

# Οικολογική σήμανση στα κτίρια: Επιλογή κριτηρίων περιβαλλοντικής διαχείρισης

Ε. Γιαμά<sup>1</sup> και Α.Μ. Παπαδόπουλος

*Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ., Θυρίδα 483, ΤΚ 541 24 Θεσσαλονίκη*

<sup>1</sup>*Email: [fgiama@aix.meng.auth.gr](mailto:fgiama@aix.meng.auth.gr), τηλ: 2310996060, fax: 2310996012*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι κατασκευές αποτελούν συστήματα που συνδέονται με τη χρήση ενέργειας, φυσικών πόρων και υλικών σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους, από το σχεδιασμό και την κατασκευή μέχρι τη λειτουργία και την αποδόμησή τους. Ιδιαίτερα οι κτιριακές κατασκευές συμπεριλαμβάνουν εκτός των άλλων και παραμέτρους που σχετίζονται με κοινωνικά θέματα. Δεν αποτελούν απλώς τεχνικά έργα, αλλά εκφράζουν ανάγκες, τρόπους και στάσεις ζωής, επιθυμία για ποιότητα και πολιτισμό. Ένα κτίριο είναι ένα σύστημα διεργασιών, το οποίο είναι σκόπιμο να εξεταστεί και να αξιολογηθεί όχι μόνο βάσει οικονομικών και κατασκευαστικών κριτηρίων, αλλά και βάσει παραμέτρων που αφορούν συνολικά την κατανάλωση ενέργειας, την επίπτωση στο περιβάλλον, αλλά και την υγιεινή, την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής που παρέχει στους χρήστες του. Κατά συνέπεια, το κτίριο είναι ένα δυναμικό σύστημα που βρίσκεται σε διαρκή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στην εφαρμογή νέων πρακτικών που αποσκοπούν στην ολοκληρωμένη διαχείριση των κτιρίων. Παρουσιάζει την προοπτική επέκτασης των εφαρμογών του Οικολογικού Σήματος στα κτίρια, την εισαγωγή προτύπων ISO με στόχο την βιωσιμότητα στις κατασκευές και την εναρμόνιση αυτών με την υπάρχουσα ενεργειακή νομοθεσία. Λαμβάνοντας υπόψη τη συνθετότητα του ζητήματος, τις σύγχρονες απαιτήσεις και επιδιώξεις προτείνονται κριτήρια και συγκεκριμένη μεθοδολογία για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη της ιδέας των βιώσιμων κατασκευών στον κτιριακό τομέα πέρασε διάφορα στάδια ξεκινώντας από το μοντέλο της παραδοσιακής κατασκευής με βασικά κριτήρια το κόστος, την ποιότητα και το χρόνο ολοκλήρωσης των κατασκευών, στη συνέχεια αναπτύχθηκε η ιδέα της βιωσιμότητας αρχικά σε τοπική κλίμακα, εισάγοντας κριτήρια στο σχεδιασμό και στην κατασκευή

που αφορούσαν στο χρήση πόρων, στις εκλυόμενες εκπομπές και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο φυσικό οικοσύστημα. Τα κριτήρια αυτά ήρθαν να συνυπολογιστούν στα κριτήρια των παραδοσιακών κατασκευών και να εισαγάγουν την έννοια της περιβαλλοντικής διάστασης στον τομέα των κατασκευών. Στις μέρες μας, η ιδέα της βιωσιμότητας λαμβάνει πλέον παγκόσμια διάσταση στον τομέα των κατασκευών, όπου διερευνώνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα, όπως για παράδειγμα η στην αλλαγή κλίματος, στη βιοποικιλότητα.

Τα σημαντικότερα πεδία σε ό,τι αφορά στη βιωσιμότητα των κατασκευών στον κτιριακό τομέα είναι:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η χρήση των υδάτινων πόρων.
- Η ποιότητα αέρα στο εσωτερικό των χώρων.
- Ο προσδιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τον κύκλο ζωής των δομικών υλικών.

Γενικά βέβαια, η διαδικασία της κατασκευής είναι ένα εξαιρετικά περίπλοκο ζήτημα καθώς περιλαμβάνει πολλά στάδια, από τον αρχικό σχεδιασμό μέχρι και την κατεδάφιση, και κατά συνέπεια εμπλέκει και πολλά ενδιαφερόμενα μέρη, εθνικές και τοπικές κυβερνήσεις, μηχανικούς, κατασκευαστές, εργολάβους, προμηθευτές υλικών, αγοραστές, χρήστες. Οι ομάδες αυτές έχουν διαφορετική αντίληψη για την έννοια της βιωσιμότητας και θέτουν διαφορετικές προτεραιότητες για την επίτευξή της. Για παράδειγμα, οι εθνικές και τοπικές κυβερνήσεις εστιάζουν το ενδιαφέρον στην ανάπτυξη συγκεκριμένων πολιτικών και σχεδίων για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην παγκόσμια μεταβολή του κλίματος. Ο μηχανικός ενδιαφέρεται κυρίως για κτίρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και ο χρήστης για καλή ποιότητα αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Επιπλέον, υπάρχουν διαθέσιμα πολλά περιβαλλοντικά εργαλεία, πρότυπα πιστοποίησης αλλά και σχετική ευρωπαϊκή ή και εθνική νομοθεσία με κοινό στόχο την αξιολόγηση και βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των κτιρίων. Τα εργαλεία αυτά στόχος είναι να συνεργαστούν προκειμένου να επιτευχθεί ολοκληρωμένη περιβαλλοντική διαχείριση των κατασκευών στον κύκλο ζωής τους και να συνυπολογισθούν κριτήρια όπως η ποιότητα ζωής των χρηστών καθώς και κοινωνικό-οικονομικά θέματα. Η βιωσιμότητα λοιπόν είναι ένα περίπλοκο ζήτημα, το οποίο αναμφισβήτητα επηρεάζει με τον ένα ή τον άλλο τρόπο μεγάλο μέρος του κοινωνικού συνόλου. Στη λογική αυτή θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά εργαλεία αλλά και η διαμόρφωση προτύπων ISO στην προσπάθεια να δοθούν ολοκληρωμένες λύσεις παγκόσμιας εμβέλειας με συνυπολογισμό της εθνικής νομοθεσίας ανά περιβαλλοντική πτυχή με σκοπό την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική διαχείριση στα κτίρια.

## 2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ο σχεδιασμός και η διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι αλληλένδετες διεργασίες, κατά τις οποίες τα αποτελέσματα της μιας ανάλυσης τροφοδοτούν με δεδομένα μία άλλη. Αυτή η διαδικασία πολλές φορές οδηγεί στην απαίτηση περισσότερων πληροφοριών και τη συνεργασία περισσότερων από ένα εργαλείων. Τα περιβαλλοντικά εργαλεία στηρίζονται στις θεωρίες. Τα εργαλεία διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες στα «αναλυτικά εργαλεία» (analytical tools) και στα «εργαλεία διεργασιών» (procedural tools). Με τα αναλυτικά εργαλεία υπολογίζουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις συγκεκριμένων προϊόντων, διεργασιών, ενώ τα εργαλεία διεργασιών εφαρμόζουν συγκεκριμένα βήματα και οδηγίες και βοηθούν τους οργανισμούς στη λήψη αποφάσεων με στόχο τη διαρκή βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης. Όλα τα εργαλεία υποστηρίζονται από τεχνικά στοιχεία π.χ. λογισμικά, μοντέλα, των οποίων η εφαρμογή και αξιοπιστία εξαρτάται από την εισαγωγή των αρχικών δεδομένων (Jonsson, 2000).

Οι σημαντικότερες και περισσότερο διαδεδομένες από πλευράς εφαρμογών μεθοδολογίες, στη δομή των οποίων στηρίζονται τα «αναλυτικά εργαλεία» είναι: η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment LCA), ο Υπολογισμός Ροής Υλικών (Material Flow Accounting MFA), η Εισροή Υλικών ανά Μονάδα Υπηρεσίας (Material Intensity per Service Unit MIPS), η Αθροιστική Ανάλυση Ενεργειακών Αναγκών (Cumulative Energy Requirements Analysis CERA), η Ανάλυση

Περιβαλλοντικών Εισροών/Εκροών (Environmental Input/Output Analysis IOA), η Εκτίμηση Περιβαλλοντικού Κινδύνου (Environmental Risk Assessment ERA), τα Εργαλεία για Οικολογικό Σχεδιασμό (Checklists for Eco-design), η Εκτίμηση Κόστους Κύκλου Ζωής (Life Cycle Costing LCC), ο Υπολογισμός Ολικού Κόστους (Total Cost Accounting TCA) και η Ανάλυση Κέρδους Κόστους (Cost Benefit Analysis CBA) (Todd, 2001).

Σε αντιστοιχία οι πιο γνωστές μεθοδολογίες διεργασιών είναι: τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (Environmental Management Systems EMS), οι Περιβαλλοντικές Επιθεωρήσεις (Environmental Audits), η Αξιολόγηση Περιβαλλοντικής Επίδοσης (Environmental Performance Evaluation), η Περιβαλλοντική Σήμανση (Environmental Labelling), ο Οικολογικός Σχεδιασμός (Eco-Design), η Πράσινη Προμήθεια (Green Procurement), το Σύστημα Ολικής Ποιότητας και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (Total Quality Environmental Management TQEM), τα Συστήματα Αξιολόγησης (Rating Systems) (Scheuer, 2002).

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται:

- η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ) που αποτελεί την πλέον δημοφιλή προσέγγιση των περιβαλλοντικών θεμάτων
- τα δημοφιλέστερα Συστήματα Αξιολόγησης (ΣΑ) η δομή των οποίων αποτελεί την πρώτη ουσιαστική προσέγγιση της ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής διαχείρισης στα κτίρια
- και τα πρότυπα ISO που έχουν διαμορφωθεί προκειμένου να δώσουν παγκόσμια εμβέλεια στην περιβαλλοντική αξιολόγηση και μία κοινή γλώσσα αναφοράς για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση στον τομέα των κτιριακών κατασκευών.

### 2.1 Εφαρμογή της AKZ στα κτίρια

Η επιδίωξη κατά την εφαρμογή της AKZ σε ένα κτίριο εστιάζει το βάρος κυρίως στην εξοικονόμηση ενέργειας και ειδικότερα στη λειτουργία του κτιρίου, στην εφαρμογή θερμομόνωσης, στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Από την άλλη, η εφαρμογή της AKZ σε υλικά έχει ως στόχο τον εντοπισμό υλικών με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την εισαγωγή στην αγορά καινοτόμων προϊόντων δόμησης, αποδοτικών και φιλικών προς το περιβάλλον. Επιπλέον, το υπό μελέτη σύστημα των υλικών είναι σαφέστατα πιο απλοποιημένο σε σχέση με του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, οι βασικές φάσεις στο σύστημα περιβαλλοντικής αξιολόγησης του υλικού είναι: η χρήση πρώτων υλών, η παραγωγική διαδικασία, η τοποθέτηση και η τελική διάθεση. Αντίστοιχα, το υπό μελέτη σύστημα για το κτίριο περιλαμβάνει: χρήση πρώτων υλών, κατασκευή, λειτουργία, επισκευή - ανακαίνιση, κατεδάφιση. Ο όγκος πληροφορίας και αρχικών δεδομένων για το κτίριο απαιτεί διάφορες πηγές για παράδειγμα, αρχιτέκτονες, κατασκευαστές, μηχανικούς, χρήστες, ερευνητές, ενώ για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των δομικών υλικών αρκεί η χρήση πληροφοριών από τη βιομηχανία.

Ουσιαστικά, κατά την ανάλυση του κτιρίου σε επιμέρους φάσεις μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικές διεργασίες, οι οποίες όμως σίγουρα μπορούν να υποδιαιρεθούν και σε άλλες υποδιεργασίες (Papadopoulos and Giama, 2006). Πιο συγκεκριμένα:

- Φάση κατασκευής: Στη φάση κατασκευής ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην επιλογή, χρήση και αξιολόγηση των υλικών. Επίσης, στο στάδιο αυτό σημαντική συμβολή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχει και η διαδικασία μεταφοράς των υλικών αλλά και οι διεργασίες κατασκευής ενός κτιρίου.
- Φάση λειτουργίας κτιρίου: Στη φάση λειτουργίας αναλύονται οι λειτουργίες (φωτισμός, χρήση ηλεκτρικών συσκευών, κ.τ.λ.) και τα συστήματα (ψύξης, θέρμανσης, κλιματισμού, χρήσης ζεστού νερού, κ.τ.λ.) ενός κτιρίου.
- Φάση τελικής διάθεσης: Ουσιαστικά σε αυτή τη φάση μελετάται η τελική διάθεση των υλικών κατασκευής αλλά και των υλικών λειτουργίας του κτιρίου (υιοθέτηση χωριστών χώρων συλλογής αποβλήτων, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, κ.τ.λ.).

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας της AKZ στα κτίρια μπορεί να χωριστεί σε τρία βασικά επίπεδα ανάλυσης AKZ:

- Σε δομικά υλικά.

- Σε κατασκευαστικές διατομές.
- Στο σύνολο της κατασκευής του κτιρίου.

Είναι φανερό πως υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης του ζητήματος της περιβαλλοντικής αξιολόγησης των κτιρίων και διάφορα επίπεδα ανάλυσης.

## 2.2 Συστήματα Αξιολόγησης (ΣΑ)

Τα ΣΑ είναι περιβαλλοντικά εργαλεία διαχείρισης, που στόχο έχουν τη βιωσιμότητα με παράλληλα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Τα ΣΑ αποτελούν ολοκληρωμένα εργαλεία, τα οποία στηρίζονται σε άλλες μεθοδολογίες και διαχειριστικά εργαλεία. Για παράδειγμα πολλά από τα ΣΑ στηρίζονται στη μεθοδολογία της ΑΚΖ και στα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Επιπλέον, τα ΣΑ βασίζονται στη φιλοσοφία των ενεργειακών ελέγχων, επεκτείνονται όμως και σε άλλα περιβαλλοντικά θέματα όπως τη χρήση νερού, την ποιότητα εσωτερικού αέρα, την επιλογή υλικών, τη διαχείριση αποβλήτων κ.α.

Είναι ουσιαστικά συστήματα των οποίων η δομή στηρίζεται στη συλλογή μονάδων και έχουν σχεδιαστεί για να αξιολογούν νέα και υφιστάμενα κτίρια με βάση συγκεκριμένο πρότυπο αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδοσης. Ο βιώσιμος σχεδιασμός στοχεύει στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών θεμάτων στον κύκλο ζωής των κτιρίων και συγκεκριμένα στο στάδιο του σχεδιασμού, της κατασκευής και της λειτουργίας. Βασικά κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνται και επιλέγονται τα ΣΑ είναι τα ακόλουθα (Fowler, 2006; Papadopoulos and Giama, 2009):

Μία ουσιαστική διαφορά των ΣΑ έγκειται στους βαθμούς που δίνει το εκάστοτε σύστημα αξιολόγησης ανά περιβαλλοντική πτυχή.

Τα ΣΑ εμφανίζουν κοινή μεθοδολογία αξιολόγησης, βασίζονται στις αρχές του οικολογικού σχεδιασμού διαφοροποιούνται όμως ως προς την κατηγοριοποίηση των κριτηρίων αξιολόγησης σε περιβαλλοντικές πτυχές, το σύστημα βαθμολόγησης και το εύρος βαθμολογίας των κριτηρίων. Για παράδειγμα, το ΣΑ GBTOOL δεν περιλαμβάνει χωριστά την περιβαλλοντική πτυχή ‘χρήση υλικών’ όπως το LEED και το BREEAM, ενσωματώνει όμως το κριτήριο που αφορά στη χρήση υλικών στην περιβαλλοντική πτυχή ‘κατανάλωση ενέργειας και πόρων’. Επίσης τα ΣΑ LEED και BREEAM δίνουν έμφαση στα κτίρια αξιολόγησης που αφορούν στις μεταφορές για παράδειγμα τη χρήση μέσων μαζικής συγκοινωνίας, την ύπαρξη χώρων παρκινγκ στα κτίρια όχι μόνο για τα οχήματα των χρηστών αλλά και για τα ποδήλατα.

## 2.3 Πρότυπα πιστοποίησης

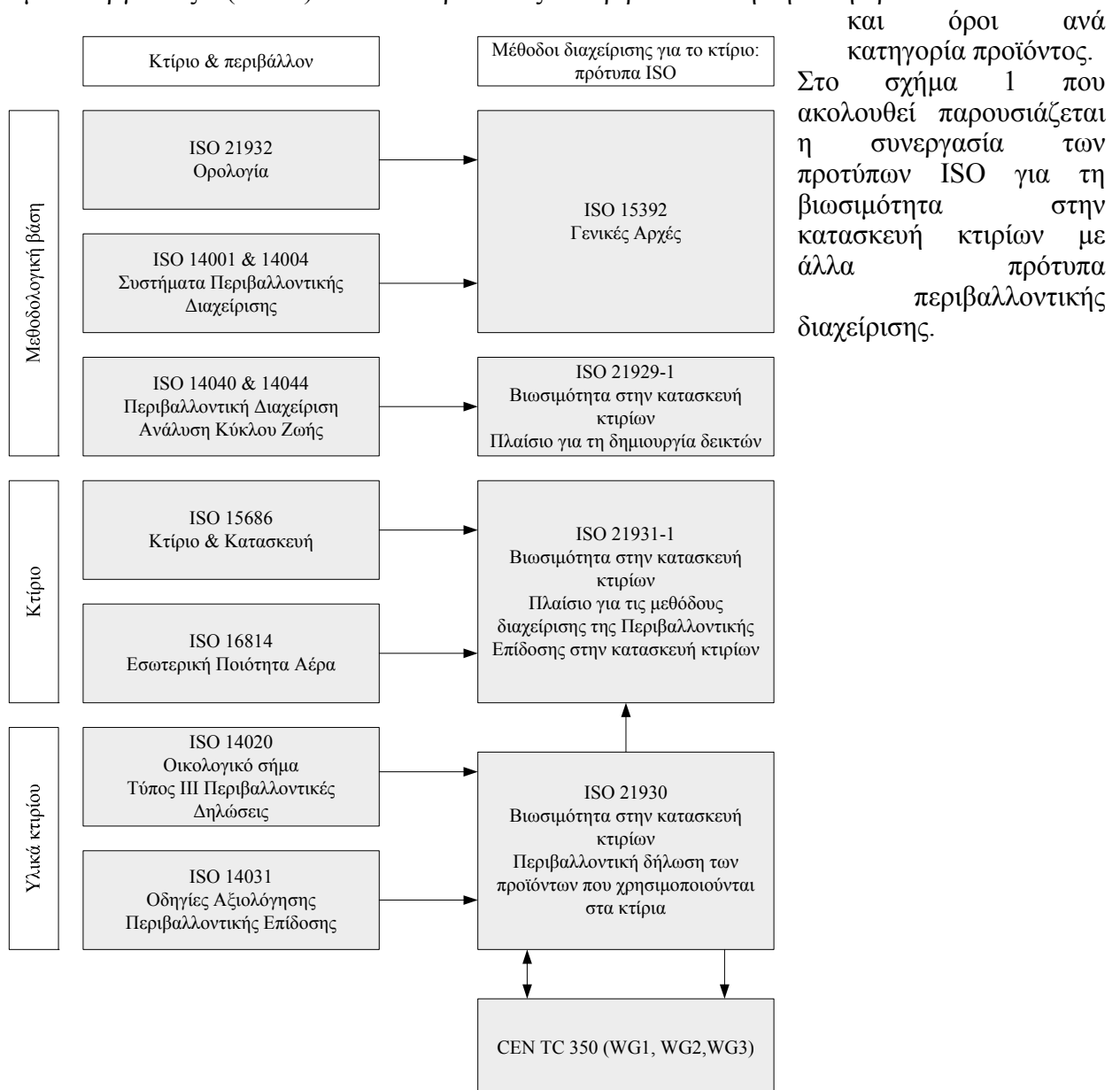
Για το περίπλοκο ζήτημα της ολοκληρωμένης αξιολόγησης κτιρίων δημιουργήθηκαν διεθνή πρότυπα, πιο συγκεκριμένα ο Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης ISO έχει εκδόσει τεχνικές προδιαγραφές πιστοποιήσεων κατά ISO Με στόχο τη ‘Βιωσιμότητα στην κατασκευή κτιρίων’, αναλυτικότερα:

- *ISO 21931-1:2010*, Βιωσιμότητα στην κατασκευή κτιρίων – Πλαίσιο για τις μεθόδους διαχείρισης της περιβαλλοντικής επίδοσης στην κατασκευή κτιρίων – Μέρος πρώτο: Κτίρια (Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works – Part 1: Buildings). Το πρότυπο αφορά νέα και υφιστάμενα κτίρια και έρχεται να καλύψει το κενό μεταξύ των τοπικών και εθνικών εργαλείων δίνοντας και των παγκόσμια πλέον ισχύ στις εφαρμογές τους. Φιλοδοξεί να αποτελέσει κοινό τόπο αναφοράς για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση στα κτίρια περιλαμβάνοντας όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του κτιρίου από το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία, την επισκευή και την τελική αποδόμηση του κτιρίου εξασφαλίζοντας ότι το ‘προϊόν’ κτίριο πληρεί συγκεκριμένες περιβαλλοντικές προδιαγραφές και εξασφαλίζει ποιότητα ζωής στους χρήστες του. Το συγκεκριμένο πρότυπο στηρίζεται στις προδιαγραφές των προτύπων της σειράς ISO 14020 για το Οικολογικό Σήμα όπως και στη σειρά προτύπων ISO 14040 για τη Μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής καθώς και τη σειρά προτύπων ISO 15392 για την θέσπιση γενικών αρχών σχετικά με τη βιωσιμότητα στις κατασκευές κτιρίων.

- *ISO 21930:2007*, Βιωσιμότητα στην κατασκευή κτιρίων – Περιβαλλοντική δήλωση των προϊόντων που χρησιμοποιούνται στα κτίρια (Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products). Το πρότυπο περιγράφει τις αρχές και το πλαίσιο περιβαλλοντικών δηλώσεων προϊόντων που περιέχονται στα κτίρια λαμβάνοντας υπόψη το κύκλο ζωής ενός κτιρίου. Το πρότυπο αυτό επιδιώκει να αποτελέσει τη βάση για τον Τύπο III (Type III) των περιβαλλοντικών δηλώσεων προϊόντων που περιγράφεται στο ISO 14025:2006, Περιβαλλοντική Σήμανση – Τύπος III περιβαλλοντικών δηλώσεων – Αρχές και Διαδικασίες (Environmental Labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures).
- *ISO 23045:2008*, Περιβαλλοντικός σχεδιασμός κτιρίων – Οδηγίες για την ενεργειακή επίδοση νέων κτιρίων (Building environmental design – Guidelines to assess energy efficiency of new buildings). Το πρότυπο θέτει τις απαιτήσεις κατά το σχεδιασμό νέων κτιρίων έτσι ώστε να κατασκευαστούν ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έτσι όπως ορίζει η νομοθεσία και το πρότυπο.

Σε ευρωπαϊκή κλίμακα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) και συγκεκριμένα η Τεχνική Επιτροπή 350 (TC) ασχολείται με τη βιωσιμότητα στα κτίρια και έχει διαμορφώσει τρεις Ομάδες Εργασίας (WG) με τα παρακάτω γνωστικά αντικείμενα:

- Ομάδα Εργασίας 1 (WG 1): Περιβαλλοντική επίδοση κτιρίων – Πλαίσιο για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική διαχείριση κτιρίων.
- Ομάδα Εργασίας 2 (WG 2): Περιγραφή του κύκλου ζωής του κτιρίου – Προσδιορισμός της περιβαλλοντικής επίδοσης του κτιρίου – Υπολογιστικοί μέθοδοι.
- Ομάδα Εργασίας 3 (WG 3): Επίπεδο προϊόντος – Περιβαλλοντική δήλωση προϊόντων – Πλαίσιο



Σχήμα 1. Πρότυπα ISO για τη βιωσιμότητα των κτιρίων

Περιβαλλοντικές πτυχές	BREEAM	LEED	CASBEE	GBT001 2005	ISO 21931-1
Διαχείριση	Διαχείριση	Διαχείριση	Ποιότητα στην πηρεσία	Λειτουργικότητα Διαχείριση	Διαχείριση Ανάλυση Κύκλου Ζωής
Χρήση γης	Χρήση γης και Οικολογία Μεταφορές	Χρήση γης	Εξωτερικό περιβάλλον	Επιλογή οικοπέδου Σχεδιασμός κτιρίου	
Εσωτερική Ποιότητα Αέρα	Υγεία των χρηστών	Ποιότητα στο εσωτερικό περιβάλλον	Εσωτερικό περιβάλλον	Ποιότητα στο εσωτερικό περιβάλλον	Εσωτερικό περιβάλλον
Χρήση υλικών και ενέργειας	Χρήση ενέργειας Χρήση νερού Χρήση υλικών	Ενέργεια και ατμόσφαιρα Χρήση νερού Χρήση υλικών	Ενέργεια Χρήση πόρων και νερού	Χρήση ενέργειας και πόρων	Ενέργεια Απόβλητα Νερό Χρήση γης Υλικά Επιπτώσεις
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Ρύπανση - εμπεριέχονται στη χρήση γης και οικολογία		Επιπτώσεις στο περιβάλλον χώρο	Περιβαλλοντικά φορτία	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Κοινωνικό - οικονομικές πτυχές			Ποιότητα υπηρεσιών	Κοινωνικό - οικονομικές επιπτώσεις	
Καινοτομία στο σχεδιασμό - Ανακαίνιση		Ανακαίνιση			

Σχήμα 2. Συγκριτική αξιολόγηση ΣΑ και προτύπου ISO για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική διαχείριση κτιρίων

### 3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ: Η ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΟΔΗΓΕΙ ΣΕ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η πρώτη προσπάθεια για ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίου που συγχρόνως να οδηγεί σε πιστοποίηση και να έχει ευρωπαϊκή ισχύ είναι η απονομή Οικολογικού Σήματος στα τουριστικά καταλύματα.

Ο τουρισμός είναι μία δραστηριότητα σημαντικής εθνικής οικονομικής σημασίας με εξίσου σημαντικές επιδράσεις στο περιβάλλον καθώς συνδέεται με χρήση πρώτων υλών και ενέργειας. Το πλαίσιο εφαρμογής του Οικολογικού Σήματος προϋποθέτει την εφαρμογή συγκεκριμένων κριτηρίων ανά περιβαλλοντική πτυχή. Τα κριτήρια αποσκοπούν στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής του καταλύματος. Πιο συγκεκριμένα τα κριτήρια έχουν στόχο:

- την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας
- τη μείωση της κατανάλωσης νερού
- τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων
- την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και γενικότερα των ανανεώσιμων πόρων
- τη μείωση χρήσης ουσιών επιβλαβών για των περιβάλλον
- την προώθηση της περιβαλλοντικής ενημέρωσης και εκπαίδευσης.

Τα κριτήρια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες Α και Β. Στην κατηγορία Α ανήκουν τα υποχρεωτικά κριτήρια ανά περιβαλλοντική πτυχή και στην κατηγορία Β τα προαιρετικά. Η εφαρμογή των κριτηρίων διαπιστώνεται μετά τη διενέργεια επιθεωρήσεων από τον αρμόδιο φορέα. Η λογική που ακολουθείται είναι αυτή που εφαρμόζεται στα Συστήματα Αξιολόγησης. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συνοπτικά ανά περιβαλλοντική πτυχή τα υποχρεωτικά και τα προαιρετικά κριτήρια για την απονομή Οικολογικού Σήματος στα τουριστικά καταλύματα.

Πίνακας 1. Υποχρεωτικά κριτήρια ανά περιβαλλοντική πτυχή.

Περιβαλλοντική πτυχή	Κριτήριο
Χρήση ενέργειας	Ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές Άνθρακας και βαρέα κλάσματα πετρελαίου Απόδοση και παραγωγή θερμότητας Κλιματισμός Ενεργειακή απόδοση κτιρίων με βάση την εθνική νομοθεσία Μόνωση παραθύρων με βάση την εθνική νομοθεσία Διακοπή λειτουργίας της θέρμανσης ή του κλιματισμού Διακοπή φωτισμού Ενεργειακώς αποδοτικοί λαμπτήρες Εξωτερικές συσκευές θέρμανσης
Χρήση νερού	Παροχή νερού για βρύσες & ντους Κάλαθοι απορριμμάτων στα αποχωρητήρια Απόπλυση ουρητηρίων Αλλαγή πετσετών & σεντονιών Ορθή απομάκρυνση των λυμάτων
Χρήση απορρυπαντικών και απολυμαντικών	Απολυμαντικά
Παραγωγή και διαχείριση απορριμμάτων	Διαχωρισμός απορριμμάτων από τους επισκέπτες Διαχωρισμός απορριμμάτων Αναλώσιμα προϊόντα μιας χρήσης Συσκευασίες πρωινού
Άλλες υπηρεσίες	Απαγόρευση καπνίσματος σε κοινόχρηστους χώρους Δημόσιες συγκοινωνίες
Διαχείριση	Συντήρηση και επισκευές λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού Καθορισμός περιβαλλοντικής πολιτικής και προγράμματος δράσης Κατάρτιση προσωπικού Πληροφόρηση των επισκεπτών Στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και νερού. Συγκέντρωση άλλων δεδομένων Πληροφορίες που εμφανίζονται στο οικολογικό σήμα

Συνολικά τα υποχρεωτικά κριτήρια είναι 29 εκ των οποίων 10 αφορούν τη χρήση ενέργειας, 5 τη χρήση νερού, 7 γενικότερα θέματα διαχείρισης, 5 τη παραγωγή και διαχείριση απορριμμάτων και 2 άλλες υπηρεσίες.

Εκτός από τα υποχρεωτικά κριτήρια θα πρέπει το τουριστικό κατάλυμα να πληρεί και ορισμένα προαιρετικά κριτήρια τόσα ώστε να καλύψει τους 20 τουλάχιστον βαθμούς που απαιτούνται για την απονομή του Οικολογικού Σήματος (καθώς σε κάθε ένα από τα προαιρετικά κριτήρια αντιστοιχεί



και μία βαθμολογία). Η συνολική βέβαια βαθμολογία αυξάνεται κατά 3 βαθμούς στις περιπτώσεις που το τουριστικό κατάλυμα:

- περιλαμβάνει υπηρεσίες σίτισης (συμπεριλαμβανομένου και του πρωινού)
- δραστηριότητες αναψυχής και φυσικής κατάστασης (πισίνα, σάουνα και άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις). Ένα εντός των τουριστικών καταλυμάτων λειτουργεί και κέντρο ευεξίας (spa) η απαιτούμενη βαθμολογία αυξάνεται κατά 5 βαθμούς αντι για 3.
- περιλαμβάνει χώρους πράσινου.

Αναλυτικότερα, τα προαιρετικά κριτήρια και οι μέγιστοι προβλεπόμενοι βαθμοί ανά κριτήριο στον πίνακα 2 που ακολουθεί.

Πίνακας 2. Προαιρετικά κριτήρια και βαθμολογία ανά περιβαλλοντική πτυχή.

Περιβαλλοντική πτυχή	Κριτήριο	Βαθμολογία
Χρήση ενέργειας	Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	έως 4 βαθμοί
	Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	έως 2 βαθμοί
	Ενεργειακή απόδοση λέβητα	1,5 βαθμοί
	Εκπομπές NOx από τους λέβητες	1,5 βαθμοί
	Τηλεθέρμανση	1,5 βαθμοί
	Συνδυασμένη παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας	1,5 βαθμοί
	Αντλία θερμότητας	έως 2 βαθμοί
	Ανάκτηση θερμότητας	έως 1,5 βαθμοί
	Ρύθμιση θερμοκρασίας	1,5 βαθμοί
	Έλεγχοι ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	1,5 βαθμοί
	Κλιματισμός	έως 2 βαθμοί
	Αυτόματη διακοπή λειτουργίας κλιματισμού και συστημάτων θέρμανσης	1,5 βαθμοί
	Βιοκλιματική αρχιτεκτονική	3 βαθμοί
	Ενεργειακή απόδοση ψυγείων, φούρνων, πλυντηρίων πιάτων, πλυντηρίων ρούχων, περιστροφικών στεγνωτηρίων και εξοπλισμού γραφείου	3 βαθμοί το μέγιστο
	Ηλεκτρικοί στεγνωτήρες χεριών και μαλλιών με αισθητήρα απόστασης	έως 2 βαθμοί
	Σημείο τοποθέτησης ψυγείου	1 βαθμός
	Αυτόματος διακόπτης φωτισμού στα δωμάτια των επισκεπτών	1,5 βαθμοί
	Χρονοδιακόπτης σάουνας	1 βαθμός
	Θέρμανση πισίνας με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	έως 1,5 βαθμοί
	Αυτόματοι διακόπτες φωτισμού εξωτερικών χώρων	1,5 βαθμοί
Χρήση νερού	Χρήση βρόχινου και ανακυκλωμένου νερού	έως 4 βαθμοί
Αυτόματα συστήματα ποτίσματος των εξωτερικών χώρων	1,5 βαθμοί	
Παροχή νερού από τις βρύσες και τις κεφαλές των ντους	1,5 βαθμοί	
Απόπλυση αποχωρητηρίων	1,5 βαθμοί	
Κατανάλωση νερού από τα πλυντήρια πιάτων	1 βαθμός	
Κατανάλωση νερού από τα πλυντήρια ρούχων	1 βαθμός	
Θερμοκρασία και παροχή νερού από τις βρύσες	1 βαθμός	
Χρονοδιακόπτες καταιονιστήρων	1,5 βαθμοί	
Κάλυμμα πισίνας	1 βαθμός	
Αποπάγωση	1,5 βαθμοί	
Ενδείξεις σκληρότητας του νερού	έως 2 βαθμοί	

	Εξοικονόμηση νερού στα ουρητήρια	1,5 βαθμοί
	Χρήση αυτόχθονων φυτών για νέα φύτευση σε εξωτερικούς χώρους	1 βαθμός
Χρήση απορρυπαντικών και απολυμαντικών	Απορρυπαντικά	έως 3 βαθμοί
	Χρώματα και βερνίκια εσωτερικού και εξωτερικού χώρου	έως 2 βαθμοί
	Υποστήριξη εναλλακτικών μέσων έναντι των τεχνητών μέσων αφής ψησταριάς	1 βαθμός
	Πισίνες: Δόση απολυμαντικού ή φυσικές/οικολογικές πισίνες	1 βαθμός
	Μηχανικός καθαρισμός	1 βαθμός
	Οικολογικοί κήποι	2 βαθμοί
	Εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα	2 βαθμοί
Παραγωγή και διαχείριση απορριμμάτων	Λιπασματοποίηση	έως 2 βαθμοί
	Δοχεία αναψυκτικών μιας χρήσης	2 βαθμοί
	Διάθεση λιπών/ ελαίων	έως 2 βαθμοί
	Χρησιμοποιημένα υφάσματα, έπιπλα & άλλα προϊόντα	έως 2 βαθμοί
Άλλες υπηρεσίες	Εξωραϊσμός της στέγης	2 βαθμοί
	Περιβαλλοντική ενημέρωση και εκπαίδευση	έως 3 βαθμοί
	Απαγόρευση καπνίσματος στους κοινόχρηστους χώρους και στα δωμάτια	έως 1,5 βαθμοί
	Ποδήλατα	1,5 βαθμοί
	Υπηρεσία μεταφοράς επισκεπτών	1 βαθμός
	Επιστρεφόμενες ή επαναπληρώσιμες φιάλες	έως 3 βαθμοί
	Χρήση επαναφορτιζόμενων προϊόντων	έως 2 βαθμοί
	Προϊόντα χαρτιού	έως 3 βαθμοί
	Μη αναλώσιμα αγαθά διαρκείας	έως 3 βαθμοί
	Τρόφιμα τοπικής παραγωγής	έως 3 βαθμοί
	Οργανικά τρόφιμα	έως 2 βαθμοί
	Ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους	έως 4 βαθμοί
Διαχείριση	Καταχώρηση υπό το κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS) ή πιστοποίηση ISO του τουριστικού καταλύματος	3 βαθμοί καταχώριση EMAS
		2 βαθμοί πιστοποίηση ISO 14001
	Καταχώρηση EMAS ή πιστοποίηση ISO των προμηθευτών	1,5 βαθμοί καταχώριση EMAS
		1 βαθμός πιστοποίηση ISO 14001
	Συμμόρφωση των υπεργολάβων με τα υποχρεωτικά κριτήρια	έως 4 βαθμοί
	Μετρητές ενέργειας και νερού	1 βαθμός
	Πρόσθετες περιβαλλοντικές ενέργειες	έως 3 βαθμοί

#### 4. Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

Η απονομή του Οικολογικού Σήματος στα τουριστικά καταλύματα αποτελεί την αρχή για την εφαρμογή ολοκληρωμένων εργαλείων περιβαλλοντικής διαχείρισης που θα οδηγούν σε πιστοποίηση

στα κτίρια. Στην παράγραφο αυτή επεκτείνουμε τη λογική της ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής αξιολόγησης και στα κτίρια κατοικιών διαμορφώνοντας πίνακες αξιολόγησης ενώ προτείνεται και μεθοδολογία αξιολόγησης.

Πιο συγκεκριμένα, το μεθοδολογικό πλαίσιο που αναπτύσσεται στηρίζεται στις αρχές της πολυκριτηριακής ανάλυσης και είναι κατά βάση ένας 'Πίνακας Αξιολόγησης'. Ακολουθεί τη φιλοσοφία των ΣΑ κατά LEED και BREEAM, ενώ είναι προσαρμοσμένο στην ελληνική πραγματικότητα και νομοθεσία.

Περιλαμβάνει για την αξιολόγηση των υφιστάμενων κτιρίων επτά (7) βασικές κατηγορίες κριτηρίων, τις λεγόμενες περιβαλλοντικές πτυχές, και 'i' (όπου  $i = 1, \dots, 35$ ) υποκριτήρια αξιολόγησης. Εντελώς αντίστοιχα, για την αξιολόγηση των νέων κτιρίων περιλαμβάνονται στον πίνακα αξιολόγησης έξι (6) περιβαλλοντικές πτυχές, και 'i' ( $i = 1, \dots, 32$ ) υποκριτήρια αξιολόγησης. Στην περίπτωση των νέων κτιρίων δεν υπάρχει η περιβαλλοντική πτυχή 'Ανακαίνιση' και ορισμένα κριτήρια που αφορούν στη διαχείριση και λειτουργία των κτιρίων όπως για παράδειγμα η εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ή η ανακύκλωση απορριμμάτων από τους χρήστες του κτιρίου κ.λ.π.

Επιπλέον, τα κριτήρια κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος τους και συνδυάζονται με τη χρήση συντελεστών βαρύτητας για τον υπολογισμό του τελικού βαθμού αξιολόγησης του υπό μελέτη κτιρίου.

Το τελικό πολυκριτηριακό αποτέλεσμα του υπό μελέτη κτιρίου συγκρίνεται με το αντίστοιχο αποτέλεσμα του κτιρίου αναφοράς, το οποίο πληροί όλα τα κριτήρια αξιολόγησης.

Ο στόχος της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι να αξιολογήσει όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένα το κτίριο σε σχέση με τις παραμέτρους που το ορίζουν. Το κτίριο συνδέεται με το χρόνο, μπορεί να αποτελεί υφιστάμενη ή νέα κατασκευή. Επιπλέον, μπορεί να αξιολογηθεί με διάφορα κριτήρια αξιολόγησης όπως το κόστος, την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής που προσφέρει στο χρήστη. Τέλος, η αξιολόγηση ενός κτιρίου μπορεί να γίνει και ως προς διάφορα επίπεδα, σε επίπεδο ΔΥ, κατασκευών αλλά και ως προς την εσωτερική του λειτουργία (για παράδειγμα τη λειτουργία των συστημάτων του, το πρόγραμμα συντήρησής που εφαρμόζεται, κ.α.) ή την επίδρασή του με το εξωτερικό περιβάλλον (περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση υλικών, διαχείριση των απορριμμάτων των χρηστών, κ.α.).

Η προσέγγιση του πίνακα αξιολόγησης στηρίζεται στις αρχές της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η διαδικασία αξιολόγησης των κτιρίων περιλαμβάνει επτά λογικά βήματα τα οποία αφορούν (Γιαμά, 2009):

- Την επιλογή των υποκριτηρίων αξιολόγησης.
- Την κατηγοριοποίηση των υποκριτηρίων.
- Τον προσδιορισμό ποσοτικοποιημένων τιμών για τα υποκριτήρια.
- Την κανονικοποίηση των ποσοτικοποιημένων τιμών.
- Τον καθορισμό συντελεστών βαρύτητας περιβαλλοντικών πτυχών και υποκριτηρίων αξιολόγησης.
- Τον υπολογισμό βαθμολογίας υποκριτηρίου.
- Τον υπολογισμό πολυκριτηριακού αποτελέσματος κτιρίου.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρέμβαση στον κτιριακό τομέα και ο συνυπολογισμός του περιβαλλοντικού κριτηρίου στη λήψη αποφάσεων δεν αποτελεί απλώς νεωτερισμό αλλά αναγκαιότητα. Προς αυτή την κατεύθυνση η Ευρώπη νομοθετεί και εισάγει νέο πρότυπο ζωής με γνώμονα τη βιωσιμότητα στον τομέα των κατασκευών αλλά και γενικότερα σε όλους τους τομείς ανάπτυξης. Με αυτή τη τάση συμμορφώνεται και η Ελλάδα, υιοθετώντας πρακτικές για βιώσιμες κατασκευές.

Επιπλέον, ο στόχος είναι οι ολοκληρωμένες λύσεις και αυτό γιατί συνδυάζουν την περιβαλλοντική και κατ' επέκταση ενεργειακή διαχείριση, τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία

συνυπολογίζοντας θέματα υγείας και ποιότητας ζωής των χρηστών σε συνδυασμό με οικονομικά οφέλη είτε με τη μορφή κινήτρων είτε με τη μορφή μειωμένου κόστους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Fuerst F. and McAllister P. (2011). Eco-labeling in commercial office markets: Do LEED and Energy Star offices obtain multiple premiums?. *Ecological Economics*
- Franzitta V., La Gennusa M., Peri G., Rizzo G. and Scaccianoce G. (2010). Toward a European Eco-label brand for residential buildings : Holistic or by components approaches?
- Building Research Establishment (BRE) (2006a). Ecohomes Guidance. [www.bre.co.uk/](http://www.bre.co.uk/)
- Building Research Establishment (BRE) (2006b). BREEAM Offices Guidance. [www.bre.co.uk/](http://www.bre.co.uk/)
- Building Research Establishment (BRE) (2009a). Envest, Version 2.0, United Kingdom. [www.bre.co.uk/page.jsp?id=52](http://www.bre.co.uk/page.jsp?id=52)
- Building Research Establishment, (BRE) (2009b). BRE Environmental Assessment Method (BREEAM), United Kingdom. [www.breeam.org](http://www.breeam.org)
- CASBEE (2006). [www.ibec.or.jp/CASBEE](http://www.ibec.or.jp/CASBEE)
- GBTool (2006). [www.iisbe.org](http://www.iisbe.org)
- Green Globes (2006). [www.greenglobes.com](http://www.greenglobes.com)
- Papadopoulos A.M. and Giama E., (2006). Model analysis for existing buildings' efficient environmental evaluation, Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, Milos, June
- Papadopoulos A.M. and Giama E., (2007). Rating systems for counting buildings' environmental performance. Proceedings of the 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference - Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century (PALENC (2007)), Eds. Santamouris M. and Wouters P., CRETE island, 27-29 September
- Papadopoulos A.M., Giama E., (2009). Rating systems for counting buildings' environmental performance. *International Journal of Sustainable Energy* 28(01-03): 29 - 43.
- U.S. Green Building Council, (2009). Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Green Building Rating System, Version 3.0, U.S.A. <http://www.usgbc.org>
- Haapio A., Viitaniemi P., (2008). A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review* 28: 469-482
- Ali-Toudert F., Towards Urban Sustainability: Trends and Challenges of Building Environmental Assessment Methods
- Jonsson A., (2000). Tools and methods for environmental assessment of building products-methodological analysis of six selected approaches. *Building and Environment* 35: 223-238
- Todd J.A., (2001). Comparative assessment of environmental performance tools and the role of green building challenge. *Building Research and Information* 29(5): 324-335
- Sheuer C.W. and Keoleian G.A., (2002). Evaluation of LEED Using Life Cycle Assessment Methods
- Norris G.A. and Yost P., (2002). A transparent Interactive Software Environment for communicating Life Cycle Assessment Results: An application to residential windows. *Journal of industrial Ecology* 5 (4)
- Αναστασέλος Β.Δ., (2009). Σύστημα αξιολόγησης θερμομονωτικών λύσεων με έμφαση στις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσής τους. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη, Ιούνιος.
- Γιαμά Α.Ε., (2009). Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων στην Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη.