδοτικότητα ενός κτιρίου.

Με βάση, λοιπόν, των παραπάνω καθορίστηκαν τα κριτήρια και οι υποομάδες αυτών που χρησιμοποιούνται στο εργαλείο περιβαλλοντικής αξιολόγησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος SUSCON.

III.3 Επιλογή κριτηρίων και ανάπτυξη συστήματος αξιολόγησης

Αναλυτικά, η κάθε ομάδα οικολογικών κριτηρίων περιλαμβάνει τις υποομάδες κριτηρίων και τα κριτήρια που παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας III.2. Οικολογικά κριτήρια σχεδιασμού και αξιολόγησης (Μαυρόγιαννος, 2007).

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ	
1	Επαναχρησιμοποίηση διαταραγμένης γης (brown field development): Η χρήση γης είναι από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Η καλύτερη δυνατή επιλογή για την οικοδόμηση κατασκευών είναι η αξιοποίηση ήδη διαταραγμένων εκτάσεων. Η επιλογή γεωργικών περιοχών ή περιοχών φυσικών οικοσυστημάτων αποτελεί τη χειρότερη δυνατή επιλογή με τις μέγιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
2	Πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς και άλλα εναλλακτικά μέσα: Η δυνατότητα πρόσβασης των ενοίκων ενός κτιρίου, είτε είναι εμπορικό κτίριο είτε ιδιωτική κατοικία, σε μέσα μαζικής μεταφοράς ή άλλα εναλλακτικά μέσα όπως το ποδήλατο, συμβάλει στη μείωση της χρήσης των ιδιωτικών μέσων μεταφοράς και κατ' επέκταση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων ορυκτών καυσίμων αλλά και του κυκλοφοριακού χάους στα αστικά κέντρα. Προσβάσιμο σε μέσα μαζικής μεταφοράς μπορεί να θεωρηθεί ένα κτίριο που απέχει έως και 500m από το πλησιέστερο σημείο πρόσβασης.
3	Διατήρηση και προστασία της τοπικής βλάστησης κατά τις κατασκευαστικές δραστηριότητες: Η φυσική βλάστηση στο χώρο της κατασκευής θα πρέπει προστατεύεται όχι μόνο για να παραμείνει αναλλοίωτο το φυσικό περιβάλλον και ο χαρακτήρας της περιοχής αλλά και για την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση λόγω των επιφανειακών απορροών.
4	Ελαχιστοποίηση των διαταραχών στο τοπίο με εκκαθαρίσεις και μετακινήσεις χώματος - αποκατάσταση του διαταραγμένου χώματος και βλάστησης: Στα πλαίσια της διαχείρισης των επιφανειακών απορροών εντάσσεται και η όσο το δυνατό μικρότερης κλίμακας μετακίνηση χωμάτινων όγκων και παράλληλα η αποκατάσταση τους στον περιβάλλοντα χώρο μαζί με τη διαταραγμένη βλάστηση. Η βλάστηση (δέντρα κυρίως) δεν καταστρέφεται αλλά αναφυτεύεται αν είναι δυνατό στην τοποθεσία της κατασκευής.
5	Ελαχιστοποίηση των μη διαπερατών επιφανειών: Ένα χαρακτηριστικό των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων είναι η κάλυψη των εξωτερικών επιφανειών με μη διαπερατά υλικά δημιουργώντας μεγάλα οικολογικά προβλήματα. Ο υπόγειος υδροφόρος δεν εμπλουτίζεται και δεν ανανεώνεται και παράλληλα αυξάνεται σημαντικά ο όγκος των επιφανειακών απορροών δημιουργώντας σημαντικές φυσικές καταστροφές. Η χρήση μη διαπερατών επιφανειών θα πρέπει να αποφεύγεται στο μέγιστο βαθμό.
6	Τοποθέτηση της κατασκευής με τρόπο ώστε να μην εκτρέπει τις επιφανειακές απορροές από τις φυσικές τους διαδρομές: Προτού τοποθετηθεί η κατασκευή θα

	<p>πρέπει να υπάρχει σαφής γνώση των υδρολογικών συνθηκών της περιοχής. Η κατασκευή σε καμία των περιπτώσεων δεν πρέπει να εκτρέπει τις επιφανειακές ροές από τη φυσική τους διαδρομή για την αποφυγή φυσικών καταστροφών και αλλοίωσης του φυσικού περιβάλλοντος.</p>
7	<p>Αποτροπή μόλυνσης του αέρα και του εδάφους κατά την διάρκεια της κατασκευής: Κατά τις κατασκευαστικές δραστηριότητες παράγονται σημαντικές ποσότητες σκόνης από διάφορες διεργασίες και άλλες ρυπογόνες ουσίες από τη χρήση μηχανημάτων οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν σε σημαντικές αποστάσεις από το σημείο προέλευσης τους. Παράλληλα, είναι συχνή η μόλυνση του εδάφους από διαρροές τοξικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σε υγρή μορφή. Η υλοποίηση τεχνικών περιορισμού της σκόνης, η σωστή διαχείριση των υγρών τοξικών ουσιών και η χρήση κατάλληλων καυσίμων για τα μηχανήματα είναι απαραίτητα μέτρα.</p>
8	<p>Χρήση τεχνικών σκίασης (φυσική βλάστηση) για την ελαχιστοποίηση του heat island effect σε αστικές περιοχές: Η μεγάλη θερμική μάζα των αστικών περιοχών οι οποίες αποτελούν στην ουσία ένα ψηφιδωτό από τσιμέντο, επιφέρει την απορρόφηση σημαντικών ποσοτήτων θερμότητας και τη σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας εντός και γύρω από τις περιοχές αυτές. Ο μόνος τρόπος να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό είναι η όσο το δυνατό μεγαλύτερη σκίαση των επιφανειών με τη βοήθεια φυσικής βλάστησης, δηλαδή δέντρων.</p>

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Προσανατολισμός του κτιρίου και Σχεδιασμός της τοποθεσίας

1	<p>Προσανατολισμός του κτιρίου ώστε να μπορεί να αξιοποιήσει την ηλιακή ενέργεια: Ο προσανατολισμός ενός κτιρίου σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία είναι ουσιώδης τόσο για την ενεργειακή λειτουργία του κτιρίου όσο και για την πρόσβαση φυσικού φωτός. Η τοποθέτηση μεγάλων συλλεκτικών επιφανειών (υαλοπινάκων) στη <i>νότια κυρίως πλευρά</i> του κτιρίου αλλά και η διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ώστε να λαμβάνουν τη μέγιστη ηλιοφάνεια οι χώροι με τη συχνότερη δραστηριότητα, είναι αναγκαία μέτρα για τη μείωση των συμβατικών ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.</p>
2	<p>Σχεδιασμός της τοποθεσίας για την αξιοποίηση των ηλιακών και τοπογραφικών συνθηκών: Η μεθοδευμένη χρήση της φυσικής βλάστησης προς όφελος της λειτουργίας του κτιρίου μπορεί να συμβάλει στη θέρμανση, τον κλιματισμό αλλά και τον εξαερισμό του κτιρίου. Η χρήση φυλλοβόλων δέντρων σε κατάλληλα σημεία μπορεί να παρέχει σκίαση το καλοκαίρι και ήλιο το χειμώνα, ενώ τα δέντρα μπορούν να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να κατευθύνουν τα τοπικά ρεύματα αέρα προς όφελος του κτιριακού εξαερισμού.</p>
3	<p>Σχεδιασμός της κατασκευής ώστε να χρησιμοποιεί παθητικές ηλιακές τεχνικές: Για να είναι δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, το κτίριο θα πρέπει</p>

	<p>να σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να τη συλλέγει, να την απορροφά, να την αποθηκεύει, να τη διανέμει και να την ελέγχει ανάλογα με τις ανάγκες και την εποχή. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να γίνει σωστά ώστε να μην υπάρχουν ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη ή ανεπαρκής ηλιακή πρόσβαση.</p>
<p><i>Κτιριακό κέλυφος</i></p>	
4	<p>Μόνωση των πλαισίων των εξωτερικών παραθύρων και πορτών: Τα πλαίσια των εξωτερικών πορτών και παραθύρων αποτελούν συνήθη σημεία διαρροής αέρα και ως εκ τούτου θερμότητας από το κτίριο. Βεβαία δεν υπάρχουν απώλειες θερμότητας μόνο στην περίπτωση διαφυγής αέρα αλλά και λόγω της δημιουργίας θερμικών γεφυρών μέσω των πλαισίων αυτών λόγω του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας τους. Επομένως, είναι αναγκαία η θερμομόνωση και στεγανοποίηση των σημείων αυτών για τη θερμική αποδοτικότητα του κτιρίου.</p>
5	<p>Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων: Η χρήση διπλών υαλοπινάκων ελαττώνει την ολική διαπερατότητα του γυαλιού επιτυγχάνοντας τη συγκράτηση μεγάλου ποσού θερμικής ενέργειας στο κτίριο αλλά και την ανάκλαση μεγάλου ποσού θερμότητας προερχόμενο από το εξωτερικό περιβάλλον. Γενικά οι διπλοί υαλοπίνακες συμβάλουν στην διατήρηση σταθερών θερμικών συνθηκών εντός του κτιρίου.</p>
6	<p>Εγκατάσταση υαλοπινάκων με επικάλυψη χαμηλής εκπομπής (Low-Emissivity): Στους διπλούς υαλοπίνακες μπορούν να τοποθετηθούν, ανάλογα με το κλίμα και τις απαιτήσεις, ειδικές επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής οι οποίες να εγκλωβίζουν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας ή να αποτρέπουν την είσοδο μεγάλων ποσών θερμότητας. Αυτό εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν, τον προσανατολισμό των παραθύρων και τα εσωτερικά θερμικά φορτία και καθορίζεται από τις ανάγκες και απαιτήσεις των ενοίκων.</p>
7	<p>Μόνωση των πατωμάτων, ταβανιών, οροφής και εξωτερικών τοίχων: Ένα άλλο σύνηθες σημείο απώλειας αέρα και θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος είναι τα πατώματα, οι τοίχοι και η οροφή. Είναι αναγκαία η θερμομόνωση τους για την αποδοτική θερμική λειτουργία του κελύφους και των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.</p>
8	<p>Στεγανοποίηση όλων των μηχανικών διεισδύσεων στο κτιριακό κέλυφος: Οι μηχανικές διεισδύσεις στο κέλυφος του κτιρίου αποτελούν εν δυνάμει σημεία απώλειας αέρα άρα και θερμότητας, κάτι που καθιστά επιβεβλημένη τη στεγανοποίηση των σημείων αυτών.</p>
9	<p>Στεγανοποίηση όλων των διεισδύσεων της σοφίτας: Αντίστοιχα με τις μηχανικές διεισδύσεις, σε κτίρια όπου υπάρχει σοφίτα, είναι αναγκαία η στεγανοποίηση της ώστε να μην προκύπτουν σημαντικές θερμικές απώλειες.</p>
10	<p>Επιλογή κατασκευαστικών υλικών και λεπτομερειών ώστε να υπάρχει</p>

μειωμένη μεταφορά θερμότητας εκτός του κτιριακού κελύφους: Η επιλογή των κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την θερμική αποδοτικότητα της κατασκευής. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, τις οικονομικές δυνατότητες και τη διαθεσιμότητα στην αγορά επιλέγονται κατασκευαστικά υλικά τα οποία ρυθμίζουν καλύτερα τους ρυθμούς ανταλλαγής θερμότητας του κτιρίου με το περιβάλλον.

Θεμέλια

11 **Μόνωση κάτω από την τσιμεντένια πλάκα του κτιρίου:** Η πλάκα στη βάση του κτιρίου έρχεται σε άμεση επαφή με το έδαφος άρα δημιουργεί μια γέφυρα με υψηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με το εσωτερικό του κτιρίου, και επομένως θερμικές απώλειες προς το έδαφος. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές μόνωσης της πλάκας ώστε οι απώλειες αυτές να περιορίζονται στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

12 **Μόνιμη μόνωση των θεμελίων:** Κάτι αντίστοιχο με την πλάκα ισχύει και για τα θεμέλια τα οποία αποτελούν οδούς θερμικών απωλειών προς το έδαφος. Η μόνιμη μόνωση τους με ειδικές φόρμες/καλούπια είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού πέρα από τη μείωση των θερμικών απωλειών απαιτούν τη χρήση μικρότερων ποσοτήτων τσιμέντου.

13 **Μόνωση των τοίχων του υπογείου από τη βάση έως την κορυφή:** Για τον ίδιο λόγο που είναι αναγκαία η μόνωση της πλάκας, είναι αναγκαία και η μόνωση των τοίχων του υπογείου που είναι σε άμεση επαφή με το έδαφος. Θερμομονώνοντας τους τοίχους του υπογείου, την πλάκα και τα θεμέλια ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, εξασφαλίζοντας ένα θερμικά αποδοτικό κτίριο.

Φωτισμός

14 **Εγκατάσταση λαμπτήρων φθορισμού (CFLs) πιστοποιημένων από την Energy Star:** Οι λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι φέρουν την πιστοποίηση της Energy Star, έχουν περίπου δεκαπλάσιο χρόνο ζωής από τους συμβατικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, χρησιμοποιούν το 1/3 της ενέργειας από αυτή που χρησιμοποιούν οι συνηθισμένοι λαμπτήρες, παράγουν 70% λιγότερη θερμότητα και επιτυγχάνουν την ίδια φωτεινότητα με λιγότερα watt. Συνολικά εξοικονομούν ενέργεια και χρήμα και αποτρέπουν την έκλυση σημαντικών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου.

15 **Χρήση συστημάτων Ελέγχου και Αυτοματοποίησης για την αυτοματοποιημένη ρύθμιση των φορτίων φωτισμού:** Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν αυτόματες λειτουργίες ελέγχου της έντασης του φωτισμού (dimmer) και συλλογής φυσικού φωτός, τόσο για την εξοικονόμηση ηλεκτρισμού όσο και για την παράταση του χρόνου ζωής των λαμπτήρων. Τέτοια συστήματα μπορούν να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε γκαράζ, υπόγεια, αποθήκες, εσωτερικές σκάλες και γενικά σε χώρους στους οποίους τα φώτα αφήνονται ανοικτά για μεγάλες περιόδους.

16 **Τοποθέτηση κυλινδρικών φεγγιτών σε εσωτερικούς χώρους όπως μπάνια,**

	<p>διαδρόμους και κουζίνες τα οποία λαμβάνουν μειωμένο φυσικό φωτισμό: Σε εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου οι οποίοι δεν έχουν πρόσβαση σε φυσικό φως μπορεί να διοχετευτεί φυσικό φως μέσω σωληνοειδών φεγγιτών στο ταβάνι. Οι φεγγίτες αυτοί διαθέτουν ανακλαστικές επιφάνειες και κατευθύνουν το φως στο εσωτερικό του κτιρίου προς ένα διαχυντή, ο οποίος διαχέει το φως ως ένα συμβατικός λαμπτήρας. Εκτός από την προφανή εξοικονόμηση ενέργειας, η εφαρμογή αυτή δίνει την αίσθηση του φυσικού φωτισμού σε χώρους στους οποίους υπό άλλες συνθήκες θα ήταν αδύνατο να υπάρχει πρόσβαση φυσικού φωτός.</p>
17	<p>Εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης ή φωτοκύτταρα με χρονοδιακόπτη σε όλο τον εξωτερικό φωτισμό: Ο εξωτερικός φωτισμός ενός κτιρίου συχνά αφήνεται ανοικτός χωρίς να υπάρχει ουσιαστική ανάγκη για κάτι τέτοιο. Η χρήση χρονοδιακοπών ή φωτοκυττάρων επιτρέπει τον επαρκή φωτισμό του εξωτερικού χώρου όταν είναι απαραίτητος, εξοικονομώντας παράλληλα ενέργεια και αυξάνοντας το χρόνο ζωής των λαμπτήρων.</p>
18	<p>Υλοποίηση Στρατηγικών Φυσικού Φωτισμού: Ο σχεδιασμός για φυσικό φωτισμό αποτελεί μέρος του σχεδιασμού του κελύφους του κτιρίου και της αξιοποίησης παθητικών ηλιακών τεχνικών. Η σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων στο κέλυφος και η κατάλληλη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ώστε να έχουν τη μέγιστη δυνατή πρόσβαση σε φυσικό φως καθορίζουν την επιτυχία του σχεδιασμού. Ο φυσικός φωτισμός είναι καλύτερης ποιότητας από τον τεχνητό, αυξάνει την παραγωγικότητα των ενοίκων αν αναφερόμαστε σε εμπορικά κτίρια, εξοικονομεί ενέργεια από τη χρήση του τεχνητού φωτισμού και τα παράθυρα εκτός από φως παρέχουν και θέα στο εξωτερικό περιβάλλον καθιστώντας την διαμονή στο κτίριο πιο ευχάριστη.</p>
<p><i>Μηχανικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης</i></p>	
19	<p>Επιλογή της κατάλληλης δυναμικότητας για τον εξοπλισμό HVAC με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων: Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να γίνεται εγκατάσταση εξοπλισμού HVAC υπερδιπλάσιας δυναμικότητας από ότι απαιτούν οι πραγματικές ανάγκες του κτιρίου. Θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να υπολογιστούν, με χρήση υπολογιστικών μοντέλων, τα θερμικά και ψυκτικά φορτία συνυπολογίζοντας και τα κέρδη από τα παθητικά ηλιακά συστήματα και όποια άλλα κέρδη υπάρχουν ώστε να επιλεγεί ο κατάλληλος δυναμικότητας εξοπλισμός ο οποίος να καλύπτει σωστά τις ανάγκες του κτιρίου, εξοικονομώντας κόστος και ενέργεια.</p>
20	<p>Δημιουργία ζωνών εντός του κτιρίου βάση των θερμικών/ψυκτικών φορτίων που απαιτούν: Τα διαφορετικά ωράρια χρήσης των χώρων, η διαφορετική έκθεση στο εξωτερικό περιβάλλον, ο διαφορετικός εξοπλισμός και δραστηριότητες δημιουργούν ανισοκατανομή των φορτίων θέρμανσης και κλιματισμού στους διάφορους χώρους ενός κτιρίου. Η δημιουργία ζωνών σε ένα κτίριο δίνει τη δυνατότητα κάλυψης των αναγκών του κάθε χώρου αυτόνομα εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο ενέργεια.</p>

21	<p>Χρήση προγραμματιζόμενου θερμοστάτη για τη ρύθμιση του ωραρίου λειτουργίας των συστημάτων HVAC: Η χρήση προγραμματιζόμενου θερμοστάτη για τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού μπορεί να αποφέρει σημαντικά ενεργειακά κέρδη. Είναι δυνατό με αυτό τον τρόπο να μην λειτουργούν τα συστήματα κατά τις περιόδους που δεν υπάρχει φυσική παρουσία και κατά τις νυκτερινές ώρες της κατάκλισης.</p>
22	<p>Εγκατάσταση υποδαπέδιου συστήματος θέρμανσης: Τα υποδαπέδια συστήματα θέρμανσης είναι μια ιδιαίτερα καλή εναλλακτική λόγω της υψηλής αποδοτικότητάς τους, της εξοικονόμησης χώρου, των καλύτερων επιπέδων άνεσης που προσφέρουν καθώς και των συνθηκών υγιεινής, σε σχέση με τα συστήματα διανομής αέρα. Στον αντίποδα, το μέσο που χρησιμοποιούν είναι συνήθως νερό κάτι το οποίο μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε περίπτωση διαρροής και γενικότερα σε περίπτωση που απαιτείται επιδιόρθωση η διαδικασία είναι δύσκολη.</p>
23	<p>Χρήση εξοπλισμού πιστοποιημένου από την Energy Star: Ο εξοπλισμός των συστημάτων HVAC (λέβητες, ανεμιστήρες, φούρνοι κλπ) θα πρέπει να είναι ενεργειακά αποδοτικός. Εξοπλισμός ο οποίος έχει πιστοποιημένα υψηλή ενεργειακή απόδοση είναι αυτός που φέρει τη σήμανση της Energy Star και μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση τόσο καυσίμων όσο και ηλεκτρισμού.</p>
24	<p>Κεντρική τοποθέτηση της κεντρικής μονάδας θέρμανσης (λέβητα): Η τοποθέτηση της κεντρικής μονάδας θέρμανσης όπως είναι ο λέβητας θα πρέπει να είναι σε κεντρικό σημείο της κατασκευής. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η απόδοση του συστήματος αφού μεγιστοποιείται η απόδοση του συστήματος διανομής του μέσου θέρμανσης. Με την κεντρική τοποθέτηση του λέβητα, οι διαδρομές που ακολουθεί το μέσο είναι μικρότερες και ευθείες κάτι που μειώνει τις απώλειες. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο μειώνονται και τα υλικά που απαιτούνται για την δημιουργία του συστήματος διανομής.</p>
25	<p>Κατάλληλη μόνωση και στεγανοποίηση των αγωγών μεταφοράς του νερού ή των αεραγωγών για την ελαχιστοποίηση των απωλειών νερού/αέρα και θερμότητας: Ένα μεγάλο ποσοστό των απωλειών των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού οφείλεται στις απώλειες από τους αγωγούς μεταφοράς. Η μόνωση και στεγανοποίηση τους εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοτικότερη λειτουργία των συστημάτων HVAC.</p>
26	<p>Αξιοποίηση τεχνικών φυσικού εξαερισμού: Ο εξαερισμός εκτός από το γεγονός ότι είναι αναγκαίος για λόγους υγιεινής αποτελεί και μια παράμετρο εξοικονόμησης ενέργειας. Όταν υπάρχει πρόνοια για το φυσικό εξαερισμό του κτιρίου, τόσο μέσα από το σχεδιασμό και την τοπογραφία της τοποθεσίας όσο και μέσα από το σχεδιασμό του κτιρίου για την φυσική κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του, τότε τους καλοκαιρινούς ιδίως μήνες μπορούν να εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά ενέργειας τα</p>

	<p>οποία καταναλώνουν τα συστήματα κλιματισμού.</p>
27	<p>Σχεδιασμός για την παθητική αποθήκευση ηλιακής ενέργειας (Trombe wall): Τα συστήματα τοίχου μάζας τοποθετημένα στη νότια κυρίως πλευρά ενός κτιρίου μπορούν να συλλέξουν και να αποθηκεύσουν θερμότητα την οποία μεταδίδουν σταδιακά μέσω αγωγής στο εσωτερικό του κτιρίου. Η αξιοποίηση τέτοιων τεχνικών συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τις ανάγκες θέρμανσης και επιτρέπει στα συστήματα να λειτουργούν σε χαμηλότερους ρυθμούς τις ώρες αιχμής.</p>
28	<p>Υλοποίηση τεχνικών ανάκτησης θερμότητας μέσω του εξαερισμού: Αν και ο εξαερισμός είναι αναγκαίος για τους λόγους υγείας και απαραίτητος κατά τις θερμές περιόδους, εντούτοις ευθύνεται για σημαντικές απώλειες θερμότητας το χειμώνα. Ένας τρόπος να περιοριστούν οι απώλειες αυτές είναι με την ανάκτηση θερμότητας από τον εξερχόμενο αέρα και η μετάδοση της στον ρεύμα αέρα που εισέρχεται στο κτίριο.</p>
<p><i>Θέρμανση νερού</i></p>	
29	<p>Ρύθμιση του θερμοστάτη του θερμοσίφωνα σε χαμηλότερη θερμοκρασία: Οι θερμοστάτες στους θερμοσίφωνα είναι συνήθως ρυθμισμένοι στους 60°C, θερμοκρασία στην οποία παθαίνει κανείς εγκαύματα. Η ρύθμιση του σε χαμηλότερη θερμοκρασία 45-50°C βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας και επίσης συμβάλει στη μεγιστοποίηση του χρόνου ζωής του θερμοσίφωνα, αφού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες υπάρχει μικρότερη απόθεση αλάτων.</p>
30	<p>Μόνωση όλων των αγωγών θερμού νερού: Σημαντικές απώλειες θερμότητας προκύπτουν, όπως και στα συστήματα θέρμανσης χώρου, από τους αγωγούς μεταφοράς του θερμού νερού. Είναι, επομένως, απαραίτητη η θερμομόνωση των αγωγών αυτών ώστε να μπορεί παράλληλα να ρυθμιστεί και ο θερμοστάτης λειτουργίας του θερμοσίφωνα σε χαμηλότερη θερμοκρασία.</p>
31	<p>Μόνωση του θερμοσίφωνα: Εκτός από την θερμομόνωση των αγωγών του θερμού νερού, σημαντικά κέρδη προκύπτουν και από την θερμομόνωση του ίδιου του θερμοσίφωνα. Αν δεν υπάρχουν προκατασκευασμένες φόρμες για τη θερμομόνωση του μπορεί να επενδυθεί με υαλοβάμβακα ο οποίος του εξασφαλίζει επαρκή μόνωση.</p>
32	<p>Εγκατάσταση συνδυασμένου συστήματος παροχής θερμού νερού και θέρμανσης χώρου: Η χρήση συνδυασμένου συστήματος θέρμανσης νερού για άμεση χρήση και για θέρμανση χώρου μπορεί να μειώσει το κόστος εξοπλισμού και παράλληλα να παρέχει θερμό νερό όποτε αυτό απαιτείται (on-demand) κυρίως τους χειμερινούς μήνες κατά τους οποίους το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.</p>
33	<p>Εγκατάσταση συστήματος ανάκτησης θερμότητας από θερμά ρεύματα που οδηγούνται στην αποχέτευση: Σημαντικά ενεργειακά κέρδη μπορούν να προκύψουν από την ανάκτηση θερμότητας από τα ρεύματα θερμού απόβλητου νερού το οποίο</p>

	<p>οδηγείται στους αγωγούς αποχέτευσης. Η ανακτώμενη ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την προθέρμανση του κρύου νερού ελαφρύνοντας το ενεργειακό φορτίο του θερμοσίφωνα.</p>
<p><i>Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</i></p>	
34	<p>Εγκατάσταση ενεργού ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού: Η χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων εδώ και 30 χρόνια σχεδόν έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα αποδοτική και συμφέρουσα για τις ανάγκες των νοικοκυριών και όχι μόνο. Το θερμό νερό μπορεί να αποθηκευτεί, να αξιοποιηθεί για άμεση χρήση, ακόμα και στα συστήματα θέρμανσης χώρου με νερό. Αποτελεί γενικότερα ιδιαίτερα αποδοτική εφαρμογή χαμηλού κόστους.</p>
35	<p>Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πινάκων: Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών. Η εξοικονόμηση καυσίμων, ηλεκτρισμού και γενικότερα συμβατικής ενέργειας είναι προφανής όταν οι κλιματολογικές συνθήκες συνιστούν την εγκατάστασή τους, ωστόσο αυτό που απασχολεί κυρίως είναι το υψηλό κόστος της επένδυσης, το οποίο είναι συχνά αποτρεπτικό.</p>
36	<p>Εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών ή κάλυψη των αναγκών ολόκληρης της κοινότητας από αιολικό πάρκο: Μια άλλη εναλλακτική πηγή ενέργειας είναι η αιολική. Σήμερα, εκτός από τις δυνατότητες δημιουργίας αιολικών πάρκων, που θα μπορούσαν ίσως να καλύψουν τις ανάγκες μιας κοινότητας, είναι διαθέσιμες και μικρές ανεμογεννήτριες που έχουν τη δυνατότητα μερικής κάλυψης των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου. Στην πραγματικότητα όμως δεν μπορούν να καλύψουν ουσιαστικές ανάγκες, έτσι η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε επίπεδο κοινότητας, περιφέρειας ή χώρας.</p>
37	<p>Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας για τη θέρμανση νερού και χώρου: Όταν οι συνθήκες του υπεδάφους το ευνοούν, μπορεί να συμβάλει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου και η γεωθερμική ενέργεια. Λόγω της σχετικής σταθερότητας της θερμοκρασίας του εδάφους, μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο για τις ανάγκες θέρμανσης το χειμώνα όσο και για τις ανάγκες κλιματισμού το καλοκαίρι.</p>
<p><i>Ρύπανση ατμόσφαιρας</i></p>	
38	<p>Χρήση ψυκτικών μέσων στα συστήματα HVAC και τα ψυγεία τα οποία δεν καταστρέφουν το όζον: Μια από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συστημάτων HVAC είναι η χρήση ψυκτικών μέσων τα οποία είναι ιδιαίτερα καταστροφικά για το στρατοσφαιρικό όζον. Η χρήση ψυκτικών τα οποία είναι είτε φυσικά (νερό, αμμωνία) είτε έχουν ηπιότερες επιπτώσεις περιβάλλον όπως και η διασφάλιση της μη διαφυγής τους στην ατμόσφαιρα αποτελούν απαραίτητα χαρακτηριστικά για την οικολογική λειτουργία ενός κτιρίου και του εξοπλισμού του.</p>

ΥΓΙΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Ποιότητα εσωτερικού αέρα

1	<p>Χρήση υλικών με χαμηλές εκπομπές VOC (μπογιές, βερνίκια, κόλλες, χαλιά, μονωτικά υλικά, συνθετικό ξύλο κλπ): Για τον ουσιαστικό περιορισμό των ρυπογόνων ουσιών του εσωτερικού αέρα είναι, πριν από οτιδήποτε άλλο, απαραίτητη η ελαχιστοποίηση των πηγών εκπομπής τους. Τέτοιες πηγές πτητικών οργανικών ουσιών αποτελούν οι μπογιές, τα βερνίκια κ.λπ. και επομένως θα πρέπει να γίνει επιλογή και χρήση προϊόντων με μηδενικές ή χαμηλές εκπομπές.</p>
2	<p>Σχεδιασμός και εγκατάσταση συνολικού συστήματος εξαερισμού (whole building ventilation system – ASHRAE standard 62.2 – 2003): Καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα παίζει ο εξαερισμός του. Η αμερικάνικη ASHRAE προτείνει για το σκοπό αυτό, το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός ενιαίου συστήματος εξαερισμού για ολόκληρο το σπίτι. Οι ρυθμοί εξαερισμού εξαρτώνται από το κτίριο και τα επίπεδα επιβάρυνσης του αέρα και σε κάθε περίπτωση μπορούν να υπολογιστούν.</p>
3	<p>Τοπικός εξαερισμός στην κουζίνα και το μπάνιο (moisture/air contaminants control): Ιδιαίτερα ζημιογόνο για το ίδιο το κτίριο αλλά και για την υγεία των ενοίκων είναι τα αυξημένα επίπεδα υγρασίας. Συνήθεις πηγές υγρασίας αλλά και μικροβιακών οργανισμών αποτελούν η κουζίνα και το μπάνιο, χώροι στους οποίους θα πρέπει να τοποθετηθεί τοπικός εξαερισμός για την επαρκή ανανέωση του αέρα.</p>
4	<p>Εγκατάσταση φίλτρων υψηλής αποδοτικότητας για τον καθαρισμό του αέρα (HEPA): Σε περίπτωση όπου ο εξαερισμός, η θέρμανση και ο κλιματισμός του κτιρίου πραγματοποιείται με συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φίλτρων υψηλής αποδοτικότητας στους αεραγωγούς για τον επαρκή καθαρισμό του αέρα και την απομάκρυνση των επιβλαβών αιωρούμενων σωματιδίων.</p>
5	<p>Εγκατάσταση αισθητήρων μονοξειδίου (CO) και διοξειδίου (CO₂) του άνθρακα οι οποίοι να έχουν αναδραστική σχέση με τα συστήματα εξαερισμού: Υψηλά επίπεδα μονοξειδίου αλλά και διοξειδίου μπορούν να αποβούν θανατηφόρα για τους ενοίκους ενός κτιρίου. Σε σπίτια και σε κτιριακές μονάδες όπως ξενοδοχεία κλπ όπου υπάρχουν χώροι κατάκλισης, θα πρέπει να υπάρχουν αισθητήρες μέτρησης των επιπέδων των ουσιών αυτών, με τη δυνατότητα ειδοποίησης των συστημάτων εξαερισμού σε περίπτωση υπέρβασης των φυσιολογικών ορίων συγκέντρωσης τους.</p>
6	<p>Έλεγχος του καπνού από το κάπνισμα (ETS – Control): Σε εμπορικά και δημόσια κτίρια υπάρχουν ήδη οδηγίες που απαγορεύουν το κάπνισμα σε εσωτερικούς χώρους ή εκτός των ειδικά διαμορφωμένων χώρων. Στις περιπτώσεις τέτοιων κτιρίων είναι υποχρεωτική η δημιουργία ειδικών χώρων για τους καπνιστές και η υιοθέτηση κανονισμών. Η θέσπιση τέτοιων κανόνων και η επιβολή τους δεν είναι βέβαια εφικτή και</p>

	στις ιδιωτικές κατοικίες όπου οι ένοικοι θα πρέπει να αντιληφθούν και να σεβαστούν από μόνοι τους την υγεία των ιδίων αλλά και των γύρω τους.
7	Εγκατάσταση συστήματος απομάκρυνσης του ραδονίου από το υπέδαφος του κτιρίου (αν απαιτείται): Σε περίπτωση που το υπέδαφος κάτω από το κτίριο είναι πλούσιο σε ουράνιο τότε πιθανόν να υπάρχει απελευθέρωση του επικίνδυνου αέριου ραδονίου. Πηγή ραδονίου αποτελούν συχνά και τα κατασκευαστικά υλικά. Αν και δεν υπάρχουν ασφαλή επίπεδα συγκέντρωσης ραδονίου, σε περίπτωση ύπαρξης του υπάρχουν ειδικά συστήματα απομάκρυνσης του και σε συνδυασμό με επαρκή εξαερισμό το πρόβλημα μπορεί να ελαχιστοποιηθεί.
8	Αποσύνδεση του γκαράζ από τους χώρους διαβίωσης: Τα καυσαέρια από τα οχήματα περιέχουν ιδιαίτερα καρκινογόνες ουσίες όπως είναι το βενζόλιο, μονοξειδίο του άνθρακα κ.λπ. Σε περίπτωση που το γκαράζ συγκοινωνεί άμεσα με το κυρίως κτίριο τότε είναι πιθανή η επιβάρυνση του αέρα με τοξικές και καρκινογόνες ουσίες που εκλύονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων. Θα πρέπει επομένως ο χώρος του γκαράζ να είναι αποσυνδεδεμένος από το κυρίως κτίριο.
9	Τακτική και κατάλληλη συντήρηση του εξοπλισμού HVAC, του εξοπλισμού καύσης (φούρνοι μαγειρέματος, λέβητες, εστίες κλπ) και των χώρων του κτιρίου: Μια λειτουργική πρακτική η οποία συμβάλει στην διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα σε υψηλά επίπεδα είναι η τακτική συντήρηση του εξοπλισμού HVAC (λέβητες, αεραγωγοί, φίλτρα κλπ), του εξοπλισμού καύσης (εστίες μαγειρέματος, θερμάστρες γκαζιού ή πετρελαίου) αλλά και των χώρων του κτιρίου για την απομάκρυνση της σκόνης, ειδικά σε περίπτωση ύπαρξης κατοικίδιων.
<i>Θερμική, οπτική και ακουστική άνεση</i>	
10	Επίτευξη θερμικών συνθηκών άνεσης (ASHRAE 55-2004, ISO 7730): Σε ένα κτίριο, ειδικά σε εργασιακούς χώρους είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι κατάλληλες θερμικές συνθήκες, στις οποίες η πλειοψηφία των ενοίκων να νιώθει άνεση. Ο σωστός σχεδιασμός του κελύφους, των συστημάτων HVAC και κάθε παραμέτρου που επηρεάζει τις θερμικές συνθήκες καθορίζουν και την εκπλήρωση του κριτηρίου αυτού.
11	Επίτευξη ελάχιστου συντελεστή ηλιοφάνειας (Daylight Factor) 2% στο 75% όλων των χώρων συχνής δραστηριότητας/διαβίωσης: Οι άνθρωποι περνούν πολύ μεγάλο μέρος του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους. Ο φυσικός φωτισμός καθορίζει και ρυθμίζει το βιολογικό ρολόι καθώς και την ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων. Γενικότερα, μελέτες έδειξαν ότι οι άνθρωποι που βρίσκονται σε σκοτεινότερους χώρους έχουν μικρότερη παραγωγικότητα και δέχονται μεγαλύτερη ψυχολογική επιβάρυνση από το περιβάλλον τους.
12	Χρήση εξοπλισμού χαμηλού θορύβου: Ένα υγιές περιβάλλον, είτε πρόκειται για εργασιακό είτε ιδιωτικό, καθορίζεται και από την ποιότητα του ακουστικού

	<p>περιβάλλοντος. Είναι προφανές ότι ο θόρυβος ελαττώνει την άνεση και προκαλεί δυσφορία στους ανθρώπους, επομένως ο εξοπλισμός ο οποίος λειτουργεί σε ένα εσωτερικό χώρο θα πρέπει να επιλέγεται ώστε να είναι όσο το δυνατό λιγότερο θορυβώδης.</p>
13	<p>Τοποθέτηση του θορυβώδους μηχανικού εξοπλισμού, εξοπλισμού γραφείου και δραστηριοτήτων μακριά από χώρους ευαίσθητους στο θόρυβο: Στις περιπτώσεις όπου η λειτουργία θορυβώδους εξοπλισμού είναι αναπόφευκτη, ο εξοπλισμός αυτός θα πρέπει να τοποθετείται μακριά από χώρους στους οποίους η δραστηριότητες είναι ευαίσθητες στο θόρυβο και αν είναι δυνατό να τοποθετείται σε ειδικά δωμάτια (πχ πλυντήριο ρούχων, φωτοτυπικές μηχανές, εκτυπωτές κλπ)</p>
14	<p>Ηχομόνωση των τοίχων και ταβανιών: Ένα καλό ακουστικό περιβάλλον δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την καλή ηχομόνωση των τοίχων για την αποφυγή της διάδοσης των δονήσεων και του θορύβου τόσο εντός του κτιρίου όσο και έξω από αυτό.</p>

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ (ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ)

Μείωση της ποσότητας υλικών και της παραγωγής αποβλήτων

1	<p>Χρήση προκατασκευασμένων κατασκευαστικών εφαρμογών: Με τη χρήση προκατασκευασμένων εφαρμογών εξοικονομούνται πρώτες ύλες και επιπλέον δεν παράγονται απόβλητα από τη διαδικασία κατασκευής των εφαρμογών.</p>
2	<p>Χρήση επαναχρησιμοποιήσιμων καλουπιών (πχ καλούπια από αλουμίνιο και όχι ξύλινα): Τα ξύλινα καλούπια μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως ίσως και τρεις φορές καθώς φθείρονται και δεν μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν καταλήγοντας στις χωματερές. Από την άλλη τα καλούπια από αλουμίνιο δεν φθείρονται όπως τα ξύλινα, μπορούν να επιδιορθωθούν και να χρησιμοποιηθούν πάρα πολλές φορές, εξοικονομώντας έτσι πρώτες ύλες ξυλείας.</p>
3	<p>Χρήση εξελιγμένων τεχνικών δημιουργίας πλαισίων για την εξοικονόμηση ξυλείας: Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας πλαισίων με τη χρήση λιγότερης ποσότητας ξύλου χωρίς αυτό να επηρεάζει τη δομική σταθερότητα της κατασκευής. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται και πάλι ξυλεία ελαττώνοντας την επιβάρυνση στα δάση.</p>
4	<p>Χρήση τσιμέντου με περιεχόμενη ανακυκλωμένη ιπτάμενη τέφρα: Η παραγωγή τσιμέντου είναι από τις πιο ενεργοβόρες και ρυπογόνες διεργασίες της βιομηχανίας. Επομένως κάθε πρακτική η οποία συμβάλει στην μικρότερη χρήση τσιμέντου άρα και τη μικρότερη παραγωγή του συμβάλει ουσιαστικά στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της τσιμεντοβιομηχανίας. Ένας αποδοτικός τρόπος είναι η χρήση μείγματος τσιμέντου με ιπτάμενη τέφρα όπου υπάρχει η δυνατότητα να αντικαταστήσει έως και το 30% του τσιμέντου.</p>

Ανανεώσιμα υλικά

5	<p>Χρήση ξύλου από ανανεώσιμη υλοτομία (πχ bamboo): Το bamboo μπορεί να θεωρηθεί ανανεώσιμη υλοτομία αφού μέσα σε πέντε (5) χρόνια από τη συγκομιδή του μπορεί να δώσει και πάλι ξυλεία. Με τη χρήση τέτοιου είδους ξυλείας συμβάλει κανείς στην συντήρηση των δασών και γενικά στο να παραμείνει αναλλοίωτο το φυσικό περιβάλλον.</p>
6	<p>Χρήση πιστοποιημένου ξύλου από βιώσιμη υλοτομία: Έχει αρχίσει μια προσπάθεια διαχείρισης της υλοτομίας ώστε να προφυλαχτούν τα δάση από την υπερυλοτόμησή τους. Η φιλοσοφία είναι η υλοτόμηση να μην διαταράσσει το οικοσύστημα, να μην αφαιρεί τη δυνατότητα αυτοανανέωσης του δάσους, να μην προκαλείται διάβρωση του εδάφους και αλλοίωση του υδροφόρου ορίζοντα. Τέτοιου είδους υλοτομία έχει αρχίσει να εφαρμόζεται σήμερα και γίνονται προσπάθειες να πιστοποιείται η ξυλεία που προέρχεται από τέτοιες διαδικασίες. Η χρήση επομένως τέτοιας πιστοποιημένης ξυλείας συμβάλλει με τη σειρά της στην προστασία των ευαίσθητων και πολύτιμων δασικών οικοσυστημάτων.</p>

Τοπικά υλικά και προϊόντα

7	<p>Χρήση τοπικής ξυλείας</p>
8	<p>Χρήση τοπικά παραγόμενου τούβλου</p>
9	<p>Χρήση εγχώριων πετρωμάτων</p> <p>Η τοπική ξυλεία, το τοπικό τούβλο και πετρώματα και γενικότερα οι τοπικές πρώτες ύλες εκτός από το γεγονός ότι ενισχύουν την τοπική και εγχώρια οικονομική δραστηριότητα, έχουν μικρότερη ενσωματωμένη ενέργεια σε σχέση με πρώτες ύλες οι οποίες έχουν ταξιδέψει χιλιάδες χιλιόμετρα μέχρι τον τελικό προορισμό τους. Αυτό σημαίνει ότι η συνολική επιβάρυνση στο περιβάλλον από τη χρήση τοπικών πρώτων υλών είναι μικρότερη σε σχέση με πρώτες ύλες που έχουν εισαχθεί από το εξωτερικό.</p>

Υλικά με ανακυκλωμένο περιεχόμενο

10	<p>Χρήση ανακυκλωμένων κατασκευαστικών υλικών ή με ανακυκλωμένο περιεχόμενο: Τα ανακυκλωμένα κατασκευαστικά συμβάλουν καταρχήν στην εξοικονόμηση πρώτων υλών, εκτρέπουν τα απόβλητα από τους χώρους τελικής διάθεσης και τέλος έχουν και χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια, ειδικά τα ανακυκλωμένα μέταλλα όπως το αλουμίνιο και το ασάλι.</p>
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Επαναχρησιμοποίηση υλικών

11	<p>Επαναχρησιμοποίηση ανακτημένων υλικών από αποσυναρμολόγηση άλλων κτιρίων: Όπως και η χρήση ανακυκλωμένων κατασκευαστικών υλικών, έτσι και η επαναχρησιμοποίηση ανακτημένων υλικών συμβάλει στην συντήρηση των φυσικών διαθεσίμων και στην εκτροπή των αποβλήτων από τους χώρους τελικής διάθεσης.</p>
12	<p>Χρήση ανθεκτικών υλικών: Η μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη</p>

	<p>χρήση υλικών με μεγάλη ανθεκτικότητα έγκειται στην ελαχιστοποίηση της συντήρησης τους ή των αναγκών αντικατάστασης τους και επιπλέον στη δυνατότητα τους να επαναχρησιμοποιηθούν.</p>
13	<p>Σχεδιασμός ώστε να είναι δυνατή η αποσυναρμολόγηση του κτιρίου στο τέλος του κύκλου ζωής του (ανάκτηση υλικών): Στο τέλος του κύκλου ζωής τους τα περισσότερα κτίρια κατεδαφίζονται και λίγα είναι αυτά που μπορούν να ανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς την επανεπεξεργασία τους. Αντί αυτού μπορεί να ληφθεί πρόνοια κατά την κατασκευή του κτιρίου ώστε όσο το δυνατό περισσότερες εφαρμογές να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν χωρίς να καταστρέφονται για να επαναχρησιμοποιηθούν.</p>
<p><i>Ανακύκλωση υλικών κατά την κατασκευή/κατεδάφιση</i></p>	
14	<p>Σχεδιασμός και υλοποίηση προγράμματος επιτόπου ανάκτησης υλικών κατά την κατασκευή ή την κατεδάφιση: Είναι σημαντικό κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή της κατεδάφισης ενός κτιρίου να υπάρχει ένας σχεδιασμός για την ανάκτηση υλικών. Σε ένα τέτοιο σχεδιασμό θα πρέπει να υπάρχουν σαφείς οδηγίες για την επιτόπου διαλογή των παραγόμενων αποβλήτων και να υπάρχουν τοποθετημένοι κατάλληλοι κάδοι για τη συλλογή τους.</p>
15	<p>Επιτόπου διαχωρισμός των αποβλήτων κατά τύπο (μέταλλο, ξύλο, πλαστικό, γυαλί κλπ) για την ανακύκλωση τους σε εξωτερικές μονάδες: Για να μπορούν εύκολα να διαχειριστούν από μονάδες ανακύκλωσης ή να επαναχρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή τα απόβλητα θα πρέπει όχι απλώς να συλλέγονται σε ειδικούς κάδους αλλά να διαχωρίζονται ανά τύπο υλικού.</p>
16	<p>Επιτόπου ανακύκλωση κατασκευαστικών αποβλήτων (π.χ. μηχανές άλεσης): Υπάρχει η δυνατότητα να ανακυκλώνονται επιτόπου τα απόβλητα με τη χρήση μηχανών άλεσης (grinder) και να επαναχρησιμοποιηθούν επιτόπου στην ίδια την κατασκευή ως προσθετικό υλικό στο έδαφος για τον έλεγχο των διαβρώσεων, ως επίστρωση βάσης στην οδοποιία κ.λπ. Τέτοιες μηχανές άλεσης έχουν τη δυνατότητα να διαχειριστούν τούβλα, κεραμίδια, υαλοβάμβακα, ξύλο, χαρτί κλπ μετατρέποντας τα απόβλητα σε πολύτιμα διαθέσιμα στο χώρο της κατασκευής.</p>

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Μείωση ποσότητας νερού

1	<p>Εγκατάσταση βρυσών χαμηλής ροής στην κουζίνα, το μπάνιο και το ντους (aerating taps): Ο ουσιαστικότερος τρόπος για τη συντήρηση των εξαντλούμενων υδατικών διαθεσίμων είναι καταρχήν η μείωση της ποσότητας που χρησιμοποιείται. Στο πλαίσιο της φιλοσοφίας αυτής μπορούν να εγκατασταθούν βρύσες χαμηλής ροής με αεριοποιητή με τη βοήθεια του οποίου δίνεται η αίσθηση της ίδιας ροής νερού με μικρότερη ποσότητα.</p>
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2	<p>Εγκατάσταση τουαλετών dual-flush ή ουρητήρια χωρίς νερό (κυρίως για εμπορικά κτίρια): Η τουαλέτες καλύπτουν περίπου το 35-40% της κατανάλωσης νερού σε ένα κτίριο. Με την εγκατάσταση dual-flush ή ουρητηρίων χωρίς νερό είναι δυνατή η εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων νερού, το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι πόσιμο.</p>
3	<p>Χρήση ντουζιέρας αντί μπανιέρας: Η χρήση της ντουζιέρας είναι γενικότερα πιο οικονομική σε νερό σε σχέση με τη μπανιέρα η οποία έχει τη δυνατότητα πλήρωσης με νερό. Μια ντουζιέρα μπορεί να καταναλώσει το 1/3 της ποσότητας νερού που καταναλώνει μια μπανιέρα. Αυτό είναι βέβαια εντελώς σχετικό αφού εναπόκειται στον τρόπο χρήσης.</p>
4	<p>Χρήση πλυντηρίου ρούχων οριζόντιου άξονα (front loading): Τα πλυντήρια ρούχων οριζόντιου άξονα καταναλώνουν μικρότερες ποσότητες νερού σε σχέση με αυτά στα οποία το φορτίο τοποθετείται από το επάνω μέρος. Επομένως, λόγω της πολύ συχνής χρήσης του εξοπλισμού αυτού σε ένα νοικοκυριό η εξοικονόμηση μπορεί να είναι σημαντική από την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού.</p>
5	<p>Χρήση πλυντηρίου πιάτων υψηλής απόδοσης: Η χρήση πλυντηρίων πιάτων για την πλύση τους καταναλώνει μικρότερες ποσότητες νερού σε σύγκριση με την πλύση στον νεροχύτη, όταν αναφερόμαστε στην ίδια ποσότητα πιάτων. Και πάλι όμως, η εξοικονόμηση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της συσκευής. Αν το πλυντήριο λειτουργείται μόνο όταν είναι πλήρες τότε μπορεί να γίνει εξοικονόμηση νερού, αφού περιορίζεται η συχνότητα χρήσης του άρα και η κατανάλωση νερού.</p>

Διαχείριση νερού

6	<p>Συχνή συντήρηση των υδραυλικών για την ελαχιστοποίηση των διαρροών: Οι απώλειες νερού παγκοσμίως από διαρροές είναι τεράστιες. Η σωστή και τακτική συντήρηση των υδραυλικών μιας εγκατάστασης μπορεί να προλάβει την ύπαρξη διαρροών και να συμβάλλει έτσι στην εξοικονόμηση νερού.</p>
7	<p>Παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού για τον εντοπισμό πιθανών διαρροών: Οι διαρροές συχνά δεν εντοπίζονται από την παρατήρηση και συντήρηση των συστημάτων διανομής του νερού, οπότε θα πρέπει να υπάρχει συνεχής παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού ώστε να μπορούν να εντοπιστούν έμμεσα πιθανές διαρροές.</p>

Ανακύκλωση/Επαναχρησιμοποίηση απόβλητων ρευμάτων νερού

8	<p>Εγκατάσταση διπλών υδραυλικών (dual plumbing) για το διαχωρισμό των ρευμάτων grey water από τα ρεύματα black water: Το grey water δεν είναι ιδιαίτερα επιβλαβές νερό και μπορεί να αξιοποιηθεί εύκολα. Για να είναι δυνατή όμως η αξιοποίηση του θα πρέπει τα ρεύματα grey water να διαχωριστούν από τα ρεύματα black water (τουαλέτες, πλυντήριο πιάτων). Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ληφθεί</p>
---	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>πρόνοια για την εγκατάσταση διπλών υδραυλικών κατά την κατασκευή του κτιρίου.</p>
9	<p>Εγκατάσταση επιτόπου επεξεργασίας του grey water: Η επιτόπου επεξεργασία του grey water ελαφρύνει το φορτίο των μεγάλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και επιπλέον δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης του επεξεργασμένου νερού για τις ανάγκες του κτιρίου. Βέβαια μια τέτοια εγκατάσταση θα πρέπει να λειτουργεί με πολύ αυστηρές προδιαγραφές ώστε να μην θέτει σε κίνδυνο την υγεία των ενοίκων.</p>
10	<p>Χρήση ανακυκλωμένου grey water για τις ανάγκες της τουαλέτας ή για σκοπούς άρδευσης: Το επεξεργασμένο νερό μπορεί κυρίως να καλύψει τις ανάγκες νερού στις τουαλέτες, όπου δεν απαιτείται η χρήση πόσιμου νερού, αλλά και να καλύψει ανάγκες άρδευσης της εξωτερικής βλάστησης κλπ.</p>
<p><i>Συλλογή και αξιοποίηση όμβριων υδάτων</i></p>	
11	<p>Εκτροπή των όμβριων υδάτων από την είσοδο τους στους υπονόμους και προσανατολισμός τους προς το φυσικό περιβάλλον και τις φυσικές τους διαδρομές: Με τη συλλογή των όμβριων υδάτων μειώνονται οι επιφανειακές απορροές και οι διαβρωτικές τους ιδιότητες, και επιπλέον η εκτροπή τους από τους υπονόμους προστατεύει τους τελικούς υδάτινους αποδέκτες από το να δεχτούν το μολυσμένο νερό των υπονόμων. Παράλληλα, προσανατολίζοντας το νερό προς τις φυσικές του διαδρομές εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας και διατηρούνται ζωντανά τα οικοσυστήματα.</p>
12	<p>Εγκατάσταση συστήματος συλλογής και αποθήκευσης όμβριων υδάτων: Ένα σύστημα συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού περιλαμβάνει τη διαμόρφωση της οροφής για τη συλλογή του νερού, το φιλτράρισμα, την αποθήκευση και την διανομή του νερού αυτού στους χώρους όπου θα αξιοποιηθεί.</p>
13	<p>Χρήση βρόχινου νερού για μη πόσιμες οικιακές χρήσεις (τουαλέτες, άρδευση κ.λπ.): Το νερό της βροχής, όπως και το επεξεργασμένο grey water, μπορεί να αξιοποιηθεί σε μη πόσιμες χρήσεις όπως οι τουαλέτες και η άρδευση. Με την εγκατάσταση των κατάλληλων υδραυλικών συστημάτων, σε χώρες με υψηλά επίπεδα βροχόπτωσης, μπορούν να καλυφθούν σε μεγάλο βαθμό οι ανάγκες νερού στις τουαλέτες.</p>
14	<p>Κατάλληλη συντήρηση του αποθηκευμένου βρόχινου νερού: Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού είναι απαραίτητο να συντηρείται τακτικά για την αποφυγή δημιουργία άλγεων ή να αποτελέσει εστία αναπαραγωγής κουνουπιών.</p>
15	<p>Τοποθέτηση κατάλληλου υλικού στην οροφή του κτιρίου για την συλλογή των όμβριων υδάτων: Σε περίπτωση εγκατάστασης συστήματος συλλογής και αξιοποίησης του βρόχινου νερού, το υλικό της οροφής θα πρέπει να επιλεγεί ώστε να μην εκροφούνται από αυτό ουσίες και στοιχεία τα οποία μπορούν να μολύνουν το νερό το οποίο συλλέγεται.</p>

Τα οικονομικά κριτήρια περιλαμβάνουν το όφελος της κατασκευής στην τοπική οικονομία, την αποδοτικότητα και την προσαρμοστικότητα του κτιρίου, καθώς και τα λειτουργικά και πάγια κόστη που συνδέονται με αυτό. Μετά τον καθορισμό των κριτηρίων και των υποκριτηρίων, απαιτείται η απόδοση βάρους για καθένα από αυτά, καθώς ανάλογα με τη θέση του κτιρίου, τη χρήση του και τις εκάστοτε ανάγκες και απαιτήσεις (π.χ. κοινωνικές, οικονομικές, νομοθετικές) κάποιοι παράμετροι είναι δυνατό να είναι πολύ πιο σημαντικοί από τους υπόλοιπους κατά την αξιολόγηση του. Η στάθμιση αυτή των κριτηρίων γίνεται με βάση το εύρος των επιπτώσεων στο χώρο (τοπικές, εθνικές ή περιφερειακές, παγκόσμιες), το επίπεδο επικινδυνότητας τους (χαμηλή, μεσαία, υψηλή) και τη διάρκεια τους (ως 10 χρόνια, 10-50 έτη, παραπάνω από 50 χρόνια). Με βάση μια ποιοτική κλίμακα αξιολόγησης τριών επιπέδων, κάθε παράμετρος από τις παραπάνω λαμβάνει τιμή 1, 2, ή 3. Για παράδειγμα, η παράμετρος της χωρικής έκτασης των επιπτώσεων μπορεί να λάβει την βαθμολογία 1 όταν οι επιπτώσεις εκτιμάται ότι είναι τοπικής κλίμακας (περιορίζονται δηλαδή στον χώρο κατασκευής), 2 όταν είναι σε εθνική ή περιφερειακή κλίμακα και 3 όταν οι επιπτώσεις είναι παγκόσμιες. Ένα άλλο κριτήριο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η ένταση των επιπτώσεων. Η ένταση των επιπτώσεων τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία βαθμολογείται με 1 όταν θεωρούνται μικρές ή έμμεσες, με 2 όταν θεωρούνται μέτριες και με 3 όταν είναι άμεσες ή έντονες. Σχετικά με τη διάρκεια των επιπτώσεων, αν αυτή είναι από 0-10 χρόνια λαμβάνει την τιμή 1, αν είναι από 10-50 την τιμή 2 και από 50 και άνω την τιμή 3.

Έχοντας συγκεντρώσει τα κριτήρια σχεδιασμού και αξιολόγησης, από την ανάλυση που έχει προηγηθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, προχωράμε στην απόδοση βαρών και βαθμολογιών. Καταρχήν, θα πρέπει να αποδοθούν βάρη στις ομάδες κριτηρίων με βάση τα τρία κριτήρια που επιλέχθηκαν (χωρική έκταση, ένταση των επιπτώσεων και χρονική διάρκεια τους) όπως παρουσιάζεται στο πιο κάτω σχήμα.

	Spatial extent of impact 2=national or regional	Intensity of effect 2=moderate, 1=low	Duration of effect 10 yr, 1 for < 10y	Intermediate	
1					
2	2	2	2	8	Siting
3					
4	2	2	3	12	Brown field development (land use)
5	2	1	2	4	Access to public transportation and alternative transportation means
6	2	2	2	8	Conservation of native vegetation during construction (erosion control)
7	2	1	2	4	Minimize site disturbance (clearing and soil movement) - restoration of disturbed soil and vegetation
8	3	2	1	6	Minimize impervious surfaces (reduced runoff)
9	2	2	1	4	Construction must not divert water runoff from its natural paths
10	2	2	1	4	Prevent soil and air pollution during construction process
11	2	3	1	6	Reduce reflective surfaces and use shading technics (native vegetation) to minimize heat island effect
12					
13	3	3	2	18	Energy & Atmospheric pollution

Σχήμα III-6. Απόδοση βαρών στις ομάδες κριτηρίων.

Η βαθμολογία της κάθε ομάδας, όπως για παράδειγμα του *Siting* που βαθμολογείται εδώ με 2 στη χωρική κλίμακα, την ένταση και τη διάρκεια, πολλαπλασιάζονται δίνοντας ένα ενδιάμεσο αριθμό, 8 στην προκειμένη περίπτωση. Η βαθμολόγηση γίνεται και για τις πέντε ομάδες κριτηρίων (*Siting*, *Energy*, *H&S*, *Resources*, *Water*) και τα γινόμενα της κάθε ομάδας αθροίζονται. Διαιρώντας τώρα το γινόμενο της κάθε ομάδας με το άθροισμα των γινομένων προκύπτει το ποσοστό συμμετοχής ή βάρος κάθε ομάδας κριτηρίων.

Spatial ex- tension 2=normal	Intensity 2=moderate	Duration 10 yr. 1 for	Inter-	Criteria	Weight	Score	Criterion
2	2	2	8	Siting	14%	112	
2	2	3	12	Brown field development (land use)			
2	1	2	4	Access to public transportation and alternative transportation me			
2	2	2	8	Conservation of native vegetation during construction (erosion co			
2	1	2	4	Minimize site disturbance (clearing and soil movement) - restor			
3	2	1	6	Minimize impervious surfaces (reduced runoff)			
2	2	1	4	Construction must not divert water runoff from it's natural paths			
2	2	1	4	Prevent soil and air pollution during construction process			
2	3	1	6	Reduce reflective surfaces and use shading technics (native vegeta			
3	3	2	18	Energy & Atmospheric pollution	31%	648	

Σχήμα III-7. Ενδιάμεσος υπολογισμός και συνολικό βάρος ομάδας κριτηρίων.

Στη συνέχεια αποδίδονται βάρη ή ποσοστά συμμετοχής στις υποομάδες κριτηρίων, αν αυτό κρίνεται αναγκαίο λόγω σημαντικών διαφοροποιήσεων στη σημαντικότητα ή τη συμμετοχή των υποομάδων.

Το 3^ο βήμα είναι η απόδοση βαρών στα κριτήρια τα οποία συνθέτουν τις ομάδες και υποομάδες κριτηρίων βάση και πάλι των τριών κριτηρίων απόδοσης βάρους. Όπως περιγράφηκε και πιο πάνω, πολλαπλασιάζοντας τη βαθμολογία των κριτηρίων προκύπτει για κάθε κριτήριο ένα ενδιάμεσο γινόμενο.

14							
15							
16	12			8%	2	2	
17	6			50%	50	30	
18	6			25%	25	20	
19				25%	25	20	
20							
21	6			12%	4	2	
22	6			10%	10	10	
23	6			10%	10	0	
24	12			10%	10	10	
25	12			20%	20	15	
26	6			20%	20	20	
27	12			10%	10	10	
28				20%	20	0	
29							
30	6			5%	2	1	
31	6			33%	33	33	
32	6			33%	33	0	
33				33%	33	33	
34							
35	12			15%	5	3	
36	12			20%	20	20	
37	12			20%	20	0	
38	12			20%	20	0	
39	12			20%	20	20	
40	12			20%	20	20	

Σχήμα III-8. Απόδοση βαρών στις υποομάδες κριτηρίων.

Σε κάθε υποομάδα αθροίζονται τα γινόμενα αυτά και διαιρώντας το κάθε γινόμενο με το άθροισμα των γινομένων προκύπτει το βάρος του κάθε κριτηρίου (σε μορφή ποσοστού) σε σχέση με τα υπόλοιπα κριτήρια της ίδιας υποομάδας.

	A	B	C	D	E	F	G
67	3	3	3	27	Use of non-ozone-depleting refrigerants in HVAC&R equipment		100%
68							
69	1	3	3	9	Health and Safety		15%
70							
71					Indoor Air Quality		75%
72	1	3	2	6	Use low VOCs-emitting materials (paints, finishings, adhesives, carpets, insulation, synthetic wood)		15%
73	1	2	2	4	Design and install a whole building ventilation system (ASHRAE standard 62.2 – 2003)		10%
74	1	3	2	6	Spot ventilation in kitchen & bathrooms (moisture/air contaminants control)		15%
75	1	1	2	2	Install High Efficiency Particulate Air Filters (HEPA)		5%
76	1	3	2	6	Install carbon monoxide (CO) and dioxide (CO2) monitoring system that provides feedback on space ventilation performance		15%
77	1	2	2	4	Regular and proper maintenance of HVAC equipment, combustion equipment (stoves, boiler, furnace etc) and building		10%
78	1	3	1	3	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		7%
79	1	3	2	6	Install soil suction radon reduction system (if required)		15%
80	1	2	2	4	Garage detached from all living areas		10%

Σχήμα III-9. Απόδοση βαρών στα κριτήρια.

Έχοντας αποδώσει σε κάθε κριτήριο το βάρος που του αναλογεί, η βαθμολογία του κάθε κριτηρίου αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό σε κάθε ομάδα ή υποομάδα όπως είπαμε. Τα ποσοστά αυτά ανάγονται σε αριθμό πόντων (credit), που αντιπροσωπεύουν το μέγιστο αριθμό πόντων που μπορεί να επιτύχει ένα κριτήριο, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Building Design and Assessment Tool					Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired
2	Siting					14%		14	10
3									
4	Brown field development (land use)					25%	25	15	
5	Access to public transportation and alternative transportation means					8%	8	8	
6	Conservation of native vegetation during construction (erosion control)					17%	17	12	
7	Minimize site disturbance (clearing and soil movement) - restoration of disturbed					8%	8	8	
8	Minimize impervious surfaces (reduced runoff)					13%	13	10	
9	Construction must not divert water runoff from its natural paths					8%	8	8	
10	Prevent soil and air pollution during construction process					8%	8	4	
11	Reduce reflective surfaces and use shading techniques (native vegetation) to minimize heat island effect in urban areas					13%	13	11	
12									

Σχήμα III-10. Μέγιστος αριθμός πόντων που μπορεί να επιτύχει ένα κριτήριο.

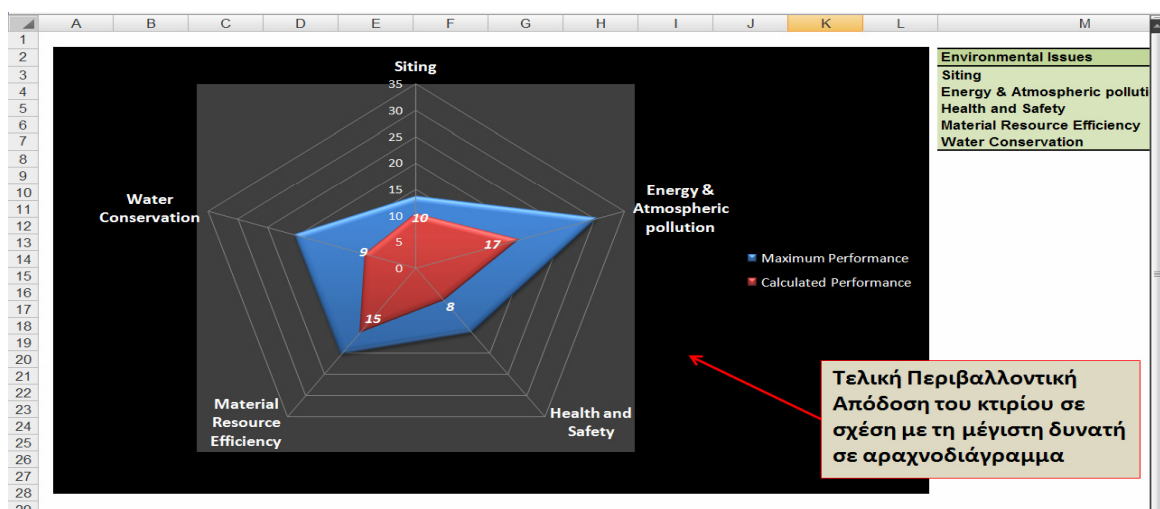
Τα κριτήρια έχουν διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η βαθμολογία τους να είναι «θετική». Δηλαδή, βαθμολογούνται στο βαθμό πλήρωσης του κριτηρίου όπως αναγράφεται. Για παράδειγμα, το *Brown field development* είναι η καλύτερη δυνατή περίπτωση χρήσης γης για μια κατασκευή και βαθμολογείται με τη μέγιστη βαθμολογία. Όσο αποκλίνει το είδος της γης

από αυτό, βαθμολογείται λιγότερο, με χειρότερη βαθμολογία τη μηδενική όταν η κατασκευή υλοποιείται σε δασική γη. Έχοντας υπόψη τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία που μπορεί να επιτύχει ένα κριτήριο, ο αξιολογητής μπορεί να αποδώσει την κατάλληλη βαθμολογία στο κάθε κριτήριο. Σε πολλές περιπτώσεις, τα κριτήρια είτε πληρούνται είτε όχι, οπότε είτε βαθμολογούνται με τη μέγιστη βαθμολογία είτε με μηδενική. Η βαθμολογία των κριτηρίων κάθε ομάδας ή υποομάδας ανάγεται στο ποσοστό συμμετοχής της ομάδας ή υποομάδας ώστε να προκύψει μια τελική απόδοση της κάθε ομάδας συνολικά.

Building Design and Assessment Tool			Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired
Siting			14%		14	10
3	12	Brown field development (land use)	25%	25	15	
2	4	Access to public transportation and alternative transportation means	8%	8	8	
2	8	Conservation of native vegetation during construction (erosion control)	17%	17	12	
2	4	Minimize site disturbance (clearing and soil movement) - restoration of disturbed soil and vegetation	8%	8	8	
1	6	Minimize impervious surfaces (reduced runoff)	13%	13	10	
1	4	Construction must not divert water runoff from it's natural paths	8%	8	8	
1	4	Prevent soil and air pollution during construction process	8%	8	4	
1	6	Reduce reflective surfaces and use shading technics (native vegetation) to minimize heat island effect in urban areas	13%	13	11	
Energy & Atmospheric pollution			31%		31	17
Site Design & Building Orientation			8%		2	2
2	12	Building orientation to take advantage of solar energy (south orientation)	50%	50	30	
1	6	Site design to take advantage of solar and topographic conditions (natural ventilation)	25%	25	20	
1	6	Construction designed for use of passive solar technics (thermal mass)	25%	25	20	

Σχήμα III-11. Απόδοση βαθμολογίας στα κριτήρια.

Τέλος, η υπολογισμένη περιβαλλοντική απόδοση των πέντε (5) κύριων ομάδων κριτηρίων της κατασκευής παρουσιάζεται σε ένα αραχνοδιάγραμμα (spider chart), σε αντιπαραβολή με τη μέγιστη δυνατή απόδοση όπως αυτή έχει προκύψει από τη παραπάνω διαδικασία. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον σχεδιαστή ή αξιολογητή ή την ομάδα αυτών να αποφασίσει αν κατά πόσο είναι αποδεκτή ή όχι η περιβαλλοντική απόδοση της κατασκευής και να προχωρήσει είτε σε διορθωτικές επεμβάσεις είτε σε τροποποίηση του σχεδιασμού.



Σχήμα III-12. Περιβαλλοντική Απόδοση κατασκευής σε αραχνοδιάγραμμα.

IV. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ SUSCON

IV.1 Μεθοδολογία και Ερωτηματολόγια

Το εργαλείο που έχει αναπτυχθεί για την αξιολόγηση κτιρίων στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON εφαρμόστηκε για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης:

- της βιβλιοθήκης,
- των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών του Ε.Μ.Π., που βρίσκονται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είχε ως εξής:

3. Συμπλήρωση ερωτηματολογίου για την περιβαλλοντική αξιολόγηση κτηρίων, το οποίο έχει αναπτυχθεί για τον διαγωνισμό αιεφόρου κατασκευής στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON, για την συγκέντρωση βασικών στοιχείων για τα κτίρια υπό μελέτη.
4. Εφαρμογή του εργαλείου στη συνέχεια βάσει της πληροφορίας που συλλέχθηκε στο πρώτο βήμα.

Και στα δύο αυτά βήματα καθοριστική ήταν η βοήθεια της Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών του Ε.Μ.Π.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει επτά μέρη και καταλαμβάνει συνολικά έντεκα σελίδες. Το πρώτο μέρος αφορά γενικά στατιστικά στοιχεία και στοιχεία για το είδος της κατασκευής. Τα έξι επόμενα μέρη του ερωτηματολογίου περιλαμβάνουν ερωτήσεις για την περιβαλλοντική και οικονομική αξιολόγηση του έργου. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση χωρίζεται σε πέντε υποκατηγορίες ερωτήσεων που αφορούν τη Χρήση Γης και τη Χωροθέτηση, την Ενεργειακή Αποδοτικότητα, την Υγεία και Ασφάλεια, την Αποδοτική αξιοποίηση των Πρώτων Υλών και την Προστασία των Υδάτινων πόρων. Η Οικονομική αξιολόγηση του έργου περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν την συνεισφορά στην Τοπική Οικονομία, την Αποδοτικότητα και την Προσαρμοστικότητα του κτηρίου καθώς και στοιχεία για τα Λειτουργικά και Πάγια κόστη του έργου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δύο ερωτηματολόγια συμπληρωμένα και για τις δύο περιπτώσεις κτιρίων που μελετήθηκαν.

Ερωτηματολόγιο 1^ο: Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Μέρος 1^ο: Γενικά στοιχεία

1. Είδος και Εμβαδόν του Κτηρίου: Βιβλιοθήκη 8.346,99 m² Δομή
3.699,95 m² καθ' ύψος
2. Έτος ολοκλήρωσης:
3. Περιοχή ανέγερσης: Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου
4. Είδος φορέα: Ν.Π.Δ.Δ.
5. Επωνυμία φορέα: Ε.Μ.Π.
 Διεύθυνση: Ηρώων Πόλη Αρ. 9 Τ.Κ.
 Δήμος: ΖΩΓΡΑΦΟΥ Νομός: ΑΤΤΙΚΗΣ
6. Υπεύθυνος ερωτηματολογίου: Μαρία Χλωρο
 Τηλέφωνο: 210 772 200 8 Fax: 210 772 1893
 Email: m.chlorou@central.ntua.gr

Χαρακτηρισμός περιοχής

Παράκτια Ορεινή Πεδινή

7. Είδος κτηρίου:
- Μονοκατοικία
 - Πολυκατοικία
 - Σχολείο
 - Γραφεία
 - Εμπορικό κτήριο
 - Δημόσιο κτήριο
 - Κτήριο για Βιομηχανική χρήση
 - Άλλο (Περιγραφή)

Σύντομη Περιγραφή

Είναι κτίριο με συνολικό από 0.2. Έχει φασαγείο η δύο ορόφους η έναν πύργο (βιβλιοθήκη) με 4 επιπέδων ορόφους

Είναι η κεντρική βιβλιοθήκη του ΕΜΠ έχει κτίο από τα βιβλιοθήκη γραφεία, αναγνωστήριο η χώρο Πολυτέλων (αμφιθέατρο)

Μέρος 2^ο : Χρήση γης και Χωροθέτηση της κατασκευής

1. α) Η κατασκευή έχει ανεγερθεί σε περιοχή, η οποία είναι:

- Αστική
- Γεωργική
- Δασική
- Άλλο:.....

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

β) Ο χώρος, στον οποίο έχει κατασκευαστεί το κτήριο, έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν;

Ναι Όχι

2. Το πλησιέστερο σημείο πρόσβασης σε μέσα μαζικής μεταφοράς απέχει:

$\leq 500 m$ $1 km$ $\geq 2 km$ Δεν υπάρχει πρόσβαση

3. Υπήρχε τοπική βλάστηση στο χώρο της κατασκευής;

Ναι Όχι

4. Αν ναι, τι είδους βλάστηση υπήρχε στο χώρο της κατασκευής?

Δέντρα Θάμνοι Άλλο

5. Στην περίπτωση που υπήρχαν δέντρα στο χώρο, πως διαχειρίστηκαν;

Μεταφυτεύθηκαν Παρέμειναν στο χώρο Απομακρύνθηκαν πλήρως

6. Κατά το σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων, έχει υπάρξει πρόβλεψη για τη μείωση των επιφανειακών απορροών?

0% διαπερατές επιφάνειες 1 2 3 4 5 100% διαπερατές επιφάνειες

7. Η κατασκευή επηρεάζει τη φυσική πορεία των επιφανειακών απορροών (ποτάμια, ρέματα);

Ναι Όχι

8. Έχει εφαρμοστεί εξωτερική δενδροφύτευση ή κάποια άλλη τεχνική σκίασης γύρω από την κατασκευή;

Ναι Όχι

Αν έχει εφαρμοστεί κάποια τεχνική σκίασης, αναφέρατε ποια:

Υπάρχει εξωτερικό μεγάλο διάφωρο σε παράθυρα.
Προωτρίνα με κασιγιά ή ηφρίδες.
.....
.....

9. Έχουν εφαρμοστεί τεχνικές ελέγχου της ρύπανσης του αέρα (κυρίως σκόνης) και του εδάφους (διαρροές λιπαντικών και καυσίμων) κατά τις κατασκευαστικές δραστηριότητες;

Ναι

Όχι

Μέρος 3ο : Ενεργειακή Αποδοτικότητα της κατασκευής

10. Ο προσανατολισμός του κτηρίου αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια για φυσικό φωτισμό ή/ και μερική κάλυψη των θερμικών αναγκών;

Ναι

Όχι

11. Αν ναι, ποια από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκε;

- Τοποθέτηση μεγάλων υαλοπινάκων στη νότια πλευρά του κτηρίου
- Σχεδιασμός του εσωτερικού της κατασκευής για την αποθήκευση και διανομή της θερμότητας
- Σχεδιασμός για τον έλεγχο των θερμικών κερδών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες
- Τεχνικές αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού (χρήση αισθητήρων, κατάλληλος σχεδιασμός κλπ)
- Άλλο:

12. Το κτηριακό κέλυφος έχει μονωθεί επαρκώς;

Ναι

Όχι

13. Αν ναι, ποια από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκε?

- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων
- Εγκατάσταση υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (low-e window)
- Μόνωση εξωτερικών τοίχων και οροφής
- Τεχνικές μείωσης διείσδυσης του εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου
- Χρήση υλικών και κατάλληλος σχεδιασμός για μείωση των θερμικών απωλειών από τα ανοίγματα του κτηρίου
- Άλλο.....

14. Έχουν εγκατασταθεί λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης για την κάλυψη των αναγκών τεχνητού φωτισμού στο κτήριο;

0% 1 2 3 4 5 100%

15. Έχουν τοποθετηθεί φωτοκύτταρα ή χρονοδιακόπτες για τον έλεγχο της λειτουργίας του εξωτερικού φωτισμού;

Nai Φωτοκύτταρα Όχι

16. Έχει γίνει διαστασιολόγηση του εξοπλισμού για τις ανάγκες θέρμανσης και κλιματισμού του κτηρίου, με βάση τα αναμενόμενα θερμικά φορτία και τις απώλειες;

Nai Όχι

17. Ο εγκατεστημένος εξοπλισμός για τη θέρμανση και τον κλιματισμό του κτηρίου φέρουν πιστοποίηση για την ενεργειακή αποδοτικότητα τους;

Nai Όχι

18. Οι αγωγοί διανομής των συστημάτων HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού) και των σωληνώσεων μεταφοράς του θερμού νερού έχουν μονωθεί επαρκώς για την αποφυγή θερμικών απωλειών;

Ανεπαρκής 1 2 3 4 5 Επαρκής μόνωση

19. Εφαρμόζονται τεχνικές ανάκτησης θερμότητας από τα συστήματα HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού);

Nai Όχι

20. Έχουν εγκατασταθεί συστήματα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

α. Ηλιακοί θερμοσυσσωρευτές	Nai	<input type="checkbox"/>	Όχι	<input checked="" type="checkbox"/>
β. Φωτοβολταϊκά	Nai	<input type="checkbox"/>	Όχι	<input checked="" type="checkbox"/>
γ. Γεωθερμικές αντλίες	Nai	<input type="checkbox"/>	Όχι	<input checked="" type="checkbox"/>
δ. Ανεμογεννήτριες	Nai	<input type="checkbox"/>	Όχι	<input checked="" type="checkbox"/>
ε. Άλλο (Αναφέρατε)				

21. Στα συστήματα HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού) χρησιμοποιούνται ψυκτικά τα οποία είναι φιλικά ως προς το στρώμα του όζοντος;

Nai Όχι

Μέρος 4^ο : Υγεία και Ασφάλεια

22. Υπήρξε πρόνοια ώστε χρησιμοποιηθούν υλικά, όπως χρώματα, βερνίκια, κολλητικές ουσίες, μονωτικά υλικά και συνθετικά ξύλα, τα οποία να εκπέμπουν μικρές ποσότητες πτητικών οργανικών ουσιών (VOCs);

Ναι

Όχι

23. Έχει εγκατασταθεί τοπικό σύστημα εξαερισμού σε ιδιαίτερα επιβαρημένους εσωτερικούς χώρους, όπως τουαλέτες, κουζίνες, κλπ.;

Ναι

Όχι

24. Εάν υπάρχουν χώροι κατάκλισης, έχουν εγκατασταθεί σε αυτούς ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα (CO); *δεν υπάρχουν χώροι κατάκλισης*

Ναι

Όχι

25. Έχει εγκατασταθεί σύστημα πυρόσβεσης στους χώρους του κτηρίου;

Ναι

Όχι

26. Το κτήριο διαθέτει χώρους στάθμευσης?

Ναι

Όχι

27. Αν ναι, οι χώροι στάθμευσης είναι διαχωρισμένοι από το κυρίως κτήριο;

Ναι

Όχι

28. Υπάρχει πρόνοια για την πρόσβαση στο κτήριο ατόμων με ειδικές ανάγκες;

Ναι

Όχι

29. Έχει εφαρμοστεί πολιτική ελέγχου του καπνίσματος στο εσωτερικό του κτηρίου;

Ναι

Όχι

30. Έχει γίνει ακουστική μελέτη και σχεδιασμός του κτηρίου για την καλύτερη ακουστική άνεση των χρηστών;

Ναι *στο χώρο
των πολυμέσων*

Όχι

31. Ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής στους χώρους που εντοπίζονται και κινούνται οι χρήστες τις περισσότερες ώρες της ημέρας; (π.χ. χώρους εργασίας)

Ναι

Όχι

Μέρος 5^ο : Αποδοτική Αξιοποίηση πρώτων υλών

32. Για ποια από τα παρακάτω υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή έχει γίνει προμήθεια από την εγχώρια αγορά?

- | | | | | |
|------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------------------|
| α. Ξυλεία προερχόμενη από Ελληνικά δάση | Nai | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| β. Τούβλα | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| γ. Τσιμεντοκονίαμα | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| δ. Γύψος | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| ε. Μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο, σίδηρο κ.α.) | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| στ. Πέτρα | Nai | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| Άλλο | | | | |

33. Κατά τη φάση κατασκευής εφαρμόστηκε κάποια μέθοδο ανακύκλωσης των υλικών;

Nai Όχι

34. Αν ναι, ποια μέθοδος εφαρμόστηκε;

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| α. Σχεδιασμός προγράμματος ανακύκλωσης / αξιοποίησης κατά τη διάρκεια της κατασκευής | <input type="checkbox"/> |
| β. Διαλογή και διαχωρισμός των υλικών στο χώρο του εργοταξίου και αποστολή στα εγκεκριμένα συστήματα αξιοποίησης / ανακύκλωσης | <input type="checkbox"/> |
| γ. Σύστημα ανακύκλωσης στο χώρο του εργοταξίου | <input type="checkbox"/> |
| δ. Άλλο..... | |
| | |
| | |

Μέρος 6^ο: Εξοικονόμηση νερού

35. Εφαρμόστηκαν πρακτικές για την εξοικονόμηση νερού?

Ναι

Όχι

36. Αν ναι, ποιες από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκαν;

α. Χρήση συστημάτων χαμηλής ροής νερού (πχ. βρύσες χαμηλής ροής νερού και υψηλής πίεσης ή αισθητήρες ελέγχου ροής)

β. Χρήση ηλεκτρικών συσκευών αποδοτικών ως προς τη χρήση νερού (πλυντήρια, πλυντήρια πιάτων)

γ. Χρήση ντουζιέρας (όχι μπανιέρα)

δ. Άλλο

37. Υπάρχει προγραμματισμένος έλεγχος για πιθανές διαρροές στις σωληνώσεις του κτηρίου κατά τη χρήση του;

Ναι

Όχι

38. Εφαρμόζεται μέθοδος επαναχρησιμοποίησης η επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων; (π.χ. εγκατάσταση μικρής κλίμακας συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, κατασκευή διπλών σωληνώσεων για διαχωρισμό των υγρών αποβλήτων κλπ.)

Ναι

Όχι

Αν ναι, περιγράψτε τη μέθοδο που εφαρμόζεται:

.....

39. Υπάρχει μέριμνα σχετικά με τη χρήση και αποθήκευση του νερού της βροχής;

Ναι

Όχι

40. Αν ναι, ποιες πρακτικές χρησιμοποιούνται συνήθως;

α. Το νερό της βροχής καταλήγει απευθείας στο σύστημα όμβριων υδάτων

β. Εγκατάσταση συστήματος συλλογής και αποθήκευσης του νερού της βροχής

γ. Χρήση του νερού της βροχής για οικιακή χρήση (εκτός από χρήση ως πόσιμο νερό)

δ. Κατασκευή κατάλληλου συστήματος συλλογής του νερού της βροχής στην ταράτσα του κτηρίου

ε. Άλλο.....

Μέρος 7^ο : Οικονομική αξιολόγηση

41. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν τη συμμετοχή της κατασκευής στην ενίσχυση της τοπικής οικονομίας

Ποιος είναι ο βαθμός συμμετοχής των τοπικών εργολάβων στην κατασκευή του κτηρίου; (η έννοια «τοπική» περιλαμβάνει μια χωρική κάλυψη ακτίνας 50Km)

Καμία Συμμετοχή 1 2 3 4 5 Πλήρης Συμμετοχή

Σε τι βαθμό η προμήθεια των υλικών κατασκευής γίνεται από την τοπική αγορά;

0% από την τοπική αγορά 1 2 3 4 5 100% από την τοπική αγορά

Σε τι βαθμό τα κατασκευαστικά υλικά του κτηρίου, προέρχονται από την ελληνική αγορά? (π.χ. πόρτες, παράθυρα κλπ.)

0% των υλικών 1 2 3 4 5 100% των υλικών

Σε τι βαθμό ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την εσωτερική διαμόρφωση του κτηρίου είναι ελληνικής κατασκευής; (π.χ. επίπλωση, οικουσκευές κ.α.)

Κανένα υλικό 1 2 3 4 5 Το σύνολο των υλικών

42. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν την αποδοτικότητα του κτηρίου

Σε τι βαθμό επιτυγχάνεται η κάλυψη της μέγιστης χωρητικότητας ατόμων του κτηρίου;

0% της μέγιστης χωρητικότητας 1 2 3 4 5 100% μέγιστης χωρητικότητα

Πόσες ώρες καθημερινά χρησιμοποιείται το κτήριο;

Συμπληρώστε το χρόνο χρήσης του κτηρίου κατά μέσο όρο 16 ώρες το εικοσιτετράωρο

Έχουν όλοι οι χρήστες του κτηρίου πρόσβαση σε τηλέφωνο και internet;

Ναι Όχι

43. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν, μετρούν την ικανότητα προσαρμογής του κτηρίου

Σε τι βαθμό υπάρχει η δυνατότητα άμεσης μετατροπής της χρήσης του κτηρίου; (π.χ. μετατροπή χώρων από γραφεία σε κατοικίες και αντίστροφα)

Δύσκολη μετατροπή 1 2 3 4 5 Εύκολη μετατροπή

Το κτήριο έχει την απαραίτητη υποδομή και σχεδίαση για καθ' ύψος επέκταση;

Ναι Όχι

Πως θα χαρακτηρίζατε τη διαμόρφωση της εσωτερικής τοιχοποιίας ως προς τη δυνατότητα ενδεχόμενων παρεμβάσεων;

Δύσκολη διαμόρφωση 1 2 3 4 5 Εύκολη διαμόρφωση

44. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν τα λειτουργικά κόστη του κτηρίου

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ΑΠΕ, τι ποσοστό της μηνιαίας ή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου καλύπτεται από αυτό;

0% *Κάλυψη από ΑΠΕ* ① 2 3 4 5 100% *Κάλυψη από ΑΠΕ*

Υπάρχει στο κτήριο εγκατεστημένο σύστημα διαχείρισης του κτηρίου; (π.χ. Building Management System)

Ναι

Όχι

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα για την εξοικονόμηση νερού, τι ποσοστό της μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης εξοικονομείται;

Ποσοστό
εξοικονόμησης νερού

.....%

Ερωτηματολόγιο 2^ο: Νέα Κτίρια Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Μέρος 1^ο: Γενικά στοιχεία

1. Είδος και Εμβαδόν του Κτηρίου: *Κτίριο γραφίων, εργαστηρίων Αίθουσα διδασκ.*
10.028,53
2. Έτος ολοκλήρωσης: *2002*
3. Περιοχή ανέγερσης: *ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ*
4. Είδος φορέα: *Ν.Π.Δ.Δ.*
5. Επωνυμία φορέα: *ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ*
 Διεύθυνση: *ΗΡΕΣΗ ΠΟΛ/ΝΘΟΥ 9* Αρ. Τ.Κ.
 Δήμος: *ΖΩΓΡΑΦΟΥ* Νομός: *ΑΤΤΙΚΗΣ*
6. Υπεύθυνος ερωτηματολογίου: *MARIA ΧΛΟΡΟΥ*
- Τηλέφωνο: *2107722008* Fax: *7721893*
- Email:

Χαρακτηρισμός περιοχής

Παράκτια Ορεινή Πεδινή

7. Είδος κτηρίου:

- Μονοκατοικία
- Πολυκατοικία
- Σχολείο
- Γραφεία
- Εμπορικό κτήριο
- Δημόσιο κτήριο
- Κτήριο για Βιομηχανική χρήση
- Άλλο (Περιγραφή) *Γ*

Σύντομη Περιγραφή
<p>Το συγκρότημα αποτελείται από 7 κτίρια στα οποία στεγάζονται αιθουσές διδασκαλίας, Βιβλιοθήκη, Αμφιθέατρο, Εργαστήρια, Γραφεία Όλα είναι υπό ένα κατασκευαστή με Φ.Ο. ψηλοβόλου κυρδοίματος ήτοι υπό ένα μαθητική κατασκευή</p>

Μέρος 2^ο : Χρήση γης και Χωροθέτηση της κατασκευής

1. α) Η κατασκευή έχει ανεγερθεί σε περιοχή, η οποία είναι:

- Αστική
- Γεωργική
- Δασική
- Άλλο:.....

β) Ο χώρος, στον οποίο έχει κατασκευαστεί το κτήριο, έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν;

Ναι Όχι

2. Το πλησιέστερο σημείο πρόσβασης σε μέσα μαζικής μεταφοράς απέχει:

$\leq 500 m$
 $1 km$
 $\geq 2 km$
 Δεν υπάρχει πρόσβαση

3. Υπήρχε τοπική βλάστηση στο χώρο της κατασκευής;

Ναι Όχι *πολύ αραιή αχώρα είχε πριν την κατασκευή γιατί δεν ήταν έτοιμη*

4. Αν ναι, τι είδους βλάστηση υπήρχε στο χώρο της κατασκευής?

Δέντρα
 Θάμνοι
 Άλλο *οχι ουκ-νη*

5. Στην περίπτωση που υπήρχαν δέντρα στο χώρο, πως διαχειρίστηκαν;

Μεταφύτεύθηκαν
 Παρέμειναν στο χώρο
 Απομακρύνθηκαν πλήρως

6. Κατά το σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων, έχει υπάρξει πρόβλεψη για τη μείωση των επιφανειακών απορροών?

0% διαπερατές επιφάνειες
 1
 2
 3
 4
 5
 100% διαπερατές επιφάνειες

7. Η κατασκευή επηρεάζει τη φυσική πορεία των επιφανειακών απορροών (ποτάμια, ρέματα);

Ναι Όχι

8. Έχει εφαρμοστεί εξωτερική δενδροφύτευση ή κάποια άλλη τεχνική σκίασης γύρω από την κατασκευή;

Ναι Όχι

Αν έχει εφαρμοστεί κάποια τεχνική σκίασης, αναφέρατε ποια:

.....ξ.π.τ.ε.ρ.ι.μ.ε.....ν.ο.α.φ.α.κ.α.ν.....μ.ε.α.λ.λ.ι.κ.ά.....σ.π.λ.ε.ι.π.ρ.α.....
.....ε.π.μ.τ.ε.ρ.ι.μ.ε.....π.κ.ε.σ.ί.η.....
.....
.....

9. Έχουν εφαρμοστεί τεχνικές ελέγχου της ρύπανσης του αέρα (κυρίως σκόνης) και του εδάφους (διαρροές λιπαντικών και καυσίμων) κατά τις κατασκευαστικές δραστηριότητες;

Ναι

Όχι

Μέρος 3^ο : Ενεργειακή Αποδοτικότητα της κατασκευής

10. Ο προσανατολισμός του κτηρίου αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια για φυσικό φωτισμό ή/ και μερική κάλυψη των θερμικών αναγκών;

Ναι

Όχι

11. Αν ναι, ποια από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκε;

- Τοποθέτηση μεγάλων υαλοπινάκων στη νότια πλευρά του κτηρίου
- Σχεδιασμός του εσωτερικού της κατασκευής για την αποθήκευση και διανομή της θερμότητας
- Σχεδιασμός για τον έλεγχο των θερμικών κερδών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες
- Τεχνικές αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού (χρήση αισθητήρων, κατάλληλος σχεδιασμός κλπ)
- Άλλο:

12. Το κτηριακό κέλυφος έχει μονωθεί επαρκώς;

Ναι

Όχι

13. Αν ναι, ποια από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκε?

- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων
- Εγκατάσταση υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (low-e window)
- Μόνωση εξωτερικών τοίχων και οροφής
- Τεχνικές μείωσης διείσδυσης του εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου
- Χρήση υλικών και κατάλληλος σχεδιασμός για μείωση των θερμικών απωλειών από τα ανοίγματα του κτηρίου
- Άλλο.....

14. Έχουν εγκατασταθεί λαμπήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης για την κάλυψη των αναγκών τεχνητού φωτισμού στο κτήριο;

0% 1 2 3 4 5 100%

15. Έχουν τοποθετηθεί φωτοκύτταρα ή χρονοδιακόπτες για τον έλεγχο της λειτουργίας του εξωτερικού φωτισμού;

Ναι Όχι

16. Έχει γίνει διαστασιολόγηση του εξοπλισμού για τις ανάγκες θέρμανσης και κλιματισμού του κτηρίου, με βάση τα αναμενόμενα θερμικά φορτία και τις απώλειες;

Ναι Όχι

17. Ο εγκατεστημένος εξοπλισμός για τη θέρμανση και τον κλιματισμό του κτηρίου φέρουν πιστοποίηση για την ενεργειακή αποδοτικότητα τους;

Ναι Όχι

18. Οι αγωγοί διανομής των συστημάτων HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού) και των σωληνώσεων μεταφοράς του θερμού νερού έχουν μονωθεί επαρκώς για την αποφυγή θερμικών απωλειών;

Ανεπαρκής 1 2 3 4 5 Επαρκής
μόνωση

19. Εφαρμόζονται τεχνικές ανάκτησης θερμότητας από τα συστήματα HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού);

Ναι Όχι

20. Έχουν εγκατασταθεί συστήματα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

α. Ηλιακοί θερμοσυσσωρευτές	Ναι <input type="checkbox"/>	Όχι <input checked="" type="checkbox"/>
β. Φωτοβολταϊκά	Ναι <input type="checkbox"/>	Όχι <input checked="" type="checkbox"/>
γ. Γεωθερμικές αντλίες	Ναι <input type="checkbox"/>	Όχι <input checked="" type="checkbox"/>
δ. Ανεμογεννήτριες	Ναι <input type="checkbox"/>	Όχι <input checked="" type="checkbox"/>
ε. Άλλο (Αναφέρατε)		

21. Στα συστήματα HVAC (θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού) χρησιμοποιούνται ψυκτικά τα οποία είναι φιλικά ως προς το στρώμα του όζοντος;

Ναι Όχι

Μέρος 4ο : Υγεία και Ασφάλεια

22. Υπήρξε πρόνοια ώστε χρησιμοποιηθούν υλικά, όπως χρώματα, βερνίκια, κολλητικές ουσίες, μονωτικά υλικά και συνθετικά ξύλα, τα οποία να εκπέμπουν μικρές ποσότητες πτητικών οργανικών ουσιών (VOCs);

Ναι

Όχι

23. Έχει εγκατασταθεί τοπικό σύστημα εξαερισμού σε ιδιαίτερα επιβαρημένους εσωτερικούς χώρους, όπως τουαλέτες, κουζίνες, κλπ.;

Ναι

Όχι

24. Εάν υπάρχουν χώροι κατάκλισης, έχουν εγκατασταθεί σε αυτούς ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα (CO); *δεν υπάρχουν χώροι κατακλισης*

Ναι

Όχι

25. Έχει εγκατασταθεί σύστημα πυρόσβεσης στους χώρους του κτηρίου;

Ναι

Όχι

26. Το κτήριο διαθέτει χώρους στάθμευσης?

Ναι

Όχι

27. Αν ναι, οι χώροι στάθμευσης είναι διαχωρισμένοι από το κυρίως κτήριο;

Ναι

Όχι

28. Υπάρχει πρόνοια για την πρόσβαση στο κτήριο ατόμων με ειδικές ανάγκες;

Ναι

Όχι

29. Έχει εφαρμοστεί πολιτική ελέγχου του καπνίσματος στο εσωτερικό του κτηρίου;

Ναι

Όχι X

30. Έχει γίνει ακουστική μελέτη και σχεδιασμός του κτηρίου για την καλύτερη ακουστική άνεση των χρηστών;

Ναι

στα αφιφθέρια Όχι

31. Ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής στους χώρους που εντοπίζονται και κινούνται οι χρήστες τις περισσότερες ώρες της ημέρας; (π.χ. χώρους εργασίας) *(με βάση υφιστάμενο κυριολεκτικό)*

Ναι

Όχι

Μέρος 5^ο : Αποδοτική Αξιοποίηση πρώτων υλών

32. Για ποια από τα παρακάτω υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή έχει γίνει προμήθεια από την εγχώρια αγορά?

- | | | | | |
|------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------------------|
| α. Ξυλεία προερχόμενη από Ελληνικά δάση | Nai | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| β. Τούβλα | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| γ. Τσιμεντοκονίαμα | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| δ. Γύψος | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| ε. Μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο, σίδηρο κ.α.) | Nai | <input checked="" type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| στ. Πέτρα | Nai | <input type="checkbox"/> | Όχι | <input type="checkbox"/> |
| Άλλο | | | | |

33. Κατά τη φάση κατασκευής εφαρμόστηκε κάποια μέθοδο ανακύκλωσης των υλικών;

Nai Όχι

34. Αν ναι, ποια μέθοδος εφαρμόστηκε;

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| α. Σχεδιασμός προγράμματος ανακύκλωσης / αξιοποίησης κατά τη διάρκεια της κατασκευής | <input type="checkbox"/> |
| β. Διαλογή και διαχωρισμός των υλικών στο χώρο του εργοταξίου και αποστολή στα εγκεκριμένα συστήματα αξιοποίησης / ανακύκλωσης | <input type="checkbox"/> |
| γ. Σύστημα ανακύκλωσης στο χώρο του εργοταξίου | <input type="checkbox"/> |
| δ. Άλλο..... | |
| | |
| | |

Μέρος 6^ο : Εξοικονόμηση νερού

35. Εφαρμόστηκαν πρακτικές για την εξοικονόμηση νερού?

Ναι

Όχι

36. Αν ναι, ποιες από τις παρακάτω πρακτικές εφαρμόστηκαν;

α. Χρήση συστημάτων χαμηλής ροής νερού (πχ. βρύσες χαμηλής ροής νερού και υψηλής πίεσης ή αισθητήρες ελέγχου ροής)

β. Χρήση ηλεκτρικών συσκευών αποδοτικών ως προς τη χρήση νερού (πλυντήρια, πλυντήρια πιάτων)

γ. Χρήση ντουζιέρας (όχι μπανιέρα)

δ. Άλλο
.....

37. Υπάρχει προγραμματισμένος έλεγχος για πιθανές διαρροές στις σωληνώσεις του κτηρίου κατά τη χρήση του;

Ναι

Όχι

38. Εφαρμόζεται μέθοδος επαναχρησιμοποίησης η επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων; (π.χ. εγκατάσταση μικρής κλίμακας συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, κατασκευή διπλών σωληνώσεων για διαχωρισμό των υγρών αποβλήτων κλπ.)

Ναι

Όχι

Αν ναι, περιγράψτε τη μέθοδο που εφαρμόζεται:

.....
.....
.....

39. Υπάρχει μέριμνα σχετικά με τη χρήση και αποθήκευση του νερού της βροχής;

Ναι

Όχι

40. Αν ναι, ποιες πρακτικές χρησιμοποιούνται συνήθως;

α. Το νερό της βροχής καταλήγει απευθείας στο σύστημα όμβριων υδάτων

β. Εγκατάσταση συστήματος συλλογής και αποθήκευσης του νερού της βροχής

γ. Χρήση του νερού της βροχής για οικιακή χρήση (εκτός από χρήση ως πόσιμο νερό)

δ. Κατασκευή κατάλληλου συστήματος συλλογής του νερού της βροχής στην ταράτσα του κτηρίου

ε. Άλλο.....
.....

Μέρος 7^ο : Οικονομική αξιολόγηση

41. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν τη συμμετοχή της κατασκευής στην ενίσχυση της τοπικής οικονομίας

Ποιος είναι ο βαθμός συμμετοχής των τοπικών εργολάβων στην κατασκευή του κτηρίου; (η έννοια «τοπική» περιλαμβάνει μια χωρική κάλυψη ακτίνας 50Km)

Καμία Συμμετοχή 1 2 3 4 5 Πλήρης Συμμετοχή

Σε τι βαθμό η προμήθεια των υλικών κατασκευής γίνεται από την τοπική αγορά;

0% από την τοπική αγορά 1 2 3 4 5 100% από την τοπική αγορά

Σε τι βαθμό τα κατασκευαστικά υλικά του κτηρίου, προέρχονται από την ελληνική αγορά? (π.χ. πόρτες, παράθυρα κλπ.)

0% των υλικών 1 2 3 4 5 100% των υλικών

Σε τι βαθμό ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την εσωτερική διαμόρφωση του κτηρίου είναι ελληνικής κατασκευής; (π.χ. επίπλωση, οικισσκευές κ.α.)

Κανένα υλικό 1 2 3 4 5 Το σύνολο των υλικών

42. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν την αποδοτικότητα του κτηρίου

Σε τι βαθμό επιτυγχάνεται η κάλυψη της μέγιστης χωρητικότητας ατόμων του κτηρίου;

0% της μέγιστης χωρητικότητας 1 2 3 4 5 100% μέγιστης χωρητικότητας

Πόσες ώρες καθημερινά χρησιμοποιείται το κτήριο;

Συμπληρώστε το χρόνο χρήσης του κτηρίου κατά μέσο όρο

1,6...ώρες το εικοσιτετράωρο

Έχουν όλοι οι χρήστες του κτηρίου πρόσβαση σε τηλέφωνο και internet;

Ναι

Όχι

43. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν, μετρούν την ικανότητα προσαρμογής του κτηρίου

Σε τι βαθμό υπάρχει η δυνατότητα άμεσης μετατροπής της χρήσης του κτηρίου; (π.χ. μετατροπή χώρων από γραφεία σε κατοικίες και αντίστροφα)

Δύσκολη μετατροπή 1 2 3 4 5 Εύκολη μετατροπή

Το κτήριο έχει την απαραίτητη υποδομή και σχεδίαση για καθ' ύψος επέκταση;

Ναι

Όχι

Πως θα χαρακτηρίζατε τη διαμόρφωση της εσωτερικής τοιχοποιίας ως προς τη δυνατότητα ενδεχόμενων παρεμβάσεων;

Δύσκολη διαμόρφωση 1 2 3 4 5 Εύκολη διαμόρφωση

44. Οι ερωτήσεις που ακολουθούν αφορούν τα λειτουργικά κόστη του κτηρίου

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ΑΠΕ, τι ποσοστό της μηνιαίας ή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου καλύπτεται από αυτό;

0% 1 2 3 4 5 100%
Κάλυψη από ΑΠΕ Κάλυψη από ΑΠΕ

Υπάρχει στο κτήριο εγκατεστημένο σύστημα διαχείρισης του κτηρίου; (π.χ. Building Management System)

Ναι

Όχι

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα για την εξοικονόμηση νερού, τι ποσοστό της μηνιαίας συνολικής κατανάλωσης εξοικονομείται;

Ποσοστό
εξοικονόμησης νερού

.....%

IV.2 Περιγραφή κτιρίων

Το κτίριο της βιβλιοθήκης Ε.Μ.Π. κατασκευάστηκε από τη ΓΕΚΑΤ. Το έργο παραδόθηκε το 2000. Είναι κτίριο με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα και αποτελείται από ισόγειο και δύο ορόφους, καθώς και έναν πύργο (βιβλιοστάσια) με τέσσερις επιπλέον ορόφους. Το κτίριο χρησιμοποιείται ως κεντρική βιβλιοθήκη του Ε.Μ.Π. και έχει εκτός από τα βιβλιοστάσια, γραφεία, αναγνωστήριο και χώρο πολυμέσων.



Σχετικά με την χωροθέτηση της κατασκευής, το κτίριο ανεγέρθη σε αστική περιοχή, σε χώρο όπου δεν υπήρχε σημαντική βλάστηση ούτε και κάποια ποτάμια ή ρέματα και είναι κοντά σε μέσα μαζικής μεταφοράς.



Όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, πρέπει να σημειωθεί ότι πέρα από τη μόνωση του κελύφους δεν εφαρμόστηκε κάποια ιδιαίτερη τεχνική. Έτσι, δεν υπάρχει ιδιαίτερη μέριμνα για την παθητική αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας ή κάποια εγκατάσταση συστήματος παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Σχετικά με την υγεία και ασφάλεια, το κτίριο διαθέτει εξαερισμό στις τουαλέτες, σύστημα πυρόσβεσης και χώρους στάθμευσης που είναι διαχωρισμένοι από το κυρίως κτίριο. Υπάρχει μέριμνα για την πρόσβαση ατόμων με αναπηρία, ενώ υπάρχει σχεδιασμός για καλύτερη ακουστική άνεση των χρηστών στον χώρο πολυμέσων.

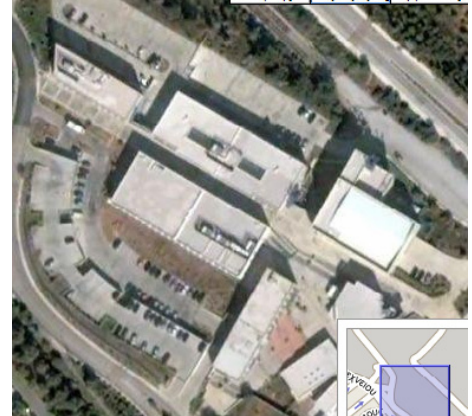
Η προμήθεια υλικών έγινε από την εγχώρια αγορά, ενώ δεν εφαρμόστηκε κάποια μέθοδος ανακύκλωσης των υλικών κατά τη φάση κατασκευής.

Σχετικά με την εξοικονόμηση νερού, δεν εφαρμόστηκε κάποια πρακτική για τη μείωση του καταναλισκόμενου ύδατος ή την αξιοποίηση βρόχινων και «γκρίζων» υδάτων. Το κτίριο

εξυπηρετείται από τις γεωτρήσεις του Ε.Μ.Π.

Στο σκέλος της οικονομικής αξιολόγησης παρατηρείται ότι η κατασκευή έγινε με τοπικούς εργολάβους, με εξοπλισμό και υλικά από την ελληνική αγορά, ενώ το κτίριο έχει τη δυνατότητα επέκτασης καθ' ύψος και μικρές δυνατότητες για αλλαγή χρήσης ή της διαμόρφωσης της εσωτερικής τοιχοποιίας του. Επίσης, υπάρχει πρόσβαση σε τηλέφωνο και διαδίκτυο για τους χρήστες του. Τέλος, δεν υφίσταται σύστημα διαχείρισης του κτιρίου.

Το συγκρότημα των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών αποτελείται από επτά κτίρια, τα οποία στεγάζουν αίθουσες διδασκαλίας, βιβλιοθήκη, αμφιθέατρα, εργαστήρια και γραφεία. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 2002 από τις εταιρείες ΓΝΩΜΩΝ και ΕΜΠΕΔΟΣ. Όλα τα κτίρια είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα πλην ενός κτιρίου που είναι μεταλλική κατασκευή.



Τα κτίρια ανεγέρθηκαν σε αστική περιοχή όπου υπήρχαν μόνο θάμνοι. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χώρος, πριν την κατασκευή, είχε γεμίσει με μπάζα. Δεν υπήρχαν ποτάμια ή ρέματα που να επηρεαστεί η φυσική τους πορεία. Τα κτίρια είναι κοντά σε μέσα μαζικής μεταφοράς.



Σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα, σημειώνεται ότι δεν υπήρξε ιδιαίτερη πρόβλεψη για την παθητική ή ενεργητική αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Το κυριότερο μέτρο ήταν η επαρκής μόνωση του κελύφους.

Τα κτίρια διαθέτουν σύστημα πυρόσβεσης και χώρους στάθμευσης που είναι διαχωρισμένοι από τα κυρίως κτίρια. Υπήρξε πρόνοια για την πρόσβαση ατόμων με αναπηρία, ενώ δεν εφαρμόζεται πολιτική ελέγχου του καπνίσματος στο εσωτερικό των κτιρίων. Επίσης, υπήρξε σχεδιασμός για καλύτερη ακουστική άνεση των χρηστών στα

αμφιθέατρα.

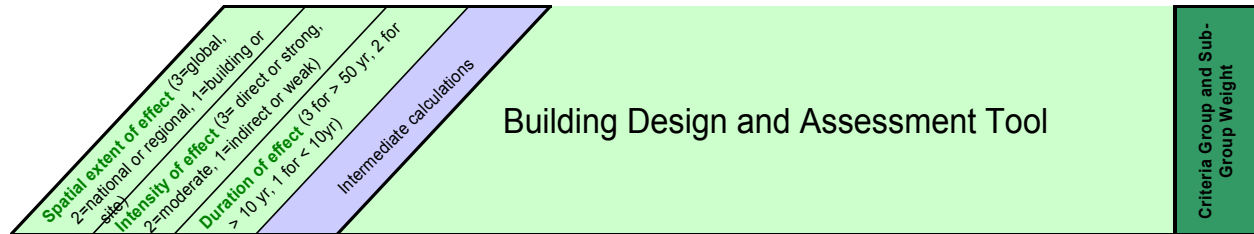
Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή προμηθεύτηκαν από την ελληνική αγορά, ενώ δεν εφαρμόστηκε κάποια μέθοδος ανακύκλωσης των υλικών κατά τη φάση κατασκευής.

Το νερό που καταναλώνεται προέρχεται από τις γεωτρήσεις του Ε.Μ.Π. και έτσι δεν εφαρμόζεται κάποια πρακτική για τη συλλογή των βρόχινων υδάτων ή την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Τέλος, η κατασκευή συνέβαλε στην ενίσχυση της τοπικής οικονομίας αφού οι εργολάβοι, οι πρώτες ύλες και τα κατασκευαστικά υλικά προέρχονταν από την τοπική αγορά. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε τηλέφωνο και διαδίκτυο, ενώ είναι δυνατή η καθ' ύψος επέκταση των κτιρίων. Δεν υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα διαχείρισης των κτιρίων.

Ακολουθούν οι σελίδες Excel που αφορούν στην εφαρμογή του εργαλείου SUSCON για την αξιολόγηση της βιβλιοθήκης και των νέων κτιρίων της σχολής πολιτικών μηχανικών Ε.Μ.Π.

IV.3 Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π. – Εφαρμογή Εργαλείου SUSCON

Καθορισμός Βαρών στα Κριτήρια



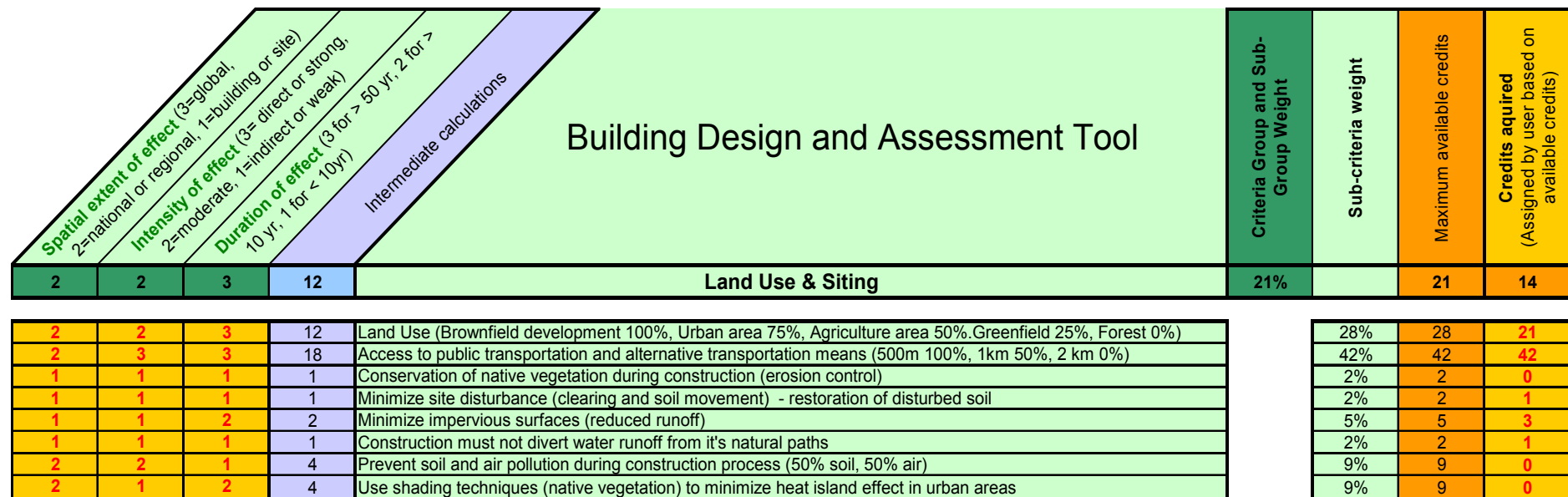
Assign evaluation to each criteria group based on the above scales.

Ecodesign Criteria Groups Weighting - Environmental Performance

2	2	3	12	Land Use & Siting	21%
3	3	3	27	Energy & Atmospheric pollution	47%
Enter participation percentage for each sub - criteria group on the <i>Criteria Group and Sub-Group Weight</i> column if necessary or else default values will be processed.				Site Design & Building Orientation	10%
				Building Envelope	10%
				Foundation Systems	10%
				Lighting	20%
				Mechanical Heating & Cooling Systems	20%
				Water Heating	5%
				Renewable Energy	20%
				Air Pollution	5%
				1	2
Enter participation percentage for				Indoor Air Quality	75%
				Thermal, Visual and Acoustic Comfort	25%
2	2	2	8	Material Resource Efficiency	14%
Enter participation percentage for each sub - criteria group				Reduce quantity of material and waste generation	20%
				Renewable materials	10%
				Locally acquired and produced materials	45%
				Recycled content materials	10%
				Reuse materials	10%
				Recycle materials during construction/demolition	5%
2	1	2	4	Water Conservation	7%
Enter participation percentage for each sub - criteria group				Reduce water quantity	25%
				Water management	25%
				Wastewater recycling/reuse	30%
				Rainwater harvest	20%

Σχήμα IV-1. Καθορισμός βαρών στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Χρήση Γης και Χωροθέτηση



Σχήμα IV-2. Χρήση γης και χωροθέτηση στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Ενέργεια και Ατμοσφαιρική Ρύπανση I

				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
3	3	3	27						
				Energy & Atmospheric pollution		47%		47	29
				Site Design & Building Orientation		10%		5	2
2	3	3	18	Building orientation to take advantage of solar energy (south orientation)			43%	43	22
2	3	3	18	Site design to take advantage of solar and topographic conditions (natural ventilation, deciduous trees etc)			43%	43	22
1	2	3	6	Construction designed for use of passive solar techniques			14%	14	0
				Building Envelope		10%		5	3
2	3	3	18	Insulated exterior windows and doors framing			14%	14	14
2	3	3	18	Install double glazed windows			14%	14	14
2	3	3	18	Install Low-E windows			14%	14	0
2	3	3	18	Insulated floor, ceiling, roof and exterior walls			14%	14	14
2	3	3	18	Seal all mechanical penetrations			14%	14	14
2	3	3	18	Seal all attic penetrations			14%	14	14
2	3	3	18	Specify construction materials and details that reduce heat transfer.			14%	14	0
				Foundation Systems		10%		5	5
1	1	2	2	Insulation below concrete slab			33%	33	33
1	1	2	2	Permanent insulation to the foundation			33%	33	33
1	1	2	2	Insulated basement walls from footer to top of wall			33%	33	33
				Lighting		20%		9	7
2	2	2	8	Installation of Energy Star Qualified fluorescent bulbs (CFLs)			25%	25	25
2	2	2	8	Advanced Lighting and Automation Control System capable of unified automation control of lighting loads.			25%	25	15
2	2	2	8	Installation of tubular skylights in interior areas (bathrooms, hallways and kitchens) that receive limited daylight.			25%	25	20
2	1	2	4	Motion detector activators or photocells/ timers on all exterior lighting			13%	13	13
2	1	2	4	Use of Daylighting Strategies			13%	13	5

Σχήμα IV-3. Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση (I) στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Ενέργεια και Ατμοσφαιρική Ρύπανση II

Mechanical Heating & Cooling Systems				20%		9	7
3	2	2	12	HVAC equipment properly sized using computer models	13%	13	10
2	2	2	8	Zoning building's spaces based on the heating and/or cooling loads	8%	8	8
3	2	2	12	Use of programmable thermostat for the adjustment of the operation timetable	13%	13	10
1	1	1	1	Installation of radiand or hydronic floor systems	1%	1	0
3	3	3	27	Use of Energy Star qualified equipment	28%	28	28
2	2	2	8	Centrally locate the main heating unit (boiler or furnace)	8%	8	8
2	2	2	8	Insulation and sealing of water pipes and air ducts to minimize heat and/or air leakage	8%	8	8
1	2	2	4	Use of natural ventilation methods	4%	4	2
2	2	2	8	Design for passive solar heat storage (Trombe wall)	8%	8	0
2	2	2	8	Use of ventilation heat recover techniques.	8%	8	0
Water Heating				5%		2	2
2	2	2	8	Set up the water heater thermostat at a lower temperature	31%	31	28
2	2	2	8	Insulate all hot water lines	31%	31	25
2	2	2	8	Insulate the water heater	31%	31	25
1	1	1	1	Combined domestic hot water/space heating system	4%	4	0
1	1	1	1	Drain wastewater heat recovery system installed	4%	4	0
Renewable Energy				20%		9	0
3	3	3	27	Active solar thermal heating system installed	48%	48	0
3	3	3	27	Solar electric system (photovoltaic panels) installed	48%	48	0
1	1	1	1	Small Wind turbine installed or whole community wind driven electricity	2%	2	0
1	1	1	1	Geothermal heat pumps for water and space heating needs when subsurface conditions allow	2%	2	0
Air Pollution				5%		2	2
3	3	3	27	Use of non ozone depleting refrigerants in HVAC&R equipment	100%	100	100

Σχήμα IV-4. Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση (II) στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Υγεία και Ασφάλεια

Spatial extent of effect (3=global, 2=national or regional, 1=building or site) Intensity of effect (3= direct or strong, 2=moderate, 1=indirect or weak) Duration of effect (3 for > 50 yr, 2 for > 10 yr, 1 for < 10yr) Intermediate calculations				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
1	2	3	6	Health & Safety		11%		11	6
Indoor Air Quality						75%		8	4
2	2	2	8	Use low VOCs-emitting materials (paints, finishings, adhesives, carpets, insulation, synthetic wood)			12%	12	7
2	2	3	12	Design and install a whole building ventilation system (ASHRAE standard 62.2 – 2003)			18%	18	0
1	2	3	6	Spot ventilation in kitchen & bathrooms (moisture/air contaminants control)			9%	9	5
2	2	2	8	Install High Efficiency Particulate Air Filters (HEPA)			12%	12	0
1	1	1	1	Install carbon monoxide (CO) and dioxide (CO2) monitoring system that provides feedback on space ventilation performance			1%	1	0
2	2	3	12	Regular and proper maintenance of HVAC equipment, combustion equipment (stoves, boiler, furnace etc) and building spaces			18%	18	13
2	2	2	8	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control			12%	12	12
1	1	1	1	Install soil suction radon reduction system (if required)			1%	1	0
2	2	3	12	Garage detached from all living areas			18%	18	18
Thermal, Visual and Acoustic Comfort						25%		3	2
1	2	2	4	Achieve Thermal Comfort conditions (ASHRAE 55-2004, ISO 7730)			17%	17	13
1	2	3	6	Achieve a minimum Daylight Factor of 2% in 75% of all regularly occupied areas			25%	25	25
1	2	3	6	Use low noise equipment			25%	25	10
1	2	2	4	Locate noisy mechanical equipment, office equipment, and functions away from noise-sensitive spaces			17%	17	8
1	2	2	4	Sound isolation of walls and ceilings to prevent noise and vibrations transmission			17%	17	9

Σχήμα IV-5. Υγεία και Ασφάλεια στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Αποδοτικότητα Φυσικών Πόρων (Πρώτων Υλών)

<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;"> Spatial extent of effect (3=global, 2=national or regional, 1=building or site) </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;"> Intensity of effect (3= direct or strong, 2=moderate, 1=indirect or weak) </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;"> Duration of effect (3 for > 50 yr, 2 for > 10 yr, 1 for < 10yr) </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;"> Intermediate calculations </div> </div>				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
						14%		14	7
2	2	2	8	Material Resource Efficiency					
Reduce quantity of material and waste generation				20%		3	0		
2	2	2	8	Use pre-cut or pre-assembled building systems	25%	25	5		
2	2	2	8	Reusable foundation forms used to reduce waste (e.g. aluminium rather than site built wood forms)	25%	25	5		
2	2	2	8	Advanced framing techniques employed to reduce lumber use	25%	25	5		
2	2	2	8	Use of recycled fly ash concrete	25%	25	0		
Renewable materials				10%		1	0		
2	2	2	8	Use wood from renewable forestry (e.g. bamboo)	50%	50	0		
2	2	2	8	Use wood from certified sustainable wood	50%	50	0		
Locally acquired and produced materials				45%		6	6		
1	1	1	1	Use of locally harvested wood	6%	6	3		
2	2	2	8	Use of locally produced brick	47%	47	47		
2	2	2	8	Use of Indigenous stone	47%	47	47		
Recycled content materials				10%		1	1		
2	2	2	8	Use of recycled content construction materials (low-embodied energy)	100%	100	50		
Reuse materials				10%		1	0		
2	2	2	8	Reuse recovered materials from building deconstruction	33%	33	0		
2	2	2	8	Design building for deconstruction and not demolition	33%	33	0		
2	2	2	8	Use of durable materials	33%	33	0		
Recycle materials during construction/demolition				5%		1	0		
2	2	2	8	Plan of an on-site recover/recycle program during construction or demolition	33%	33	0		
2	2	2	8	On-site separation of waste by type (metal, wood, plastic, glass etc) for off-site recycling	33%	33	0		
2	2	2	8	On-site recycling of construction waste (e.g. grinder)	33%	33	0		

Σχήμα IV-6. Αποδοτικότητα φυσικών πόρων (πρώτων υλών) στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Διατήρηση Υδατικών Πόρων

Spatial extent of effect (3=global, 2=national or regional, 1=building or site) Intensity of effect (3= direct or strong, 2=moderate, 1=indirect or weak) Duration of effect (3 for > 50 yr, 2 for > 10 yr, 1 for < 10yr) Intermediate calculations				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
2	1	2	4	Water Conservation		7%		7	1
Reduce water quantity						25%		2	0
2	2	2	8	Install low-flow bathroom, kitchen, shower faucets (aerating taps) and sensor faucets.			24%	24	0
2	2	2	8	Install dual-flush toilets or non-water urinals (mostly for commercial buildings)			24%	24	0
2	2	2	8	Use of shower instead of bathtub			24%	24	0
2	2	2	8	Use of horizontal axis (frond loading) clothes washing machine			24%	24	0
1	1	1	1	Use of high performance dish washer			20%	20	0
Water management						25%		2	1
2	2	2	8	Frequent plumbing maintenance to minimize leakage			89%	89	70
1	1	1	1	Monitoring water consumption to detect possible leak			50%	50	0
Wastewater recycling/reuse						30%		2	0
2	2	2	8	Install dual plumbing to separate grey water from black water			33%	33	0
2	2	2	8	On-site grey water treatment installation			33%	33	0
2	2	2	8	Use of recycled grey water for toilet flushing (75%) or irrigation(25%)			33%	33	0
Rainwater harvest						20%		1	0
2	1	2	4	Rainwater directed towards landscaping and natural pathways instead of sewer			20%	20	0
2	1	2	4	Install a rainwater harvesting and storage system			20%	20	0
2	1	2	4	Use rainwater for non-potable domestic use (toilet flushing, irrigation etc.)			20%	20	0
2	1	2	4	Proper maintenance of stored rainwater to prevent mosquito breeding			20%	20	0
2	1	2	4	Proper roof material installation for rainwater harvesting			20%	20	0

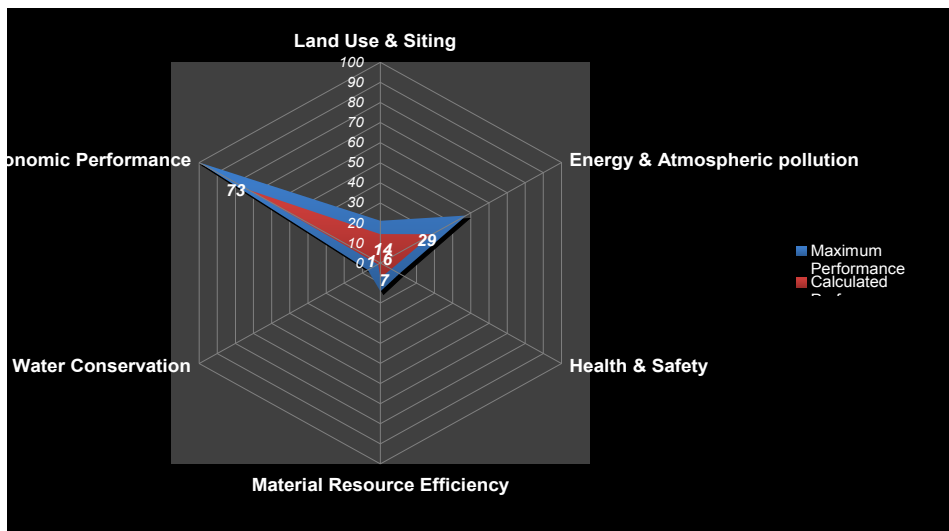
Σχήμα IV-7. Διατήρηση υδατικών πόρων στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Οικονομική Απόδοση

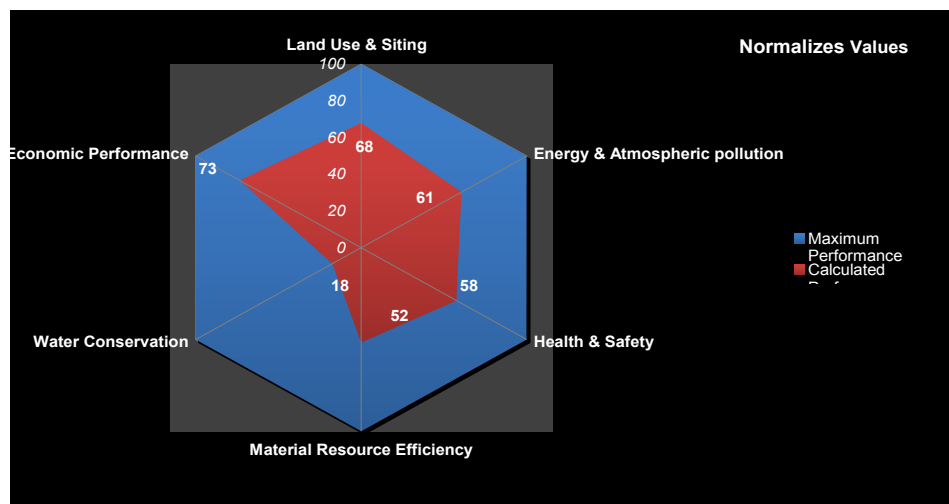
Building Design and Assessment Tool			Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
Economic Performance					100	73
Assign weight to <i>Local Economy</i> parameter and it's criteria	Local Economy	35%			35	29
	% value of the building constructed by local (within 50km) contractors		20%		20	16
	% of materials (sand, bricks, blocks, roofing material) sourced from within 50km		20%		20	16
	% of components (windows, doors etc) made locally (in the country)		20%		20	16
	% of furniture and fittings made locally (in the country)		20%		20	16
	% of maintenance and repairs by value that can, and are undertaken, by local contractors (within 50km)		20%		20	20
Assign weight to <i>Efficiency</i> parameter and it's criteria	Efficiency	30%			30	22
	% capacity of building used on a daily basis (actual number of users / number of users at full capacity)		30%		30	18
	% of time building is occupied and used (actual average number of hours used / all potential hours building could be used (24))		30%		30	20
	Space provision per user not more than 20% above national average for building type		10%		10	10
	Site/building has access to internet and telephone (100%), telephone only (50%)		25%		25	25
	% increase of the building's value due to implementation of green measures.		5%		5	0
Assign weight to <i>Adaptability</i> parameter and it's criteria	Adaptability	5%			5	4
	% of spaces that have height to enable a range of uses (residential to office conversion)		5%		5	2
	Design facilitates flexible external space use		5%		5	2
	Easily adaptable internal partitions (loose partitioning (100%), studwall (50%), masonry (25%), brick wall (0%))		5%		5	0
	Installation of integrate systems for easier adaptation.		5%		5	0
	Design of foundations for potential vertical expansion of the building		80%		80	80
Assign weight to <i>Working Costs</i> parameter and it's criteria	Operational Costs	15%			15	12
	% of renewable energy contribution on a monthly basis to building's performance figures		10%		10	0
	Easily monitored localised metering system for water (50%) and energy (50%)		30%		30	30
	% of building that can be cleaned and maintained easily and safely using simple equipment and local non-hazardous materials		30%		30	23
	% of water savings on a monthly basis due to water conservation techniques applied		20%		20	20
	% of value of all materials/equipment used in the building on a monthly basis supplied by local (within the country) manufacturers		10%		10	10
Assign weight to <i>Capital Costs</i> parameter and it's criteria	Capital Costs	15%			15	5
	Capital cost not more than 20% above national average building costs for the building type		20%		20	20
	% of capital costs allocated to new sustainable/indigenous technology		20%		20	0
	Maximum amortization period of 15 years for renewable energy installations (solar panels, geothermal pumps, wind turbine)		20%		20	0
	% of capital costs for equipment allocated for high efficiency equipment (bulbs, boiler, furnace, washing machines, HVAC, fans etc)		20%		20	15
	Existing buildings reused		20%		20	0

Σχήμα IV-8. Οικονομική απόδοση στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

Γραφήματα Περιβαλλοντικής Απόδοσης



Environmental Issues	Max Credits	Credits aquired
Land Use & Siting	21	14
Energy & Atmospheric pollution	47	29
Health & Safety	11	6
Material Resource Efficiency	14	7
Water Conservation	7	1
Economic Performance	100	73



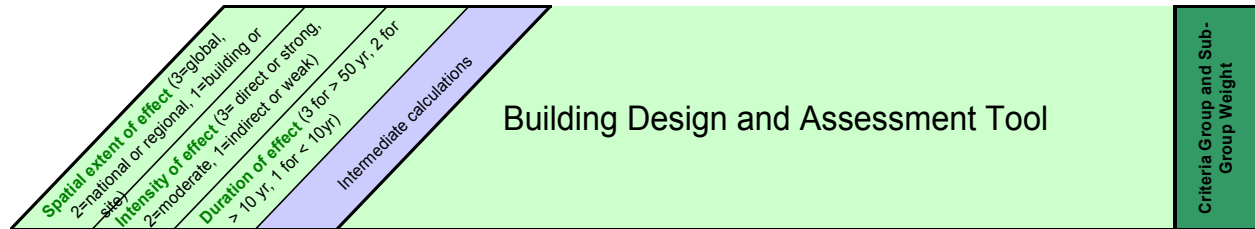
Normalized Values

Environmental Issues	Max Credits	Credits aquired
Land Use & Siting	100	68
Energy & Atmospheric pollution	100	61
Health & Safety	100	58
Material Resource Efficiency	100	52
Water Conservation	100	18
Economic Performance	100	73

Σχήμα IV-9. Γραφήματα περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης στο SUSCON για τη Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π.

IV.4 Νέα Κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. – Εφαρμογή Εργαλείου SUSCON

Καθορισμός Βαρών στα Κριτήρια



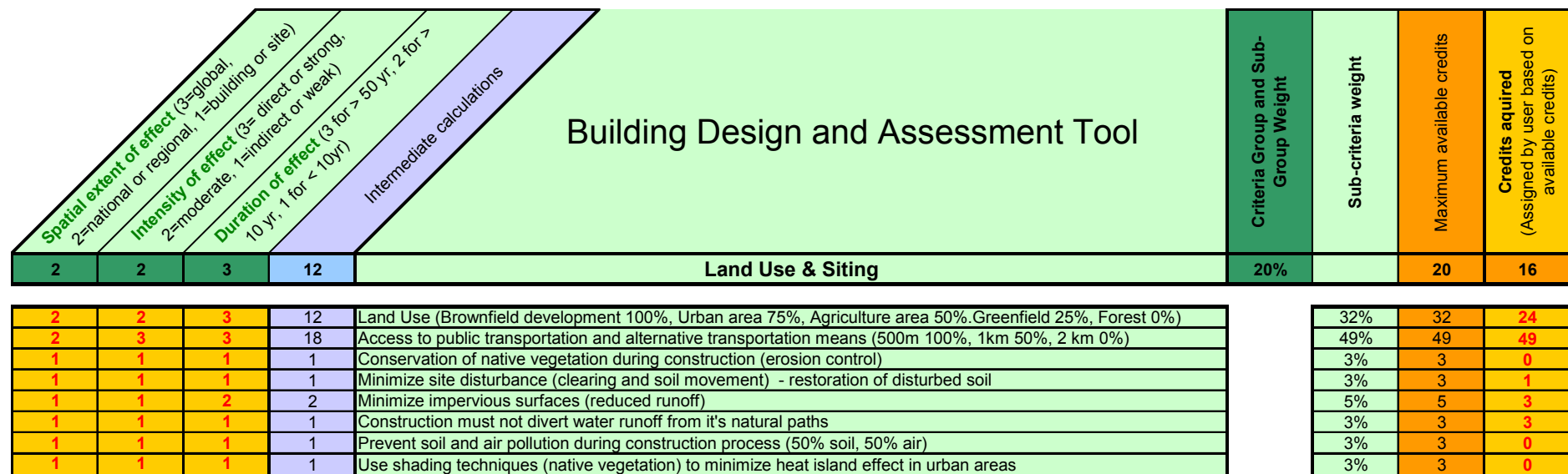
Assign evaluation to each criteria group based on the above scales.

Ecodesign Criteria Groups Weighting - Environmental Performance

2	2	3	12	Land Use & Siting	20%
3	3	3	27	Energy & Atmospheric pollution	44%
Enter participation percentage for each sub - criteria group on the <i>Criteria Group and Sub-Group Weight</i> column if necessary or else default values will be processed.				Site Design & Building Orientation	10%
				Building Envelope	10%
				Foundation Systems	10%
				Lighting	20%
				Mechanical Heating & Cooling Systems	20%
				Water Heating	10%
				Renewable Energy	10%
				Air Pollution	10%
1	2	3	6	Health & Safety	10%
Enter participation percentage for				Indoor Air Quality	50%
				Thermal, Visual and Acoustic Comfort	50%
2	2	2	8	Material Resource Efficiency	13%
Enter participation percentage for each sub - criteria group				Reduce quantity of material and waste generation	20%
				Renewable materials	5%
				Locally acquired and produced materials	45%
				Recycled content materials	15%
				Reuse materials	10%
Recycle materials during construction/demolition	5%				
2	2	2	8	Water Conservation	13%
Enter participation percentage for each sub - criteria group				Reduce water quantity	15%
				Water management	30%
				Wastewater recycling/reuse	35%
				Rainwater harvest	20%

Σχήμα IV-10. Καθορισμός βαρών στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Χρήση Γης και Χωροθέτηση



Σχήμα IV-11. Χρήση γης και χωροθέτηση στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Ενέργεια και Ατμοσφαιρική Ρύπανση I

				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
3	3	3	27	Energy & Atmospheric pollution					
				Site Design & Building Orientation		10%		4	0
2	3	3	18	Building orientation to take advantage of solar energy (south orientation)			33%	33	0
2	3	3	18	Site design to take advantage of solar and topographic conditions (natural ventilation, deciduous trees etc)			33%	33	0
2	3	3	18	Construction designed for use of passive solar techniques			33%	33	0
				Building Envelope		10%		4	2
2	3	3	18	Insulated exterior windows and doors framing			14%	14	14
2	3	3	18	Install double glazed windows			14%	14	14
2	3	3	18	Install Low-E windows			14%	14	0
2	3	3	18	Insulated floor, ceiling, roof and exterior walls			14%	14	14
2	3	3	18	Seal all mechanical penetrations			14%	14	0
2	3	3	18	Seal all attic penetrations			14%	14	0
2	3	3	18	Specify construction materials and details that reduce heat transfer.			14%	14	0
				Foundation Systems		10%		4	4
1	1	2	2	Insulation below concrete slab			33%	33	33
1	1	2	2	Permanent insulation to the foundation			33%	33	33
1	1	2	2	Insulated basement walls from footer to top of wall			33%	33	33
				Lighting		20%		9	4
2	2	2	8	Installation of Energy Star Qualified fluorescent bulbs (CFLs)			25%	25	15
2	2	2	8	Advanced Lighting and Automation Control System capable of unified automation control of lighting loads.			25%	25	15
2	2	2	8	Installation of tubular skylights in interior areas (bathrooms, hallways and kitchens) that receive limited daylight.			25%	25	15
2	1	2	4	Motion detector activators or photocells/ timers on all exterior lighting			13%	13	0
2	1	2	4	Use of Daylighting Strategies			13%	13	5

Σχήμα IV-12. Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση (I) στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Ενέργεια και Ατμοσφαιρική Ρύπανση II

Mechanical Heating & Cooling Systems				20%		9	6
3	2	2	12	HVAC equipment properly sized using computer models	13%	13	12
2	2	2	8	Zoning building's spaces based on the heating and/or cooling loads	8%	8	4
3	2	2	12	Use of programmable thermostat for the adjustment of the operation timetable	13%	13	10
1	1	1	1	Installation of radiand or hydronic floor systems	1%	1	0
3	3	3	27	Use of Energy Star qualified equipment	28%	28	28
2	2	2	8	Centrally locate the main heating unit (boiler or furnace)	8%	8	8
2	2	2	8	Insulation and sealing of water pipes and air ducts to minimize heat and/or air leakage	8%	8	8
1	2	2	4	Use of natural ventilation methods	4%	4	0
2	2	2	8	Design for passive solar heat storage (Trombe wall)	8%	8	0
2	2	2	8	Use of ventilation heat recover techniques.	8%	8	0
Water Heating				10%		4	3
2	2	2	8	Set up the water heater thermostat at a lower temperature	31%	31	28
2	2	2	8	Insulate all hot water lines	31%	31	25
2	2	2	8	Insulate the water heater	31%	31	25
1	1	1	1	Combined domestic hot water/space heating system	4%	4	0
1	1	1	1	Drain wastewater heat recovery system installed	4%	4	0
Renewable Energy				10%		4	0
3	3	3	27	Active solar thermal heating system installed	48%	48	0
3	3	3	27	Solar electric system (photovoltaic panels) installed	48%	48	0
1	1	1	1	Small Wind turbine installed or whole community wind driven electricity	2%	2	0
1	1	1	1	Geothermal heat pumps for water and space heating needs when subsurface conditions allow	2%	2	0
Air Pollution				10%		4	4
3	3	3	27	Use of non ozone depleting refrigerants in HVAC&R equipment	100%	100	100

Σχήμα IV-13. Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση (II) στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Υγεία και Ασφάλεια

Spatial extent of effect (3=global, 2=national or regional, 1=building or site) Intensity of effect (3= direct or strong, 2=moderate, 1=indirect or weak) Duration of effect (3 for > 50 yr, 2 for > 10 yr, 1 for < 10yr) Intermediate calculations				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
1	2	3	6	Health & Safety		10%		10	5
Indoor Air Quality						50%		5	2
1	3	2	6	Use low VOCs-emitting materials (paints, finishings, adhesives, carpets, insulation, synthetic wood)		8%	8	4	
2	2	3	12	Design and install a whole building ventilation system (ASHRAE standard 62.2 – 2003)		15%	15	8	
1	1	1	1	Spot ventilation in kitchen & bathrooms (moisture/air contaminants control)		1%	1	0	
2	3	3	18	Install High Efficiency Particulate Air Filters (HEPA)		23%	23	0	
2	2	2	8	Install carbon monoxide (CO) and dioxide (CO2) monitoring system that provides feedback on space ventilation performance		10%	10	0	
2	2	3	12	Regular and proper maintenance of HVAC equipment, combustion equipment (stoves, boiler, furnace etc) and building spaces		15%	15	11	
2	2	2	8	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		10%	10	5	
1	1	1	1	Install soil suction radon reduction system (if required)		1%	1	0	
2	2	3	12	Garage detached from all living areas		15%	15	15	
Thermal, Visual and Acoustic Comfort						50%		5	3
1	2	2	4	Achieve Thermal Comfort conditions (ASHRAE 55-2004, ISO 7730)		15%	15	10	
1	2	3	6	Achieve a minimum Daylight Factor of 2% in 75% of all regularly occupied areas		23%	23	23	
1	2	3	6	Use low noise equipment		23%	23	12	
1	2	3	6	Locate noisy mechanical equipment, office equipment, and functions away from noise-sensitive spaces		23%	23	0	
1	2	2	4	Sound isolation of walls and ceilings to prevent noise and vibrations transmission		15%	15	15	

Σχήμα IV-14. Υγεία και ασφάλεια στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Αποδοτικότητα Φυσικών Πόρων (Πρώτων Υλών)

Spatial extent of effect (3=global, 2=national or regional, 1=building or site) Intensity of effect (3= direct or strong, 2=moderate, 1=indirect or weak) Duration of effect (3 for > 50 yr, 2 for > 10 yr, 1 for < 10yr) Intermediate calculations				Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
2	2	2	8	Material Resource Efficiency		13%		13	7
Reduce quantity of material and waste generation						20%		3	0
2	2	2	8	Use pre-cut or pre-assembled building systems			25%	25	5
2	2	2	8	Reusable foundation forms used to reduce waste (e.g. aluminium rather than site built wood forms)			25%	25	5
2	2	2	8	Advanced framing techniques employed to reduce lumber use			25%	25	5
2	2	2	8	Use of recycled fly ash concrete			25%	25	0
Renewable materials						5%		1	0
2	2	2	8	Use wood from renewable forestry (e.g. bamboo)			50%	50	0
2	2	2	8	Use wood from certified sustainable wood			50%	50	40
Locally acquired and produced materials						45%		6	6
1	1	1	1	Use of locally harvested wood			6%	6	3
2	2	2	8	Use of locally produced brick			47%	47	47
2	2	2	8	Use of Indigenous stone			47%	47	47
Recycled content materials						15%		2	1
2	2	2	8	Use of recycled content construction materials (low-embodied energy)			100%	100	40
Reuse materials						10%		1	0
2	2	2	8	Reuse recovered materials from building deconstruction			33%	33	0
2	2	2	8	Design building for deconstruction and not demolition			33%	33	0
2	2	2	8	Use of durable materials			33%	33	0
Recycle materials during construction/demolition						5%		1	0
2	2	2	8	Plan of an on-site recover/recycle program during construction or demolition			33%	33	0
2	2	2	8	On-site separation of waste by type (metal, wood, plastic, glass etc) for off-site recycling			33%	33	0
2	2	2	8	On-site recycling of construction waste (e.g. grinder)			33%	33	0

Σχήμα IV-15. Αποδοτικότητα φυσικών πόρων (πρώτων υλών) στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Διατήρηση Υδατικών Πόρων

Building Design and Assessment Tool				Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
2	2	2	8	Water Conservation	13%	13	2
Reduce water quantity				15%		2	1
2	2	2	8	Install low-flow bathroom, kitchen, shower faucets (aerating taps) and sensor faucets.	31%	31	15
2	2	2	8	Install dual-flush toilets or non-water urinals (mostly for commercial buildings)	31%	31	15
2	2	2	8	Use of shower instead of bathtub	31%	31	31
1	1	1	1	Use of horizontal axis (front loading) clothes washing machine	4%	4	0
1	1	1	1	Use of high performance dish washer	20%	20	0
Water management				30%		4	1
2	2	2	8	Frequent plumbing maintenance to minimize leakage	50%	50	25
2	2	2	8	Monitoring water consumption to detect possible leak	50%	50	0
Wastewater recycling/reuse				35%		5	0
2	2	2	8	Install dual plumbing to separate grey water from black water	33%	33	0
2	2	2	8	On-site grey water treatment installation	33%	33	0
2	2	2	8	Use of recycled grey water for toilet flushing (75%) or irrigation(25%)	33%	33	0
Rainwater harvest				20%		3	0
2	1	2	4	Rainwater directed towards landscaping and natural pathways instead of sewer	20%	20	0
2	1	2	4	Install a rainwater harvesting and storage system	20%	20	0
2	1	2	4	Use rainwater for non-potable domestic use (toilet flushing, irrigation etc.)	20%	20	0
2	1	2	4	Proper maintenance of stored rainwater to prevent mosquito breeding	20%	20	0
2	1	2	4	Proper roof material installation for rainwater harvesting	20%	20	0

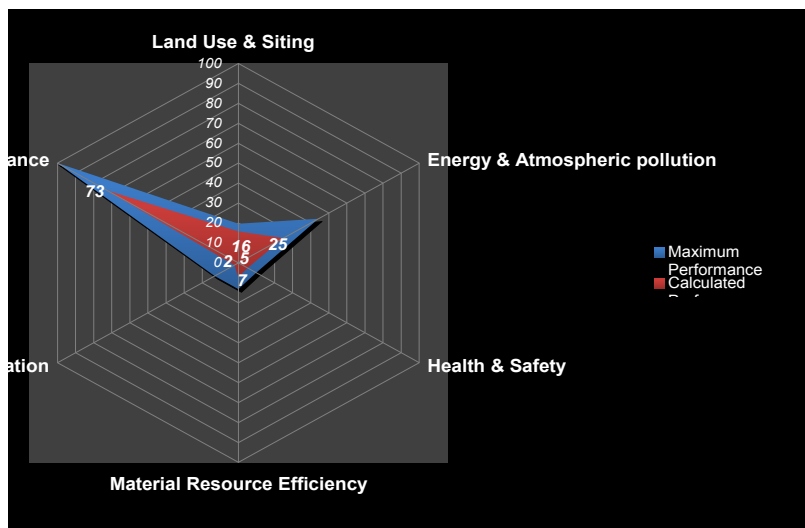
Σχήμα IV-16. Διατήρηση υδατικών πόρων στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Οικονομική Απόδοση

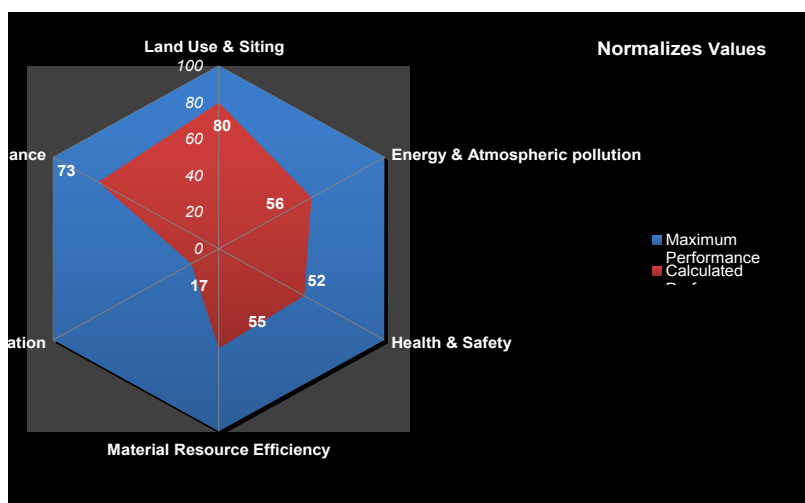
Building Design and Assessment Tool		Criteria Group and Sub-Group Weight	Sub-criteria weight	Maximum available credits	Credits acquired (Assigned by user based on available credits)
Economic Performance				100	73
Assign weight to <i>Local Economy</i> parameter and it's criteria	Local Economy	35%		35	29
	% value of the building constructed by local (within 50km) contractors		20%	20	16
	% of materials (sand, bricks, blocks, roofing material) sourced from within 50km		20%	20	16
	% of components (windows, doors etc) made locally (in the country)		20%	20	16
	% of furniture and fittings made locally (in the country)		20%	20	16
	% of maintenance and repairs by value that can, and are undertaken, by local contractors (within 50km)		20%	20	20
Assign weight to <i>Efficiency</i> parameter and it's criteria	Efficiency	20%		20	16
	% capacity of building used on a daily basis (actual number of users / number of users at full capacity)		30%	30	18
	% of time building is occupied and used (actual average number of hours used / all potential hours building could be used (24))		30%	30	30
	Space provision per user not more than 20% above national average for building type		5%	5	3
	Site/building has access to internet and telephone (100%), telephone only (50%)		30%	30	30
	% increase of the building's value due to implementation of green measures.		5%	5	0
Assign weight to <i>Adaptability</i> parameter and it's criteria	Adaptability	15%		15	9
	% of spaces that have height to enable a range of uses (residential to office conversion)		20%	20	10
	Design facilitates flexible external space use		10%	10	5
	Easily adaptable internal partitions (loose partitioning (100%), studwall (50%), masonry (25%), brick wall (0%))		20%	20	12
	Installation of integrate systems for easier adaptation.		20%	20	0
	Design of foundations for potential vertical expansion of the building		30%	30	30
Assign weight to <i>Working Costs</i> parameter and it's criteria	Operational Costs	15%		15	9
	% of renewable energy contribution on a monthly basis to building's performance figures		10%	10	0
	Easily monitored localised metering system for water (50%) and energy (50%)		30%	30	30
	% of building that can be cleaned and maintained easily and safely using simple equipment and local non-hazardous materials		30%	30	23
	% of water savings on a monthly basis due to water conservation techniques applied		20%	20	0
	% of value of all materials/equipment used in the building on a monthly basis supplied by local (within the country) manufacturers		10%	10	10
Assign weight to <i>Capital Costs</i> parameter and it's criteria	Capital Costs	15%		15	9
	Capital cost not more than 20% above national average building costs for the building type		40%	40	40
	% of capital costs allocated to new sustainable/indigenous technology		5%	5	0
	Maximum amortization period of 15 years for renewable energy installations (solar panels, geothermal pumps, wind turbine)		5%	5	0
	% of capital costs for equipment allocated for high efficiency equipment (bulbs, boiler, furnace, washing machines, HVAC, fans etc)		40%	40	20
	Existing buildings reused		10%	10	0

Σχήμα IV-17. Οικονομική απόδοση στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Γραφήματα Περιβαλλοντικής Απόδοσης



Environmental Issues	Max Credits	Credits acquired
Land Use & Siting	20	16
Energy & Atmospheric pollution	44	25
Health & Safety	10	5
Material Resource Efficiency	13	7
Water Conservation	13	2
Economic Performance	100	73



Normalized Values

Environmental Issues	Max Credits	Credits acquired
Land Use & Siting	100	80
Energy & Atmospheric pollution	100	56
Health & Safety	100	52
Material Resource Efficiency	100	55
Water Conservation	100	17
Economic Performance	100	73

Σχήμα IV-18. Διαγράμματα περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιολόγησης στο SUSCON για τα νέα κτίρια Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

V.1 Κριτική εργαλείου SUSCON

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το εργαλείο SUSCON είναι ένα αρχείο Excel στο οποίο ο χρήστης καλείται να δηλώσει:

- την έκταση των επιπτώσεων,
- την χρονική διάρκεια των επιπτώσεων,
- τα βάρη ομάδων κριτηρίων,
- τα βάρη σε υπο-κριτήρια,
- τους πόντους που αποδίδονται σε κάθε κριτήριο.

Προκειμένου να βοηθηθεί ο χρήστης, έχει δημιουργηθεί και ένα σχετικό ερωτηματολόγιο. Από τη χρήση του ερωτηματολογίου και του εργαλείου εξήχθησαν κάποια συμπεράσματα.

Το ερωτηματολόγιο, καταρχήν, αποδείχθηκε αρκετά εύκολο στη συμπλήρωση καθώς ήταν κατανοητό και δομημένο σύμφωνα με τις ανάγκες του εργαλείου. Το ίδιο το εργαλείο SUSCON χαρακτηρίζεται φιλικό προς τον χρήστη καθώς έχει αναπτυχθεί σε ένα περιβάλλον αρκετά γνώριμο, σε όσους έχουν ασχοληθεί έστω και λίγο με το περιβάλλον εργασίας των Windows και Excel της Microsoft. Η έκταση και η χρονική διάρκεια των επιπτώσεων είναι επίσης στοιχεία που εισάγονται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Το εργαλείο προσαρμόζεται εύκολα σε κάθε είδος κτιρίου, καθώς επίσης και στις απαιτήσεις και στους στόχους του χρήστη. Οδηγεί σχετικά γρήγορα και εύκολα σε αποτελέσματα με τρόπο διαφανή και κατανοητό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάλλιστα για τη σύγκριση μεταξύ διάφορων εναλλακτικών σχεδίων για την κατασκευή ενός κτιρίου.

Υπάρχουν όμως και κάποια αρνητικά στοιχεία. Με εξαίρεση τα κριτήρια που δεν έχουν εφαρμογή σε ένα συγκεκριμένο κτίριο, κρίνεται πιο δύσκολη η απόδοση βαρών σε υπο-ομάδες και επί μέρους κριτήρια με τρόπο απόλυτα αντικειμενικό. Βέβαια το εργαλείο έχει δημιουργηθεί έτσι ώστε να απευθύνεται σε όλους τους χρήστες (κατασκευαστές, αρχιτέκτονες κ.λπ.) και να είναι προσαρμόσιμο σε όλα τα είδη κτιρίων. Ακριβώς όμως αυτή η «ανοικτή» σχεδίασή του μπορεί να οδηγήσει σε υποκειμενική θεώρηση τόσο της αξίας των κριτηρίων, όσο και των βαρών και πόντων που αποδίδεται σε αυτά.

Έτσι τα πλεονεκτήματα του εργαλείου είναι:

- Προσαρμοστικότητα στις ανάγκες του χρήστη,

- Φιλικότητα προς τον χρήστη,
- Κάλυψη όλων των ειδών κτιρίων,
- Κάλυψη ζητημάτων περιβαλλοντικής και οικονομικής υφής,
- Διαφάνεια,
- Ταχύτητα.

Από την άλλη παρουσιάζει και έναν αριθμό μειονεκτημάτων:

- Ασάφεια στον καθορισμό βαρών και απόδοσης πόντων,
- Υποκειμενικότητα,
- Χαμηλό βαθμό προτυποποίησης.

V.2 Κριτική των αποτελεσμάτων

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι κανονικοποιημένες τιμές που προέκυψαν από την αξιολόγηση των κτιρίων υπό διερεύνηση στην παρούσα διπλωματική εργασία με το εργαλείο SUSCON.

Πίνακας V.1. Κανονικοποιημένες τιμές αξιολόγησης κριτηρίων με το εργαλείο SUSCON.

Περιβαλλοντική Απόδοση	Βιβλιοθήκη	Κτίρια Πολιτικών Μηχανικών
Χωροθέτηση και χρήση γης	68%	80%
Ενέργεια και ατμοσφαιρική ρύπανση	61%	56%
Υγεία και ασφάλεια	58%	52%
Αποδοτική χρήση πρώτων υλών	52%	55%
Διατήρηση υδατικών πόρων	18%	17%
Οικονομική Απόδοση	73%	73%

Συγκρίνοντας μεταξύ τους τα αποτελέσματα που ελήφθησαν μπορούν να διατυπωθούν κάποιες παρατηρήσεις. Καταρχήν και τα δύο κτίρια είχαν παρόμοιο μέγιστο αριθμό πόντων που μπορούσε να αποδοθεί σε κάθε κριτήριο, με εξαίρεση το κριτήριο της διατήρησης των υδατικών πόρων. Όμως, σε κανονικοποιημένες τιμές ακόμα και αυτή η διαφορά μειώθηκε σημαντικά. Συνολικά, παρά τις όποιες διαφορές στα επί μέρους κριτήρια, τα κτίρια έλαβαν την ίδια βαθμολογία τόσο στην περιβαλλοντική απόδοση (55%) όσο και στην οικονομική απόδοση (73%). Τα κτίρια έλαβαν τις υψηλότερες βαθμολογίες στα κριτήρια χωροθέτησης και ενεργειακής αποδοτικότητας, ενώ οι χαμηλότερες ήταν στο κριτήριο της διατήρησης των υδατικών πόρων.

Τα παρόμοια αυτά αποτελέσματα οφείλονται και στα κοινά χαρακτηριστικά σχεδιασμού των

κτιρίων. Ειδικότερα, όπως προέκυψε και από συζητήσεις με τους αρμόδιους επίβλεψης του σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων αυτών, πέρα από ότι προβλέπεται στους συμβατικούς κανονισμούς (π.χ. κτιριοδομικός κανονισμός, κανονισμός θερμομόνωσης) δεν εφαρμόστηκαν κάποια κριτήρια με στόχο τη δημιουργία κτιρίων πιο φιλικών προς το περιβάλλον. Δεν υπήρξε καμία ιδιαίτερη πρόβλεψη για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων μέσω επιλογής κατάλληλων παραμέτρων σχεδιασμού, κτιριακών υλικών ή ειδικών εγκαταστάσεων, όπως για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, για συγκράτηση και αξιοποίηση βρόχινων υδάτων ή ανακύκλωση υγρών αποβλήτων, για περιορισμό των στερεών αποβλήτων, ούτε καν κάποιος προγραμματισμένος έλεγχος παρακολούθησης τυχόν διαρροών νερού. Αν και δεν είναι απόλυτα «νόμιμη» η άμεση σύγκριση, τα κτίρια έλαβαν περισσότερους πόντους στην οικονομική απόδοση. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι ούτε καν αυτό δεν ήταν αποτέλεσμα συνειδητής επιλογής και φιλοσοφίας, αλλά μάλλον τυχαίο αποτέλεσμα.

Το γεγονός αυτό κρίνεται απογοητευτικό για τον γράφοντα, καθώς κάποιος θα περίμενε στο χώρο ενός ανώτατου εκπαιδευτικού ιδρύματος λύσεις καινοτόμες και εφαρμογές πρωτοπόρες στον τομέα του περιβάλλοντος, τουλάχιστον σε σύγκριση με την υπόλοιπη χώρα.

V.3 Πιστοποίηση κτιρίων

Στην παράγραφο III.1 του παρόντος παρουσιάστηκαν διάφορα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων. Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός κτιρίου απαιτεί εκτός του εργαλείου αξιολόγησης και ένα ευρύτερο σχήμα πιστοποίησης με διαδικασίες διαφανείς και αξιόπιστες. Για τη διατύπωση συγκεκριμένων προτάσεων στον ελληνικό χώρο είναι απαραίτητο να εξεταστούν όχι μόνο τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, αλλά και αντίστοιχα σχήματα περιβαλλοντικής πιστοποίησης κτιρίων σε άλλες χώρες.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Το σύστημα αξιολόγησης πράσινων κατασκευών LEED δημιουργήθηκε από το Συμβούλιο Πράσινων Κατασκευών των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Green Building Council) για να προωθήσει μια κοινή αντίληψη για τις πρακτικές ενός αειφόρου και πράσινου σχεδιασμού στον κατασκευαστικό κλάδο μέσω της ανάπτυξης και εφαρμογής παγκόσμια αποδεκτών σχετικών εργαλείων και κριτηρίων απόδοσης (www.leedbuilding.org).

Το LEED είναι εθελοντικό πρότυπο που βασίζεται σε ευρεία συναίνεση για την υποστήριξη και

πιστοποίηση πράσινου σχεδιασμού, δόμησης και λειτουργίας κατασκευών.

Ειδικότερα, το LEED είναι ένα συνολικό πρόγραμμα πιστοποίησης κτιρίων και αποτελεί το εθνικά αποδεκτό σχήμα στις Η.Π.Α. για την βαθμολόγηση κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία πράσινων κτιρίων υψηλής απόδοσης. Το LEED παρέχει σε ιδιοκτήτες και χρήστες τα εργαλεία που απαιτούνται για την άμεση και μετρήσιμη εκτίμηση της απόδοσης ενός κτιρίου. Προωθεί μια ολική προσέγγιση προς την αειφορία μέσω της αναγνώρισης της απόδοσης του κτιρίου σε τέσσερις τομείς κλειδιά όσον αφορά την περιβαλλοντική και ανθρώπινη υγεία:

- Αειφόρος ανάπτυξη χώρου,
- Εξοικονόμηση νερού,
- Ενεργειακή αποδοτικότητα,
- Επιλογή υλικών, και
- Ποιότητα εσωτερικών χώρων.

Επιπλέον, μια έκτη κατηγορία, που έχει ιδιαίτερη σημασία στο πρόγραμμα είναι η χρησιμοποιούμενη καινοτομία και το σχέδιο. Με τον τρόπο αυτό μελετώνται κάποιες ακόμα παράμετροι που δεν περιλαμβάνονται στις περιβαλλοντικές κατηγορίες, αλλά αποτελούν σημαντικά ζητήματα σχετικά με την άνεση των χρηστών τους αλλά και των περιοίκων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας παραμέτρου είναι η ακουστική ενός κτιρίου.

Το LEED, όπως αναφέρθηκε, παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την εκτίμηση της απόδοσης των κτιρίων και την επίτευξη των στόχων της αειφορίας στον κατασκευαστικό κλάδο. Βασισμένο σε καλά εδραιωμένες επιστημονικές προδιαγραφές, επικεντρώνεται σε καινοτόμες στρατηγικές σχετικά με τη αειφόρο χωροθέτηση, την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, την επιλογή των υλικών και την περιβαλλοντική ποιότητα. Οι ειδικότητες που θα βρουν τις εφαρμογές του λογισμικού ενδιαφέρουσες είναι οι αρχιτέκτονες, επαγγελματίες στο χώρο των ακινήτων, εκτιμητές ακινήτων, μηχανικοί, διακοσμητές εσωτερικών χώρων, αρχιτέκτονες τοπίων, κατασκευαστές - εργολάβοι, κρατικοί λειτουργοί. Πολιτειακές και τοπικές αρχές στις Η.Π.Α. χρησιμοποιούν ήδη το LEED για δημόσια κτίρια. Εκτός των Η.Π.Α., έργα με βάση το LEED βρίσκονται σε εξέλιξη σε 41 διαφορετικές χώρες, όπως ο Καναδάς, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Ινδία.

Το LEED έχει αναπτυχθεί μέσω μιας ανοικτής διαδικασίας που βασίζεται στην ευρεία συναίνεση και η οποία διευθύνεται από διάφορες επιτροπές που στελεχώνονται σε εθελοντική βάση. Κάθε επιτροπή αποτελείται από ένα ευρύ φάσμα ειδικών και επαγγελματιών του χώρου που

εκπροσωπούν τη βιομηχανία κατασκευών. Η όλη διαδικασία βασίζεται στην ισόρροπη και διαφανή λειτουργία της επιτροπής, σε ομάδες τεχνικών συμβούλων που εξασφαλίζουν την επιστημονική συνέπεια και ορθότητα των λύσεων που προτείνονται, καθώς και στη δυνατότητα διατύπωσης σχολίων και πρότασης αλλαγών σε όλους τους ενδιαφερόμενους.

Η κάθε ομάδα εξειδικεύεται σε κάθε κατηγορία κτιρίου ή έργου που καλύπτεται από το συγκεκριμένο σχήμα πιστοποίησης:

- Νέες κατασκευές και ριζικές ανακαινίσεις σε εμπορικά έργα,
- Λειτουργία και συντήρηση υφιστάμενων κτιρίων,
- Βελτίωση εσωτερικών χώρων,
- Σχεδιασμό κατασκευής εσωτερικών χώρων και σκελετών κτιρίων,
- Σχολεία,
- Εμπορικούς χώρους,
- Νοσοκομεία, εγκαταστάσεις στο χώρο υγείας,
- Κατοικίες,
- Ανάπτυξη συνοικιών.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι εύκολο στην εφαρμογή και δε χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού. Επίσης, το τελευταίο χρονικό διάστημα προσφέρονται ειδικές εκδόσεις του εργαλείου LEED που εξειδικεύονται στα διάφορα έργα που αναφέρονται παραπάνω, όπως κατασκευή σχολείων, διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων, κατασκευή νοσοκομείων κ.ά.

Διαδικασία Πιστοποίησης LEED

Οι ομάδες έργου που ενδιαφέρονται να αποκτήσουν πιστοποίηση LEED για το κατασκευαστικό έργο τους πρέπει πρώτα να καταχωρηθούν στο Συμβούλιο Πράσινων Κατασκευών των Ηνωμένων Πολιτειών. Η καταχώρηση από τα πρώτα στάδια του έργου επιτρέπει την επίτευξη του μέγιστου βαθμού κατά την πιστοποίηση. Οι σχετικές λεπτομέρειες με τη διαδικασία πιστοποίησης, το πρόγραμμα και το κόστος διατίθενται στην ιστοσελίδα του LEED (www.leedbuilding.org). Αυτή η καταχώρηση λειτουργεί ως δήλωση της πρόθεσης για πιστοποίηση κατά LEED. Επιπρόσθετα, οι ομάδες έργου πρέπει να παρέχουν επαρκή τεκμηρίωση από τα διάφορα στάδια κατά το σχεδιασμό ή την κατασκευή του έργου, για την επίτευξη των βασικών απαιτήσεων και τον ελάχιστο αριθμό πόντων που απαιτείται για την πιστοποίηση LEED.

Το LEED για τις νέες κατασκευές λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα κριτήρια:

- Αειφόρος χωροθέτηση,
- Αποδοτικότητα χρήσης νερού,
- Ενέργεια και ατμόσφαιρα,
- Υλικά και φυσικοί πόροι,
- Ποιότητα εσωτερικών χώρων,
- Καινοτομία στο σχεδιασμό.

Η παρακολούθηση και αξιολόγηση του έργου πραγματοποιείται από διαπιστευμένο αξιολογητή. Ανάλογα με την ικανοποίηση συγκεκριμένων κριτηρίων αποδίδεται ένας αριθμός πόντων σε κάθε έργο, το σύνολο των οποίων καθορίζει την κλίμακα πιστοποίησης στην οποία αυτό κατατάσσεται. Οι κλίμακες πιστοποίησης είναι:

- Πιστοποίηση,
- Ασημένια πιστοποίηση,
- Χρυσή πιστοποίηση,
- Πλατινένια πιστοποίηση.

Καθώς τα κριτήρια και οι αντίστοιχοι πόντοι που τους αποδίδονται εξειδικεύονται στην αντίστοιχη κατηγορία έργου, όπως αυτές παρουσιάζονται παραπάνω, διαφοροποιείται και ο συνολικός αριθμός πόντων που πρέπει να επιτευχθεί για κάθε είδος έργου. Για παράδειγμα, για μια κατοικία ο μέγιστος αριθμός πόντων είναι 69 και η αντιστοιχία πόντων και κατηγορίας πιστοποίησης είναι η ακόλουθη:

- 26-32 πόντοι ☞ Πιστοποίηση
- 33-38 πόντοι ☞ Ασημένια πιστοποίηση
- 39-51 πόντοι ☞ Χρυσή πιστοποίηση
- 52-69 πόντοι ☞ Πλατινένια πιστοποίηση

Ο αξιολογητής αλλά και οι ενδιαφερόμενοι υποστηρίζονται από έναν οδηγό εφαρμογής και μια λίστα ελέγχου (check-list) για το συγκεκριμένο έργο, που διευκολύνουν την εφαρμογή της εν λόγω πιστοποίησης.

Διαπίστευση LEED

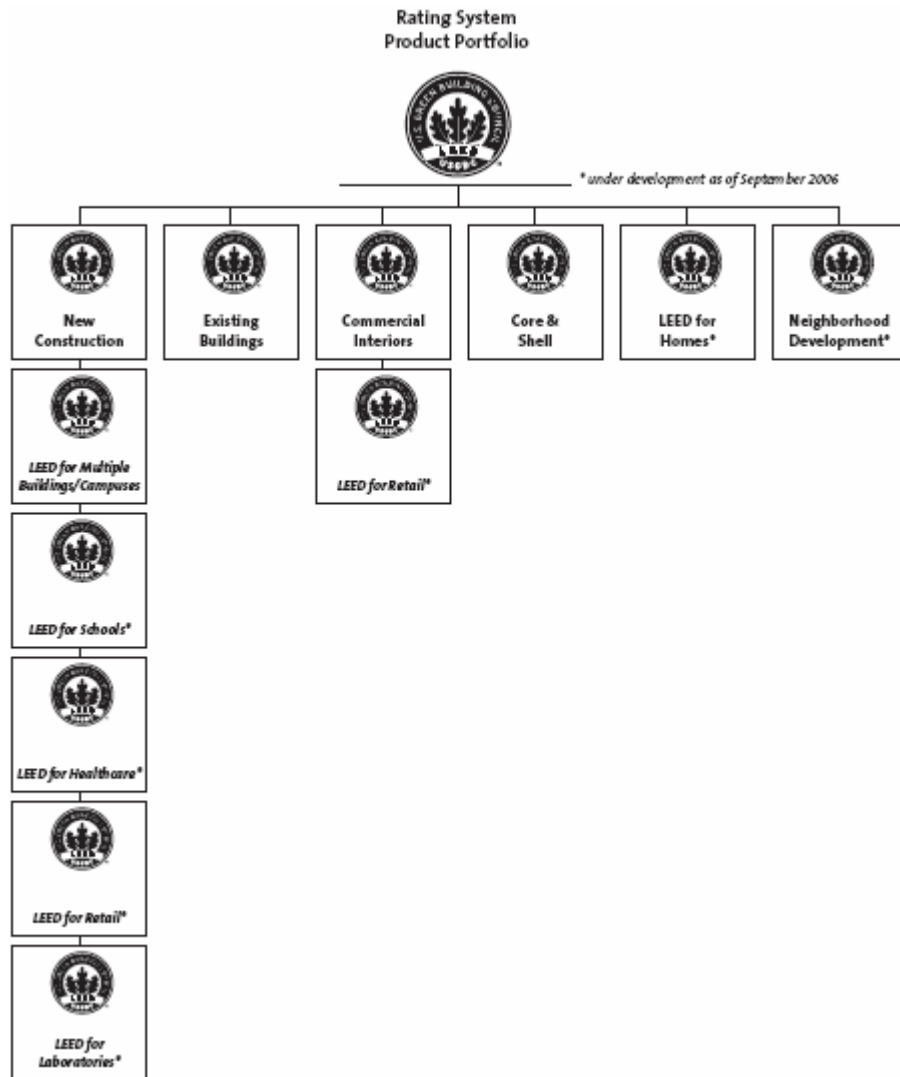
Σε ένα αξιόπιστο σύστημα πιστοποίησης πέρα από τη καθεαυτή διαδικασία πιστοποίησης πρέπει να υπάρχει και ένα σχήμα διαπίστευσης. Η διαπίστευση είναι η διαδικασία με την οποία διαπιστώνεται η ικανότητα προσώπων ή οργανισμών να διεξάγουν μια διαδικασία πιστοποίησης και παρέχεται σε αυτά/ούς η συγκεκριμένη αρμοδιότητα. Στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης

όταν η διαδικασία αυτή δεν διεξάγεται από ένα κεντρικό όργανο διαπίστευσης (π.χ. Ε.ΣΥ.Δ.) ονομάζεται αναγνώριση.

Στις Η.Π.Α., το πρόγραμμα επαγγελματικής διαπίστευσης LEED διευθύνεται από το Ινστιτούτο Πιστοποίησης Πράσινης Δόμησης (GBCI). Η επαγγελματική διαπίστευση LEED διακρίνει τους επαγγελματίες αυτούς στον κατασκευαστικό τομέα, που έχουν τη γνώση και τις δεξιότητες να διεξάγουν επιτυχώς τη διαδικασία πιστοποίησης LEED. Οι διαπιστευμένοι επαγγελματίες LEED έχουν αποδείξει ότι έχουν πλήρη κατανόηση των πρακτικών και των αρχών τόσο της πράσινης δόμησης όσο και του συστήματος αξιολόγησης LEED. Περισσότεροι από 43,000 άνθρωποι έχουν αποκτήσει το σχετικό δίπλωμα από την έναρξη του Προγράμματος Επαγγελματικής Διαπίστευσης το 2001.

Οι υπεύθυνοι διεξαγωγής της πιστοποίησης LEED διαπιστεύονται κατόπιν επιτυχούς συμμετοχής στις σχετικές εξετάσεις του Ινστιτούτου Πιστοποίησης Πράσινης Δόμησης. Δεν υπάρχει προαπαιτήση για συμμετοχή στις εξετάσεις, αν και το Ινστιτούτο συνιστά ο υποψήφιος να έχει εργασιακή εμπειρία στο πεδίο. Ο καθένας μπορεί να συμμετάσχει, αρκεί να γνωρίζει τις βασικές αρχές της πράσινης δόμησης και της πιστοποίησης LEED. Υπάρχει πάντως και η δυνατότητα να «κατεβάσει» κάποιος εκπαιδευτικό υλικό από την ιστοσελίδα του Ινστιτούτου ή να παρακολουθήσει μαθήματα από το Ινστιτούτο. Υπάρχουν τρία επίπεδα μαθημάτων: για αρχάριους, για εξοικειωμένους και για επαγγελματίες στο χώρο που ήδη εμπλέκονται σε σχετικά έργα. Οι εξετάσεις πραγματοποιούνται μέσω ειδικού λογισμικού χωρίς την άμεση εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα. Επιτυχής θεωρείται βαθμολογία τουλάχιστον 170 στα 200 (85%). Τα πιστοποιητικά εκδίδονται και ταχυδρομούνται στους επιτυχόντες σε 6 ως 8 εβδομάδες μετά τις εξετάσεις.

Τόσο οι διαπιστευμένοι αξιολογητές όσο και τα έργα που πιστοποιούνται δημοσιοποιούνται μέσω του διαδικτύου κατά κατηγορία έργου.



Σχήμα V-1. Σχήμα πιστοποίησης LEED.

Built Green

Το Built Green είναι ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής δόμησης της Κύριας Ένωσης Κατασκευαστών των κομητειών King και Snohomish, που αναπτύχθηκε σε συνεργασία με τη κομητεία King, τη κομητεία Snohomish και άλλους κυβερνητικούς οργανισμούς στην πολιτεία της Washington. Το Built Green έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους αγοραστές να βρουν ποιοτικές και προσιτές κατοικίες, οι οποίες να συνεισφέρουν ταυτόχρονα στην προστασία τόσο της υγείας των ενοίκων τους όσο και του περιβάλλοντος. Το πρόγραμμα παρέχει στους καταναλωτές τέσσερα συστήματα αξιολόγησης, τα οποία ποσοτικοποιούν τις φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές δόμησης για την ανακαίνιση σπιτιών ή την κατασκευή νέων κατοικιών. Τα τέσσερα αυτά συστήματα αξιολόγησης είναι για:

- Απλές οικογενειακές κατοικίες,
- Ανακαινίσεις κατοικιών,

- Διαμερίσματα, συγκροτήματα κατοικιών,
- Κοινότητες.

Το Built Green είναι ένα δίκτυο αρχιτεκτόνων, οικοδόμων, υπεύθυνων για την ανάπτυξη, υπεργολάβων, προμηθευτών και κτηματομεσιτών που εργάζονται μαζί με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις κομητείες King και Snohomish. Το πρόγραμμα συμβάλλει σε αυτό το στόχο με τη χρήση ενός αριθμού επιλογών που παρέχουν ποιοτικές κατοικίες, οι οποίες σε σύγκριση με τις συμβατικές είναι οικονομικώς πιο αποδοτικές στην απόκτηση και στη λειτουργία, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν ένα υγιέστερο, ασφαλέστερο και πιο οικολογικό περιβάλλον.

Ήδη στις εν λόγω κομητείες έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται από τα πιο σκληρά μέτρα σε ό,τι αφορά την αποδοτική χρήση ενέργειας, τη διατήρηση της ατμοσφαιρικής ποιότητας και την προστασία και διαχείριση των υδατικών πόρων στις Η.Π.Α. Η εφαρμογή του εν λόγω προγράμματος μπορεί να δώσει προστιθέμενη αξία στις κατοικίες και να συμβάλλει στα ακόλουθα:

- *Εξοικονόμηση χρημάτων.* Μια κατοικία κατασκευασμένη με τα πρότυπα του Built Green παρουσιάζει χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες λόγω της αποδοτικότερης ενεργειακής χρήσης, καθώς έχει χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως η πρόσθετη μόνωση, οι αποδοτικότεροι θερμοσίφωνες, φωτισμός και συσκευές, καθώς και χρήση τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός.
- *Λιγότερες οσμές και καλύτερη ποιότητα εσωτερικού αέρα.* Η χρησιμοποίηση χρωμάτων και βαφών χαμηλών σε πτητικά και τοξικά μπορεί να μειώσει τις τοξίνες και να συμβάλλει στην καλύτερη ποιότητα της ατμόσφαιρας σε ένα σπίτι. Ο τάπητας μπορεί να στερεωθεί παρά να κολληθεί με κόλλες που αναδύουν οσμές με την πάροδο του χρόνου. Η εγκατάσταση μηχανικού εξαερισμού μπορεί να συμβάλλει σε καθαρότερο αέρα επίσης. Η βελτίωση του εσωτερικού αέρα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τους κατοίκους με ευαισθησίες στα αλλεργιογόνα.
- *Σωτηρία παλαιών δασών.* Τα γρήγορα ανανεώσιμα υλικά όπως το μπαμπού και ο φελλός μπορούν να καλλιεργηθούν, να αυξηθούν και να συγκομιστούν με έναν βιώσιμο τρόπο και μπορούν να αντικαταστήσουν αποτελεσματικά την ξυλεία που προέρχεται από τα δάση. Η κατασκευασμένη ξυλεία χρησιμοποιεί μικρότερα κομμάτια ξύλου για να λάβει τα ίδια μεγέθη σε σύγκριση με την παραδοσιακή ξυλεία.
- *Ευτυχέστερος σολομός.* Εξοικονόμηση ύδατος μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση βλάστησης ανθεκτικής σε συνθήκες ξηρασίας. Η πορώδης επιστρώση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαβάσεις πεζών και δρομάκια για να επιτρέψει στα όμβρια ύδατα να

κατεισδύσουν στο υπέδαφος αντί να αυξήσουν τις εκροές. Οι ακριβείς μέθοδοι ελέγχου διάβρωσης χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στη μείωση της ιζηματογένεσης στα ρεύματα. Όλα αυτά τα μέτρα ωφελούν το βιότοπο σολομών.

- *Εξοικονόμηση χρόνου.* Η χρήση ανθεκτικών υλικών στο σπίτι οδηγεί σε μείωση αναγκών για αντικατάσταση ή νέα βαφή υλικών προς όφελος του ενοίκου.
- *Μείωση διαρροών αέρα και θερμότητας.* Ένα σπίτι μπορεί να σφραγιστεί ενάντια στα εξωτερικά στοιχεία με το προηγμένο καλαφάτισμα που υπερβαίνει τη βασική πρακτική.
- *Υγιέστερη αυλή.* Κατά τη διάρκεια της κατασκευής μιας κατοικίας αφαιρείται το επιφανειακό χώμα, το οποίο μπορεί στη συνέχεια να αποθηκευτεί και τέλος να εναποτεθεί πάλι στο έδαφος με το πέρας της κατασκευής οδηγώντας σε ένα πιο υγιεινό περιβάλλον.
- *Μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και καθαρότερος αέρας.* Με την προώθηση της χρήσης των τοπικών υλικών, μειώνονται οι σχετικές με τη μεταφορά υλικών δαπάνες. Με την πρόβλεψη για πρόσβαση στους πεζούς και την πιο εύκολη πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς, ενθαρρύνεται η μειωμένη χρήση αυτοκινήτων, γεγονός που οδηγεί τόσο στην απεξάρτηση από το πετρέλαιο όσο και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.
- *Λιγότερα απορρίμματα.* Η επιτόπια στον χώρο κατασκευής ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των μπαζών που οδηγούνται στις χωματερές.
- *Προώθηση επιχειρήσεων που δεσμεύονται «στο πράσινο».* Οι επιχειρήσεις που είναι μέλη του Built Green περιλαμβάνουν τους χρηματοδότες για τα πράσινα σπίτια, τους κατασκευαστές προϊόντων από ανθεκτικά, ανακυκλωμένα, μη τοξικά και ενεργειακά αποδοτικά υλικά, τους φορείς παροχής υπηρεσιών της εφαρμοσμένης μηχανικής, της ακίνητης περιουσίας, συντήρησης, τους κατασκευαστές και τους αρχιτέκτονες κατοικιών που όχι μόνο συμβάλλουν στην κατασκευή πράσινων κατοικιών αλλά είναι και πρόθυμοι να πιστοποιήσουν τα έργα τους στο Built Green.

Τα έργα δόμησης αξιολογούνται με τη χρήση μιας λίστας ελέγχου (check-list) που χωρίζεται σε έξι κατηγορίες περιβαλλοντικά φιλικών δράσεων. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές λίστες ελέγχου που αντιστοιχούν σε τέσσερις τύπους έργων: κατασκευή οικογενειακών κατοικιών, ανακαινίσεις κατοικιών, ανέγερση συγκροτημάτων κατοικιών και δημιουργία κοινοτήτων. Οι κατασκευαστές επιλέγουν την επιθυμητή λίστα ελέγχου πριν την κατασκευή για να αποφασίσουν ποιες δράσεις-μέτρα θα εφαρμόσουν ώστε να παρακολουθήσουν στη συνέχεια την πρόοδο υλοποίησής τους. Όταν η κατασκευή ολοκληρωθεί, ο κατασκευαστής αποστέλλει τη λίστα ελέγχου υπογεγραμμένη στην Κύρια Ένωση Κατασκευαστών των κομητειών King και Snohomish, πιστοποιώντας έτσι ότι η κατοικία που καταχωρείται ενσωματώνει τα

χαρακτηριστικά του Built Green. Τα στοιχεία που περιλαμβάνει η λίστα ελέγχου του Built Green είναι:

- Πρακτικές πράσινης δόμησης,
- Προστασία θέσης και υδάτων,
- Ενεργειακή αποδοτικότητα,
- Υγεία και ποιότητα αέρα,
- Περιβαλλοντικά υπεύθυνη ιδιοκτησία κατοικίας.

Διαδικασία πιστοποίησης Built Green

Το πρόγραμμα Built Green λειτουργεί σε εθελοντική βάση και περιέχει στοιχεία τόσο αυτό-πιστοποίησης όσο και επαλήθευσης τρίτων. Το πρόγραμμα απαιτεί από τους κατασκευαστές να εφαρμόσουν ένα συγκεκριμένο σύνολο κριτηρίων για να επιτύχουν τη χρήση του όρου «Built Green» για την κατοικία ή την κοινότητά τους. Πέρα από αυτά τα πρότυπα, οι κατασκευαστές επιτυγχάνουν για το έργο τους μια συνολική αξιολόγηση που βασίζεται σε αστέρια. Συγκεκριμένα, όταν η κατασκευή ολοκληρωθεί, ο κατασκευαστής αποστέλλει τη λίστα ελέγχου υπογεγραμμένη στην Κύρια Ένωση Κατασκευαστών των κομητειών King και Snohomish, πιστοποιώντας έτσι ότι η κατοικία που καταχωρείται ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά του Built Green. Μετά την εξέταση της λίστας ελέγχου του κατασκευαστή, η Κύρια Ένωση Κατασκευαστών εκδίδει πιστοποιητικό με 1, 2, 3, 4 ή 5 αστέρια για το έργο. Για τα τρία πρώτα αστέρια, η διαδικασία ολοκληρώνεται με την υπογραφή του κατασκευαστή. Για τα 4 και 5 αστέρια απαιτείται επαλήθευση από τρίτο αξιολογητή.

Η επαλήθευση τρίτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον κατασκευαστή σε εθελοντική βάση και για τα τρία πρώτα αστέρια, τονίζεται όμως ότι είναι υποχρεωτική μόνο για τα επίπεδα των τεσσάρων και πέντε αστεριών ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία πιστοποίησης. Ένας τρίτος αξιολογητής, ανεξάρτητος από τους εμπλεκόμενους, διεξάγει τη διαδικασία επαλήθευσης. Κύριος στόχος της διαδικασίας επαλήθευσης είναι η επιβεβαίωση της πληροφoρίας της λίστας ελέγχου και των ισχυρισμών των κατασκευαστών. Οι ανεξάρτητοι επιθεωρητές μισθώνονται από τους κατασκευαστές και ακολουθούν έναν αναλυτικό πίνακα ελέγχου των κριτηρίων του Built Green.

Επίσης, οι επιθεωρητές δεσμεύονται από έναν κώδικα δεοντολογίας. Ο επιθεωρητής επανα-υποβάλλει την αναθεωρημένη λίστα ελέγχου στην Κύρια Ένωση Κατασκευαστών για την τελική απόδοση αστεριών στο έργο και την ολοκλήρωση της διαδικασίας πιστοποίησης.



Σχήμα V-2. Σχήμα πιστοποίησης Built Green.

V.4 Προτάσεις

Με βάση τα παραπάνω σχήματα πιστοποίησης, μπορεί να προταθεί και για την Ελλάδα ένα αντίστοιχο σχήμα πιστοποίησης των κτιρίων όσον αφορά την περιβαλλοντική απόδοσή τους.

Ένα τέτοιο σχήμα πρέπει να είναι διαφανές, αντικειμενικό και σύμφωνο προς τις σύγχρονες τάσεις στην ευρωπαϊκή νομοθεσία. Επίσης, πρέπει να περιλαμβάνει οπωσδήποτε τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Εκπαίδευση υποψηφίων αξιολογητών,
- Εξέταση και διαπίστευση αξιολογητών,
- Περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων,
- Πιστοποίηση κτιρίων.

Εκπαίδευση υποψηφίων αξιολογητών: Από τα συναρμόδια Υπουργεία αναγνωρίζεται ή διαπιστεύεται κάποιος φορέας/οργανισμός για την εκπαίδευση των υποψηφίων αξιολογητών. Υποψήφιοι αξιολογητές μπορεί να είναι άτομα που πληρούν κάποιες ελάχιστες απαιτήσεις, όπως κατοχή πτυχίου μηχανικού Α.Ε.Ι., άριστη γνώση μιας ξένης γλώσσας κ.ά. Ο αναγνωρισμένος/διαπιστευμένος φορέας καθορίζει το εκπαιδευτικό υλικό και παρέχει τις υπηρεσίες του έναντι καθορισμένου αντιτίμου. Η εκπαίδευση παρέχεται για διάφορα είδη κτιρίων. Για παράδειγμα, η Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. θα μπορούσε να αναγνωριστεί ως ο υπεύθυνος φορέας για την εκπαίδευση των επιθεωρητών στη χρήση του εργαλείου SUSCON, στις απαιτήσεις της νομοθεσίας και γενικά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων. Το υλικό που υπάρχει ήδη στο πλαίσιο του προγράμματος SUSCON μπορεί με τις κατάλληλες τροποποιήσεις – προσθήκες να αποτελέσει το εκπαιδευτικό υλικό.

Εξέταση και διαπίστευση αξιολογητών: Για την πλήρη αξιοπιστία και διαφάνεια του συστήματος αυτού θα πρέπει ο φορέας εκπαίδευσης να είναι διαφορετικός από τον φορέα εξετάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη τις κατά κανόνα μικρές δυνατότητες του δημόσιου τομέα στη δημιουργία μηχανισμών και οργάνων, προτείνεται η σύσταση μιας διαρκούς επιτροπής εξετάσεων από αρμόδιους υπαλλήλους των συναρμόδιων υπουργείων, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για τη διαδικασία εξέτασης των υποψηφίων αξιολογητών. Οι εξετάσεις διενεργούνται για διάφορα είδη κτιρίων. Τα αποτελέσματα των εξετάσεων διαβιβάζονται σε κεντρική υπηρεσία Υπουργείου επιφορτισμένη με την αρμοδιότητα έκδοσης πιστοποιητικού σε περίπτωση επιτυχούς εξέτασης του υποψηφίου (π.χ. βαθμολογία άνω του 80%). Το πιστοποιητικό αυτό θα πρέπει να έχει

διάρκεια ισχύος τα πέντε χρόνια.

Περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων: Ο ενδιαφερόμενος κατασκευαστής δηλώνει την πρόθεσή του να πιστοποιήσει την κατασκευή του στην αρμόδια υπηρεσία Υπουργείου. Μισθώνει αξιολογητή ο οποίος παρακολουθεί το έργο σε όλα τα στάδιά του. Ο αξιολογητής υποστηρίζεται από λίστα ελέγχου, οδηγό εφαρμογής και το εργαλείο αξιολόγησης SUSCON.

Για το ίδιο το εργαλείο SUSCON προτείνονται τα ακόλουθα έτσι ώστε η χρήση του να είναι πιο πρακτική. Καταρχήν, η βαθμολόγηση των διάφορων κριτηρίων προτείνεται να γίνεται στην κλίμακα 1-10 βάσει της οποίας να υπολογίζεται στη συνέχεια το ποσοστό των μέγιστων πόντων που λαμβάνει το κριτήριο, καθώς η κλίμακα αυτή είναι πιο κατανοητή στον χρήστη.

Επίσης, τα βάρη προτείνεται να είναι καθορισμένα εξαρχής στο εργαλείο ανάλογα με την επιλογή κτιρίου που θα πραγματοποιεί στην πρώτη σελίδα ο χρήστης. Οι κατηγορίες αυτές μπορεί να είναι:

- α) οικογενειακές κατοικίες διαφόρων τύπων,
- β) συγκροτήματα διαμερισμάτων,
- γ) γραφεία,
- δ) εκπαιδευτικά κτίρια,
- ε) νοσοκομεία,
- στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια,
- ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις,
- η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου,
- θ) άλλα είδη κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

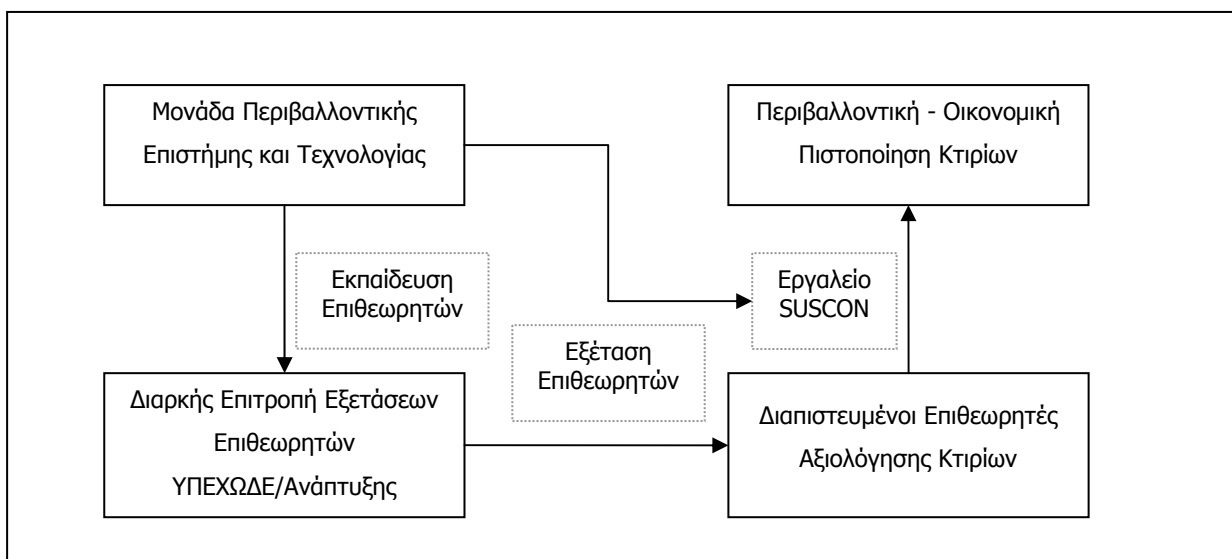
Τα βάρη είναι δυνατόν να εξαρτώνται επίσης τόσο από το αν το κτίριο είναι νεοαναγειρόμενο ή υφιστάμενο όσο και από την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται. Ο προκαθορισμός αυτός των βαρών αυξάνει το βαθμό προτυποποίησης του εργαλείου και προσδίδει μεγαλύτερο βαθμό αντικειμενικότητας στην αξιολόγηση. Τα παραπάνω μπορεί να επιτευχθούν με διαφορετικές εκδόσεις του εργαλείου SUSCON ανάλογα με την κατηγορία του κτιρίου.

Ο αξιολογητής καταλήγει σε μια συνολική βαθμολογία για το κτίριο. Η βαθμολογία αυτή πρέπει να εντάσσεται σε ένα εύρος μιας κλίμακας που να αντιστοιχεί σε έναν αριθμό αστεριών ή έναν χαρακτηρισμό για την περιβαλλοντική απόδοση του κτιρίου.

Πιστοποίηση κτιρίων: Ο αξιολογητής συντάσσει δήλωση ελέγχου για το κτίριο και σχηματίζει φάκελο με την απαιτούμενη τεκμηρίωση του έργου. Η δήλωση ελέγχου και ο φάκελος διαβιβάζονται με ευθύνη του κατασκευαστή σε αρμόδια υπηρεσία Υπουργείου, η οποία εξετάζει τα υποβληθέντα στοιχεία και εκδίδει βάσει αυτών αντίστοιχο πιστοποιητικό για το κτίριο. Η υπηρεσία αυτή πρέπει να διαθέτει και δικούς της επιθεωρητές για τον δειγματοληπτικό έλεγχο τόσο των πιστοποιημένων έργων όσο και των αξιολογητών. Η πιστοποίηση των κτιρίων οφείλει να συνδέεται με κίνητρα για την αγορά για την επιτυχία των όποιων μέτρων.

Τονίζεται ότι για την επιτυχή εφαρμογή του όποιου συστήματος είναι απαραίτητη η διαβούλευση μεταξύ των αρμόδιων φορέων, εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και της ίδιας της αγοράς κατασκευών. Μέσα από αυτή τη διαβούλευση θα πρέπει να προκύψουν οι λεπτομέρειες του παραπάνω προτεινόμενου σχήματος, όπως βάρη και κριτήρια για κάθε κατηγορία κτιρίου κ.ά.

Επίσης, μέχρι τη νομοθετική επικύρωση του παραπάνω σχήματος μπορεί να προωθηθεί η εθελοντική αυτό-πιστοποίηση του κτιρίου από τον ίδιο κατασκευαστή. Έτσι, κατασκευαστές που θα πιστοποιήσουν τα κτίριά τους βάσει του εργαλείου SUSCON μέσα σε ένα έτος πριν την εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας, θα απολαμβάνουν τα οφέλη που θα προβλέπονται από τη σχετική νομοθεσία. Η εφαρμογή του συστήματος περιβαλλοντικής πιστοποίησης κτιρίων μπορεί αρχικά να εφαρμοστεί για κτίρια του δημόσιου τομέα, καθώς και για κτίρια ενός μεγέθους και πάνω έτσι ώστε να υπάρχει μια περίοδος εκτίμησης των επιπτώσεων μιας τέτοιας πιστοποίησης στην αγορά. Η περιβαλλοντική πιστοποίηση των κτιρίων μπορεί επίσης να παραμείνει – τουλάχιστον για ένα διάστημα αρχικά – σε εθελοντική βάση αρκεί να στηρίζεται στη νομοθεσία και να συνδέεται με κίνητρα και οφέλη για τους ενδιαφερόμενους.



Σχήμα V-3. Προτεινόμενο σχήμα πιστοποίησης περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων.

Η χώρα μας οφείλει να μην μένει στην παθητική παρακολούθηση της κοινοτικής νομοθεσίας, που και αυτή γίνεται εν γένει με μεγάλη καθυστέρηση, αλλά να προχωρήσει ένα βήμα μπροστά στην συνολική περιβαλλοντική και οικονομική αξιολόγηση των κτιρίων. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να προωθηθεί με εθελοντική εφαρμογή ενός εργαλείου όπως το SUSCON, με την προϋπόθεση ότι σε περίπτωση εφαρμογής η νομοθεσία θα προβλέπει σχετικά οφέλη-κίνητρα. Έτσι, η αγορά θα μπορούσε να παρακινηθεί σε κατασκευές πιο φιλικές προς το περιβάλλον και ταυτόχρονα να συσσωρευόταν η κατάλληλη γνώση και εμπειρία πριν την υποχρεωτική εφαρμογή ενός σχήματος συνολικής αξιολόγηση των κατασκευών στην Ελλάδα σε πλήρη κλίμακα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arena A.P. and de Rosa C., Life cycle assessment of energy and environmental implications of the implementation of conservation technologies in school buildings in Mendoza—Argentina, *Building and Environment*, vol. 38, 2003, 359-368.

Assefa G., Glaumann M., Malmqvist T., Kindembe B., Hult M., Myhr U. and Eriksson O., Environmental assessment of building properties-Where natural and social sciences meet: The case of EcoEffect, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 1458-1464.

Balaras C.A., Gaglia A.G., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y. and Lalas D.P., European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 1298-1314.

Balaras C.A., Dascalaki E., Gaglia A. and Droutsas K., Energy conservation potential, HVAC installations and operational issues in Hellenic airports, *Energy and Buildings*, vol. 35, 2003, 1105-1120.

Blassingame L., Sustainable cities: Oxymoron, Utopia, or inevitability, *Journal of Social Sciences*, vol. 35 (1), 1-13.

Borg M., *Environmental Assessment of Materials, Components and Buildings*, Διδακτορική Διατριβή, Στοκχόλμη, 2001.

Burnett J., City buildings – Eco-labels and shades of green!, *Landscape and Urban Planning*, vol. 83, 2007, 29-38.

Chrisna du Plessis, *The environmental impact of buildings*, Programme for Sustainable Human Settlements, 2002.

Citherlet S. and Hand J., Assessing energy, lighting, room acoustics, occupant comfort and environmental impacts performance of building with a single simulation program, *Building and Environment*, vol. 37, 2002, 845-856.

Clift R., Climate change and energy policy: The importance of sustainability arguments, *Energy*, vol. 32, 2007, 262-268.

Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), ΥΠΕΧΩΔΕ, Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, Ιούνιος 2000.

Dincer I., On thermal energy storage systems and applications in buildings, *Energy and Buildings*, vol. 34, 2002, 377-388.

Ding G.K.C., Sustainable construction—The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management*, vol. 86, 2008, 451–464.

Δρούτσα Πόπη και Γαγλία Αθηνά, Δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια – Επιθεωρήσεις κτιρίων, *Δελτίο Πανελληνίου Συλλόγου Χημικών Μηχανικών*, Τεύχος 184, Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2008.

Erlandsson M. and Borg M., Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services-today practice and development needs, *Building and Environment*, vol. 38, 2003, 919-938.

Erlandsson M. and Levin P., Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale, *Building and Environment*, vol. 39, 2004, 1453-1465.

Girardet H., Cities, people, planet. Liverpool (UK) Schumacher Lectures, Urban Sustainability, April 2000. http://www.schumacher.org.uk/transcripts/schumlec00_Liv_CitiesPeoplePlanet_HerbertGirardet.pdf.

Gonzalez M.J. and Navarro J.G., Assessment of the decrease of CO₂ emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact, *Building and Environment*, vol. 41, 2006, 902-909.

Hyde R. and Watt M., Environmental assessment and the building design process: a case study of the green globe design and construct standard, 4th Australian LCA Conference, Sydney, February 2005.

Ipekoglu B., Boke H. and Cizer O., Assessment of material use in relation to climate in historical buildings, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 970-978.

Koroneos C. and Kottas G., Energy consumption modeling analysis and environmental impact assessment of model house in Thessaloniki-Greece, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 122-138.

Koroneos C. and Dompros A., Environmental assessment of brick production in Greece, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 2114-2123.

Kotzias D., Indoor air and human exposure assessment – needs and approaches, *Experimental and Toxicologic Pathology*, vol. 57, 2005, 5-7.

Lee W.L. and Yik F.W.H., Regulatory and voluntary approaches for enhancing energy efficiencies of buildings in Hong Kong, *Applied Energy*, vol. 71, 2002, 251-274.

Lee W.L., Chau C.K., Yik F.W.H., Burnett J. and Tse M.S., On the study of the credit-weighting scale in a building environmental assessment scheme, *Building and Environment*, vol. 37, 2002, 1385-1396.

Lee W.L., Yik F.W.H. and Burnett J., Assessing energy performance in the latest versions of Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK-BEAM), *Energy and Buildings*, vol. 39, 2007, 343-354.

Μαυρόγιαννος Μ.Π., Ανάπτυξη Οικολογικών Κριτηρίων Σχεδιασμού στον Κατασκευαστικό Τομέα, Μεταπτυχιακό Εργασία στο Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» του Ε.Μ.Π., Αθήνα, Οκτώβριος 2007.

Μπαλαράς Κωνσταντίνος, Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2001.

Myhr U. and Johansson R., EcoEffect for outdoor environments; the process of tool development, *Environmental Impact Assessment Review*, vol. xx, 2007, xxx-xxx.

National Academy of Sciences, Institute of Medicine, *Clearing the Air: Asthma and Indoor Air*

Exposures, 2000. (<http://www.iom.edu/report.asp?id=5511>)

National Center for Health Statistics, Center for Disease Control, National Health Interview Survey (NHIS).

(<http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/asthma/asthma.htm>)

Olesen B.W., The philosophy behind EN15251: Indoor environmental criteria for design and calculation of energy performance of buildings, *Energy and Buildings*, vol. 39, 2007, 740-749.

Olgay V. and Herdt J., The application of ecosystems services criteria for green building assessment, *Solar Energy*, vol. 77, 2004, 389-398.

Patel Z., Of questionable value: The role of practitioners in building sustainable cities, *Geoforum*, vol. 37, 2006, 682-694.

San-Jose J.T., Losada R., Cuadrado J. and Garrucho I., Approach to the quantification of the sustainable value in industrial buildings, *Building and Environment*, vol. 42, 2007, 3916-3923.

Santamouris M., Pavlou C., Doukas P., Mihalakakou G., Synnefa A., Hatzibiros A. and Patargias P., Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece, *Energy*, vol. 32, 1781-1788.

Scheuer C., Keoleian G.A. and Reppe P., Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications, *Energy and Buildings*, vol. 35, 2003, 1049-1064.

Schiopu N., Jayr E., Mehu J., Barna L. and Moszkowicz P., Horizontal environmental assessment of building products in relation to the construction products directive (CPD), *Waste Management*, vol. 27, 2007, 1436-1443.

Spala A., Bagiorgas H.S., Assimakopoulos M.N., Kalavrouziotis J., Matthopoulos D., Mihalakakou G., On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece, *Renewable Energy*, vol. 33, 2008, 173-177.

SUSCON, Πρόγραμμα LIFE - «Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα» μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων», Βέλτιστες Πρακτικές Οικολογικού Σχεδιασμού στον Κατασκευαστικό Κλάδο, Αθήνα, Δεκέμβριος 2007.

SUSCON, Πρόγραμμα LIFE - «Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα» μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων», Ecodesign criteria study, Αθήνα, Μάρτιος 2007.

SUSCON, Πρόγραμμα LIFE - «Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα» μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων», Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο, Αθήνα, Μάρτιος 2006.

Τσεσμελή Σοφία, «Ενεργειακή ζήτηση: Κτιριακός τομέας – πλαίσιο θεώρησης», Διατριβή στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση, Μυτιλήνη, Μάρτιος 2006.

Τσιπήρας Κώστας και Θέμης, Οικολογική Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος, Αθήνα, Ιανουάριος 2005.

Tyler Myller, Βιώνοντας στο Περιβάλλον, 2000.

United Nations, Our Common Future – The Brundtland Report, UN, New York, 1987.

United Nations, The Rio Declaration on Environment and Development, Report of the UN conference on Environment and Development in Rio de Janeiro, Brazil, UN, New York, 1992.

United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, UN, New York, 1997.

U.S. Department of Agriculture, National Resources Conservation Service, Developed land is defined as a combination of land cover/use categories: large urban and built-up areas, small built-up areas, and rural transportation land, National Resources Inventory, 2002.

(<http://www.nrcs.usda.gov/technical/land/nri02/nri02lu.html>)

U.S. Department of Commerce, Census Bureau, General Housing Characteristics: 2000, 2000.

(http://factfinder.census.gov/servlet/GCTTable?_bm=y&-geo_id=01000US&-

_box_head_nbr=GCT-H5&-ds_name=DEC_2000_SF1_U&-_lang=en&-format=US-9&-sse=on)

U.S. Department of Commerce, Census Bureau, Annual Housing Starts (1978-2003), September 2004. (<http://www.census.gov/const/www/newresconstindex.html>)

U.S. Department of Commerce, Manufacturing and Construction Division, Census Bureau, C-Series Reports, 1995.

U.S. Department of Education, National Center for Educational Statistics, Common Core Data, 2002. (http://nces.ed.gov/programs/digest/d02/list_tables1.asp#c1_1)

U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, Commercial Buildings Energy Consumption Survey, 1999. (<http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/char99/intro.html>)

U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, Annual Energy Review 2003, DOE/EIA-0384(2003), September 2003.
(<http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/multifuel/038402.pdf>.)

U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2002. DOE/EIA-0573(2002), October 2003.
(<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/index.html>)

U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, Life Cycle Assessment Tools to Measure Environmental Impacts: Assessing Their Applicability to the Home Building Industry, Washington, December 2001.

U.S. Environmental Protection Agency, The Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study, EPA 600/S6-87/002, 1987. (<http://www.epa.gov/ncepihom>)

U.S. Environmental Protection Agency, National Residential Radon Survey: Summary Report, EPA 402-R-92-011, October 1992.

U.S. Environmental Protection Agency, Indoor Environments Division, Indoor Environments Division Web site, 1992. (<http://www.epa.gov/iaq>)

U.S. Environmental Protection Agency, Respiratory Health Effects of Passive Smoking: Lung

Cancer and Other Disorders, 1993.

U.S. Environmental Protection Agency, National Survey of Lead-Based Paint in Housing, 1995. (<http://www.epa.gov/lead/r95-003.pdf>)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Building-related construction & demolition debris includes debris from building construction, renovation and demolition, but does not include debris related to road, bridge or other infrastructure development. Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States, July 1998. (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf>)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States, July 1998. (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf>)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States, July 1998. (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf>)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States, July 1998. (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d-rpt.pdf>)

U.S. Environmental Protection Agency, The National Water Quality Inventory: 2000, Report to Congress, 2000. (<http://www.epa.gov/305b/2000report/>)

U.S. Environmental Protection Agency, EPA Assessment of Risks from Radon in Homes, June 2003, (http://www.epa.gov/radon/risk_assessment.html)

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Municipal Solid Waste in the United States: 2001 Facts and Figures, October 2003. (<http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/msw99.htm>)

U.S. Environmental Protection Agency, Green Building Workgroup, Building and the

Environment: A Statistical Summary, December 2004.

U.S. Geological Survey, Estimated Water Use in the United States in 1995.

(<http://water.usgs.gov/watuse/pdf1995/html/>)

U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency, (1996), Sustainable Building Technical Manual - Green Building Design, Construction, and Operations, <<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=212>>, <http://www.wbdg.org/ccb/browse_doc.php?d=4156>

Vakili-Ardebili A. and Boussabaine A.H., Application of fuzzy techniques to develop an assessment framework for building design eco-drivers, Building and Environment, vol. 42, 2007, 3785-3800.

Wang W., Zmeureanu R. and Rivard H., Applying multi-objective genetic algorithms in green building design optimization, Building and Environment, vol. 40, 2005, 1512-1525.

Wedding G.C. and Crawford-Brown D., Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building, Journal of Environmental Management, vol. 85, 2007, 483-495.

Wong L.T., Mui K.W. and Hui P.S., A statistical model for characterizing common air pollutants in air-conditioned offices, Atmospheric Environment, vol. 40, 2006, 4246-4257.

Wu X., Zhang Z. and Chen Y., Study of the environmental impacts based on the "green tax"-applied to several types of building materials, Building and Environment, vol. 40, 2005, 227-237.

Zimmermann M., Althaus H.-J. and Haas A., Benchmarks for sustainable construction. A contribution to develop a standard, Energy and Buildings, vol. 37, 2005, 1147-1157.

Zhang Z., Wu X., Yang X. and Zhu Y., BEPAS-a life cycle building environmental performance assessment model, Building and Environment, vol. 41, 2006, 669-675.