



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Περιβαλλοντικός και αειφορικός σχεδιασμός κτιρίων»

**ΔΗΜΟΥ ΓΛΥΚΕΡΙΑ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε.**



ΛΑΡΙΣΑ, 2019



**UNIVERSITY OF THESSALY
GENERAL DEPARTMENT OF LARISSA**



**POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM
“ADVANCED ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
TECHNOLOGIES IN ENGINEERING WORKS”**

POSTGRADUATE MASTER’S THESIS

«Environmental and sustainable building design»

**DIMOU GLYKERIA
Surveyor Engineer T.E.**



LARISSA, 2019

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Χουλιάρας Ιωάννης**, Καθηγητής, Εδαφομηχανικής, Γενικό Τμήμα Λάρισας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,
- 2) **Αλαμανής Νικόλαος**, Επίκουρος Καθηγητής, Θεμελιώσεις -Εδαφομηχανικής, Γενικό Τμήμα Λάρισας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,
- 3) **Παπαγεωργίου Γρηγόριος**, Επίκουρος Καθηγητής, Οδοποιίας, Γενικό Τμήμα Λάρισας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Ιωάννη Χουλιάρα για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον σύζυγο μου Κωνσταντίνο Μπαντρά για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Ευρετήριο Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 3.1: Σκοπός, σημασία και σχετικά σχόλια για κάθε φάση της ΑΚΖ | 34 |
| Πίνακας 3.2: Εισροές και Εκροές κάθε σταδίου- φάσης του Κύκλου Ζωής Κτιρίων | 49 |
| Πίνακας 4.1: Βασικά στοιχεία μεθόδων αξιολόγησης..... | 66 |
| Πίνακας 4.2: Περίληψη των κατηγοριών της μεθόδου Breeam με τα κύρια ζητήματα διερεύνησής τους..... | 88 |

Ευρετήριο Σχημάτων

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 1.1: Η εξέλιξη της ιδέας των βιώσιμων κατασκευών. Εσωτερικό(κόκκινο) τρίγωνο: Παραδοσιακή κατασκευή..... | 13 |
| Σχήμα 3.1: Τα βήματα (ή φάσεις) της ΑΚΖ | 33 |
| Σχήμα 3.2: Καθορισμός συστήματος - Διάγραμμα ροής κύκλου ζωής | 37 |
| Σχήμα 3.3: Τρόποι περιβαλλοντικών επιπτώσεων..... | 39 |
| Σχήμα 3.4: Ανάλυση Κόστους στον Κύκλο Ζωής Κτιρίων..... | 53 |
| Σχήμα 3.5: Σύγκριση αρχικού κόστους και κόστους χρήσης ενός κτιρίου..... | 54 |
| Σχήμα 4.1: Παρουσίαση των εισερχομένων και εξερχομένων δεδομένων από τα αρχεία του SBTool | 75 |
| Σχήμα 4.2: Διάρθρωση του SBTool για την αξιολόγηση της απόδοσης του έργου | 76 |
| Σχήμα 4.3: Τα σχετικά βάρη των περιβαλλοντικών κατηγοριών του LEED v4 BD&C | 83 |
| Σχήμα 4.4: Δομή του LEED v4 | 85 |
| Σχήμα 4.5: Δομή του BREEAM International..... | 90 |
| Σχήμα 4.6: Περιβαλλοντικές κατηγορίες και τα σχετικά τους βάρη | 90 |
| Σχήμα 4.7: Στάθμιση - Βάρος των Περιοχών Αξιολόγησης..... | 96 |
| Σχήμα 4.8: Διάρθρωση του CASBEE for Building (New construction) για την αξιολόγηση της απόδοσης της ενότητας Q | 104 |
| Σχήμα 4.9: Διάρθρωση του CASBEE for Building (New construction) για την αξιολόγηση της απόδοσης της ενότητας LR | 105 |
| Σχήμα 5.1: Χαρακτηριστικά στάδια των περιβαλλοντικών δηλώσεων (EPD)..... | 116 |
| Σχήμα 5.2: Διάγραμμα ροής της δομής του οργανισμού (EPD)..... | 123 |
| Σχήμα 6.1: Σχήμα κτίσματος, χωροθέτηση και μέγεθος ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό..... | 138 |
| Σχήμα 6.2: Βέλτιστη διαρρύθμιση χώρων αναφορικά με τον προσανατολισμό | 141 |
| Σχήμα 6.3: Βέλτιστη τοποθέτηση βοηθητικών χώρων στο βορρά και παθητικών ηλιακών συστημάτων στο νότο | 141 |

Ευρετήριο Εικόνων

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 3.1: Το πλήρες «ιστορικό» υλικών και έργου..... | 27 |
| Εικόνα 3.2: Από αριστερά προς τα δεξιά: Λογότυπο EE Ecolabel, Blaue Engel και Nordic Swan | 45 |
| Εικόνα 3.3: Παράδειγμα Περιβαλλοντικού σήματος τύπου II..... | 46 |
| Εικόνα 3.4: Παράδειγμα περιβαλλοντικού σήματος τύπου III | 47 |
| Εικόνα 4.1: Κατηγορίες κατάταξης κτιρίων κατά LEED | 86 |
| Εικόνα 6.1: Εξωτερική μόνωση..... | 146 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 6.2: Κουφώματα Α ανοιγόμενο Β συρόμενο..... | 147 |
| Εικόνα 6.3: Ηλιακή Γεωμετρία..... | 149 |
| Εικόνα 6.4: Συστήματα σκίασης | 151 |
| Εικόνα 6.5: Απαραίτητα στρώματα για τη φύτευση στα δώματα..... | 152 |
| Εικόνα 6.6: Φυσικός φωτισμός..... | 153 |
| Εικόνα 6.7: Λάμπες led..... | 154 |
| Εικόνα 6.8: Αρχή λειτουργίας παθητικού ηλιακού συστήματος άμεσου κέρδους | 155 |
| Εικόνα 6.9: Τοίχος Trombe-Michelle | 156 |
| Εικόνα 6.10: Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου με ανοιγόμενα υαλοστάσια..... | 157 |
| Εικόνα 6.11: Φύτευση για διευκόλυνση της διείδυσης ή εκτροπή του ανέμου από το κτίριο | 160 |
| Εικόνα 6.12: Συστήματα θέρμανσης ψύξης και ηλιακοί θερμοσίφωνες | 162 |
| Εικόνα 6.13: Ηλιακό θερμικό σύστημα για παραγωγή ZNX και θέρμανση..... | 163 |
| Εικόνα 6.14: Φωτοβολταϊκό σε στέγη | 164 |
| Εικόνα 6.15: Μικρές ανεμογεννήτριες κοντά σε κτίρια | 165 |
| Εικόνα 6.16: Λειτουργία μιας μονάδας βιομάζας..... | 166 |
| Εικόνα 6.17: Οριζόντιοι και κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες | 167 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της ανάγκης προστασίας του περιβάλλοντος με περιορισμό των επιπτώσεων της ανθρώπινης επέμβασης σε αυτό, η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης και της αειφορίας έχουν ήδη αρχίσει να εδραιώνονται και να επεκτείνονται σε όλους τους τομείς ανθρώπινης δραστηριότητας με ιδιαίτερη έμφαση και εφαρμογή στον κατασκευαστικό κλάδο.

Βασικοί τρόποι επίτευξης της βιωσιμότητας σε αυτόν τον κλάδο αποτελούν η υιοθέτηση αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και ο συνεχής έλεγχος της απόδοσης σε διάφορες κατηγορίες υφιστάμενων αλλά και νέων έργων, με επιθυμητό στόχο την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και μείωσης του κόστους λειτουργίας των κτιρίων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Ο όρος «πράσινο» για το χαρακτηρισμό έργων και κατασκευών έχει συνδεθεί με τη βιωσιμότητα και έχει εξελιχθεί σε βασικό ζητούμενο σύγχρονων αλλά και υφιστάμενων κατασκευών.

Ο κλάδος της διαχείρισης τεχνικών και κατασκευαστικών έργων, επηρεάστηκε από τη διεθνή αυτή τάση προς την κατεύθυνση του αειφόρου σχεδιασμού, γεγονός που οδήγησε στην προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων καθώς και διαμόρφωσης εξειδικευμένου τρόπου διαχείρισης των νέων αυτών κατασκευών, με χρήση αντίστοιχων εργαλείων και λογισμικών, και αξιοποίησης αρχών Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού στη Διαχείριση και τη σύσταση Ομάδας του Έργου.

Παράλληλα, η επιδίωξη εξασφάλισης ενός εδραιωμένου τρόπου για τη συλλογή, αξιολόγηση και οργάνωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών μέτρησης της απόδοσης των έργων, με σκοπό την ορθή λήψη αποφάσεων που οδηγούν στα επιθυμητά αποτελέσματα, οδήγησε στην ανάπτυξη εργαλείων και συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης και προτύπων πιστοποίησης,

Ο συνδυασμός των απαιτήσεων διαχείρισης ενός κατασκευαστικού έργου με τις απαιτήσεις σχεδιασμού και του τρόπου οργάνωσης της λειτουργίας του, προκειμένου να είναι υποψήφιο προς πιστοποίηση από ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής αξιολόγησης, περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση του αντίστοιχου έργου, υφιστάμενου ή νέου, με διαμόρφωση περαιτέρω πολιτικών.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση και τις απαιτήσεις βιώσιμης ανάπτυξης και σχεδιασμού που σχετίζονται άμεσα με το σύγχρονο δομημένο περιβάλλον επιλέχθηκε το θέμα της μεταπτυχιακής διπλωματικής με τίτλο «Περιβαλλοντικός και αειφορικός σχεδιασμός κτιρίων».

Λέξεις Κλειδιά: Αειφορία κτιρίων, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Διαχείριση Κατασκευαστικών Έργων, Συστήματα Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης.

ABSTRACT

In the context of the emergently needed environmental protection with the limitation of the human intervention impact on the environment, the concept of sustainable development and sustainability have begun to establish themselves and expand to all aspects of human activities, with a particular emphasis and implementation on the construction industry.

Key ways of achieving sustainability in this sector, are the adoption of principles of bioclimatic design and continuous monitoring of performance in several categories of existing and new building projects, with desired goal of minimizing energy consumption and reducing function costs throughout their life cycle. The term "green" for the description of projects and structures has been connected with sustainability and has become a basic requirement of modern and existing structures.

The sector of construction project management, influenced by the international trend towards sustainable design, was led to the attempt to create models and configuration of specialized methods for managing these new type of construction projects, using corresponding tools and software as well as the Integrated Design principles in the management procedure and the recruitment of the project team.

At the same time, the aim to ensure a well-established method for the collection, evaluation and organizing of all the necessary information for measuring the performance of the projects in order to take correct decisions that lead to the desired results, led to the development of tools and environmental assessment standards and certification systems.

The combination of managing a construction project requirements with the organizational planning and providing operational requirements in order to be a candidate for certification of an environmental evaluation program includes several parameters which must be considered when managing the respective projects, existing or new, with further shaping policies.

Therefore, the theme of the present postgraduate master's thesis was chosen, taking into account the current situation and the sustainable development and design needs directly related to the modern built environment and is entitled as «Environmental and sustainable building design».

ABSTRACT

Keywords: Building Sustainability, Bioclimatic Design, Construction Project Management, Environmental Assessment.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-----------|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1.1. Γενικά..... | 1 |
| 1.2. Ορισμοί | 3 |
| 1.3. Στόχοι και σκοποί της εργασίας | 7 |
| 2. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ | 8 |
| 2.1. Γενικά..... | 8 |
| 2.2. Σκοπός βιώσιμων κατασκευών..... | 10 |
| 2.3. Ορισμός, γενικό πλαίσιο και ενδιαφερόμενα μέρη..... | 12 |
| 2.4. Διαφορετικές προσεγγίσεις των βιώσιμων κατασκευών..... | 15 |
| 2.4.1. Μάνατζμεντ και οργάνωση..... | 16 |
| 2.4.2. Υλικά και Κτήρια..... | 18 |
| 2.4.3. Χρήση πόρων..... | 21 |
| 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΚΤΙΡΙΩΝ..... | 26 |
| 3.1. Γενικά..... | 26 |
| 3.2. Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη..... | 27 |
| 3.3. Η μεθοδολογία Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) | 31 |
| 3.3.1. Καθορισμός στόχου - όρια υπό μελέτης συστήματος..... | 35 |
| 3.3.2. Εκτίμηση των επιπτώσεων..... | 38 |
| 3.3.3. Εκτίμηση των βελτιώσεων | 40 |
| 3.4. Κατηγορίες σημάτων ΑΚΖ | 43 |
| 3.5. Κύκλος Ζωής Κτιρίων..... | 47 |
| 3.5.1. Λειτουργική διάρκεια ζωής κτιρίων | 50 |
| 3.5.2. Στάδιο κατεδάφισης κτιρίων | 50 |
| 3.5.3. Εργαλεία για την εφαρμογή της ΑΚΖ..... | 51 |
| 4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ | 55 |
| 4.1. Γενικά..... | 55 |
| 4.2. Αντικείμενο περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης..... | 56 |
| 4.3. Εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πρότυπα πιστοποίησης..... | 57 |

| | |
|---|------------|
| 4.4. Ιστορική αναδρομή | 59 |
| 4.5. Μέθοδοι αξιολόγησης - πιστοποίησης και οι βασικοί τους στόχοι..... | 65 |
| 4.6. Περίληψη των βασικότερων συστημάτων αξιολόγησης..... | 69 |
| 4.6.1. Η μέθοδος SB Tool – GB Tool..... | 69 |
| 4.6.2. Η μέθοδος LEED | 76 |
| 4.6.3. Η μέθοδος BREEAM | 86 |
| 4.6.4. Η μέθοδος DGNB | 91 |
| 4.6.5. Η μέθοδος CASBEE..... | 97 |
| 4.6.6. Η μέθοδος GREEN STAR..... | 105 |
| 4.6.7. Η μέθοδος HQE | 108 |
| 4.6.8. Η μέθοδος VERDE | 110 |
| 4.6.9. Η μέθοδος Green Mark Method BCA..... | 111 |
| 4.6.10. Η μέθοδος HK BEAM..... | 113 |
| 5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ | 115 |
| 5.1. Γενικά..... | 115 |
| 5.2. Πλεονεκτήματα από τη δημιουργία και χρήση του συστήματος EPD | 118 |
| 5.3. Οργανισμός απόδοσης περιβαλλοντικών δηλώσεων | 122 |
| 5.4. Τρόπος απόκτησης περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντων..... | 124 |
| 6. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ | 132 |
| 6.1. Αρχές ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού | 132 |
| 6.2. Σκοπός οικολογικής δόμησης | 133 |
| 6.3. Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια | 134 |
| 6.4. Κριτήρια σχεδιασμού | 136 |
| 6.4.1. Κλιματικές συνθήκες | 136 |
| 6.4.2. Προσανατολισμός και χωροθέτηση | 137 |
| 6.4.3. Σχήμα του κτίσματος | 138 |
| 6.4.4. Εσωτερική διαρρύθμιση χώρων -κατάσταση θερμικής οπτικής και ακουστικής άνεσης..... | 138 |
| 6.4.5. Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού..... | 144 |
| 6.5. Κέλυφος | 145 |
| 6.5.1. Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα..... | 145 |
| 6.5.2. Μόνωση | 145 |

| | |
|---|------------|
| 6.5.3. Κουφώματα..... | 147 |
| 6.5.4. Ηλιοπροστατευτικά πετάσματα - σκίαστρα | 147 |
| 6.5.5.Χρώμα και υφή των εξωτερικών επιφανειών..... | 151 |
| 6.6. Συστήματα παθητικά - ενεργητικά | 152 |
| 6.6.1. Φωτισμός | 152 |
| 6.6.2. Ηλεκτρικές συσκευές | 154 |
| 6.6.3. Παθητικά ηλιακά συστήματα | 154 |
| 6.6.4. Φυσικός Δροσισμός - Αερισμός | 158 |
| 6.6.5. Συστήματα θέρμανσης - ψύξης..... | 160 |
| 6.6.6. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στα κτίρια | 162 |
| 6.6.6.1. Θερμικά ηλιακά συστήματα..... | 163 |
| 6.6.6.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα | 163 |
| 6.6.6.3. Υβριδικά Φωτοβολταϊκά / Θερμικά συστήματα | 164 |
| 6.6.6.4. Ανεμογεννήτριες σε κτίρια..... | 165 |
| 6.6.6.5. Βιομάζα..... | 166 |
| 6.6.6.6. Γεωθερμικές αντλίες | 167 |
| 6.6.7. Συστήματα καταγραφής και παρακολούθησης ενέργειας..... | 167 |
| 6.7. Συμπεριφορά χρηστών | 169 |
| 6.8. Οικολογικά Δομικά Υλικά | 169 |
| 6.9. Τεχνικές φυσικής δόμησης..... | 172 |
| 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 175 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 178 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Είναι γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά ζητήματα αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη βαρύτητα και παγκόσμια εμβέλεια και αποτελούν αντικείμενο εξέτασης και προβληματισμού τόσο σε κοινωνικό όσο και σε επιστημονικό επίπεδο. Η αλλαγή του κλίματος, η εξάντληση του όζοντος, η μείωση της βιοποικιλότητας, η αποδάσωση, η ενεργειακή κρίση και ο περιορισμός των διαθέσιμων φυσικών πόρων λόγω υπερκατανάλωσής τους, αποτελούν πλέον βασικές απειλές που διαταράσσουν την οικολογική ισορροπία ολόκληρου του πλανήτη και έχουν άμεσο αντίκτυπο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον.

Διεθνείς Οργανισμοί και μηχανισμοί ενεργοποιούνται πλέον προς την κατεύθυνση προστασίας του περιβάλλοντος με τη διαμόρφωση περιβαλλοντικών πολιτικών και τη λήψη μέτρων σε πολλές χώρες. Παράλληλα, δίνεται έμφαση στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στο ανθρωπογενές περιβάλλον και επιδιώκεται η δημιουργία μοντέλων διαχείρισης με σκοπό τη διαμόρφωση ενός υγιούς περιβάλλοντος που βασίζεται στις αρχές της προστασίας και διατήρησης των φυσικών πόρων και ταυτόχρονα στον περιορισμό των επιβλαβών συνεπειών από την αλόγιστη κατασπατάληση τους προς εξυπηρέτηση ανθρώπινων αναγκών (Αγοραστάκης Γ., 2005).

Η περιβαλλοντική πολιτική υιοθετείται και εκτείνεται σε παγκόσμιο επίπεδο και ο κλάδος των κατασκευών είναι ένας από τους βασικούς τομείς στον οποίο δίνεται ιδιαίτερη μέριμνα, καθώς τα κτίρια αποτελούν αφενός ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή ο οποίος, ωστόσο, διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών θεωρείται δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη (ΥΠΕΚΑ).

Με τον όρο βιοκλιματικός περιγράφεται ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα, επιδιώκει την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικής άνεσης, με την αξιοποίηση των διαθέσιμων φυσικών πηγών και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Βασικές τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και

δροσισμού (συστήματα ηλιοπροστασίας και φυσικού και υβριδικού αερισμού αναλόγως των συνθηκών και της εποχής) και τα συστήματα φυσικού φωτισμού. Η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό), αλλά και ενέργειας αποτέλεσε έναν καθοριστικό παράγοντα ανάπτυξης του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, προκειμένου να περιοριστεί η επιβαρυντική τους επίδραση στο περιβάλλον και να αξιοποιηθούν στο βέλτιστο βαθμό οι δυνατότητες εξοικονόμησης πόρων και ενέργειας (Μπίκας Δ., 2004).

Αντίστοιχα η έννοια της βιώσιμη κατασκευής αναφέρεται στον τρόπο κατασκευής των κτιρίων και των υλικών που χρησιμοποιούνται με στόχο την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας και την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η έννοια της βιωσιμότητας των κτιρίων διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα ανάλογα με το βαθμό ανάπτυξής της. Όσον αφορά στη βιωσιμότητα του δομημένου περιβάλλοντος στο οποίο εστιάζει η συγκεκριμένη εργασία, παρουσιάζεται επιτακτική η ανάγκη υιοθέτησης αρχών βιωσιμότητας καθώς τα κτίρια επιβαρύνουν το φυσικό περιβάλλον σε όλα τα στάδια ζωής και χρήσης τους, από τη φάση της κατασκευής τους, κατά τη φάση συντήρησης και ανακαίνισής τους αλλά και μέχρι την κατεδάφισή τους (Μπίκας Δ., 2004).

Η ανάγκη εύρεσης ενός τρόπου αξιολόγησης και πιστοποίησης των κτιρίων ως προς την τήρηση αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης οδήγησε στην ανάπτυξη διάφορων συστημάτων. Έτσι, για την αξιολόγηση και την πιστοποίηση των κτιρίων ως προς το βαθμό της βιωσιμότητας της κατασκευής τους έχει αναπτυχθεί διεθνώς μεγάλος αριθμός μεθόδων, ο οποίος παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη χώρα και το πεδίο έργων στο οποίο αναφέρεται. Οι μέθοδοι αυτές έχουν στο σύνολό τους ως βασικό σκοπό την ανάδειξη των περιβαλλοντικά και ενεργειακά ορθών κατασκευών και διερευνούν ένα σύνολο παραμέτρων που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ζητημάτων, σχετιζόμενες με τις επιπτώσεις της κατασκευής και λειτουργίας του σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό ή ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο. Κάποιες από τις βασικές παραμέτρους που εξετάζονται κατά την αξιολόγηση και την πιστοποίηση των κτιρίων είναι η κατανάλωση ενέργειας, τα χαρακτηριστικά των δομικών υλικών, η ανθρώπινη χρήση και το εξωτερικό περιβάλλον (Νικολαΐδου Ι., 2013).

Παγκοσμίως υπάρχουν εκατοντάδες εργαλεία και μέθοδοι αξιολόγησης κτιρίων τα οποία εστιάζουν σε διαφορετικά πεδία βιώσιμης ανάπτυξης τα οποία είναι ειδικά σχεδιασμένα για διαφορετικούς τύπους έργων. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν εκτίμηση κύκλου ζωής, κοστολόγηση κύκλου ζωής, σχεδιασμό ενεργειακών συστημάτων, εκτίμηση απόδοσης, ανάλυση παραγωγικότητας, εκτιμήσεις ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος, βελτιστοποίηση διαδικασιών και συντήρησης καθώς και ολικό σχεδιασμό κτιρίου. Στο πλαίσιο που εξετάζονται τα συστήματα αξιολόγησης βιωσιμότητας στην παρούσα εργασία, αυτά μπορούν να οριστούν ως τα εργαλεία τα οποία εξετάζουν την απόδοση ή την προσδοκώμενη απόδοση ενός κτιρίου στο σύνολό του, μετατρέποντας αυτήν τη διερεύνηση σε μια συνολική εκτίμηση η οποία επιτρέπει τη σύγκριση του εκάστοτε εξεταζόμενου κτιρίου σε σχέση με άλλα. Προκειμένου ένα σύστημα εκτίμησης να προσθέσει αξία στο βιώσιμο σχεδιασμό ή/και στη λειτουργία ενός κτιρίου, πρέπει να προσφέρει μια αξιόπιστη συνεχή βάση σύγκρισης, να αξιολογεί σχετικές τεχνικές πτυχές βιώσιμου σχεδιασμού και να μην είναι επαχθές ως προς την εφαρμογή και την επικοινωνία. Ανάλογα με το είδος του έργου επιλέγεται και το αντίστοιχο σύστημα αξιολόγησης.

1.2. Ορισμοί

Οι ακόλουθοι όροι χρησιμοποιούνται συχνά σε ζητήματα που σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη και το βιοκλιματικό σχεδιασμό στην κατασκευή και γι' αυτόν το λόγο θεωρείται θεμιτό να παρατεθούν οι ακριβείς ορισμοί τους. Οι ορισμοί λήφθηκαν από τον οδηγό του WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) CSI (Cement Sustainability Initiation) με αναφορά στο βιοκλιματικό σχεδιασμό και τις βιώσιμες κατασκευές (Γιαμά, Ε. και Παπαδόπουλος, Α.Μ., 2011).

- **Εξοικονόμηση Ενέργειας Κτιρίου (Building Energy Conservation).** Η ελαχιστοποίηση θερμικής μεταφοράς ενέργειας μέσω του κελύφους του κτιρίου.
- **Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (Building Energy Efficiency).** Μείωση ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, και άλλης χρήσης ορυκτών καυσίμων μέσω εξοπλισμού υψηλής απόδοσης, συσκευών, και προϊόντων, καθώς και με την υλοποίηση στρατηγικών σχεδιασμού για τη μείωση των και τον έλεγχο της ηλεκτρικής χρήσης.
- **Ενσωματωμένη Ενέργεια (Embodied Energy)**

- Σύμφωνα με τον ορισμό του AIA (American Institute of Architects) αποτελεί «ένα μέτρο της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ένα προϊόν κατά τη διάρκεια ζωής του ή ενός ολοκληρωμένου κύκλου ζωής. Περιλαμβάνει το σύνολο της ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά την εξόρυξη των πρώτων υλών, την μετατροπή τους σε προϊόν, την μεταφορά και εγκατάσταση του προϊόντος, καθώς και την τελική απομάκρυνση ή ανακύκλωση του προϊόντος».
 - «Η ενέργεια που χρησιμοποιείται άμεσα και έμμεσα κατά την απόκτηση πρώτων υλών, την παραγωγή υλικών και την ενσωμάτωση αυτών των υλικών σε ένα κτίριο».
- **Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντων (Environmental Product Declaration).** Σύμφωνα με το ISO 14025 Περιβαλλοντικής Δήλωσης Προϊόντων (EPD) είναι ποσοτικοποιημένα περιβαλλοντικά δεδομένα για ένα προϊόν με προκαθορισμένες κατηγορίες παραμέτρων που βασίζονται σε μια σειρά προδιαγραφών ISO 14040, χωρίς να αποκλείουν πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες.
- **Πράσινο Κτίριο (Green Building).** Το πράσινο κτίριο είναι η πρακτική δημιουργίας δομών και χρήσης διαδικασιών οι οποίες είναι περιβαλλοντικά υπεύθυνες και αξιοποιούν αποτελεσματικά τους πόρους καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου από τη χωροθέτηση, μέχρι τη σχεδίαση, την κατασκευή, τη λειτουργία, τη συντήρηση, την ανακαίνιση έως και την κατεδάφιση του.
- **Φαινόμενο Θερμικής Νησίδας (Heat Island Effect).** Η Θερμική Νησίδα είναι το φαινόμενο αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων, σε σχέση με τα περίχωρα, κατά τη διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτίρια και οι δρόμοι στη διάρκεια της ημέρας. Στη διαμόρφωση της θερμικής νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή αντανακλαστικότητα (χαμηλό albedo), που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα, εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτιρίων,

καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτιρίων, γύρω από στενούς δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

- **Κτίριο Υψηλής Απόδοσης (High-Performance Building).** Τα κτίρια υψηλής απόδοσης μεγιστοποιούν τη λειτουργικά ενεργειακά αποθέματα, βελτιώνουν τις συνθήκες υγείας, άνεσης και ασφάλειας των απασχολούμενων και των επισκεπτών και περιορίζουν τις καταστροφικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- **Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment).** Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) είναι μια τεχνική αξιολόγησης των περιβαλλοντικών πτυχών και πιθανών επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή υπηρεσία μέσω:
 - Απογραφής των σχετικών ενεργειακών εισροών - εισροών υλικών και περιβαλλοντικών εκροών.
 - Αξιολόγησης πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με αναγνωρισμένες εισροές και εκροές.
 - Ερμηνείας των αποτελεσμάτων προκειμένου να προκύψει μια πιο εμπειριστατωμένη απόφαση.
- **Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής – Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (Net Zero or Zero Energy Building).** Είναι ένα κτίριο εμπορικό ή κατοικίας με εξαιρετικά μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις μέσω βελτίωσης της αποτελεσματικότητας, όπως με την εξισορρόπηση των ενεργειακών απαιτήσεων με εξοπλισμό ανανεώσιμων τεχνολογιών (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).
- **Ανακύκλωση (Recycling).** Ανακύκλωση απορριμμάτων είναι η διαδικασία με την οποία επαναχρησιμοποιείται εν μέρει ή ολικά οτιδήποτε αποτελεί έμμεσα ή άμεσα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και το οποίο στην μορφή που είναι δεν αποτελεί πλέον αγαθό για τον άνθρωπο. Στη διαδικασία αυτή συνήθως τα απορρίμματα μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα αγαθά.
- **Ανανεώσιμες Πηγές (Renewable Resources).** Είναι οι πηγές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούνται απρόσκοπτα χωρίς να στερεύουν απόλυτα (γιατί αναπαράγονται μέσα σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα).
- **Ανανεώσιμη Ενέργεια (Renewable Energy).** Μια πηγή ενέργειας αναπληρώνεται από φυσικές διεργασίες σε ρυθμό συγκρίσιμο ή γρηγορότερο από το ρυθμό κατανάλωσής της. Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή

ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

- **Επανάχρηση (Reuse).** Η ανάκτηση υλικών και προϊόντων για την ίδια ή παρόμοια τελική χρήση.
- **Βιωσιμότητα (Sustainability).** Η ανάπτυξη η οποία ανταποκρίνεται στις υφιστάμενες ανάγκες χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα εξασφάλισης των αναγκών μελλοντικών γενιών. Βιωσιμότητα (ή αειφορία) είναι ένα πρότυπο παραγωγής το οποίο στοχεύει στο καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το φυσικό περιβάλλον, τόσο στο παρόν όσο και στο αόριστο μέλλον. Βασικό της στοιχείο είναι η ισορροπία μεταξύ παραγωγής αγαθών και πρώτης ύλης (που δαπανήθηκε για να επιτευχθεί η παραγωγή). Στόχος των βιώσιμων διαδικασιών είναι να επιτύχουν περισσότερη παραγωγή με μικρότερη δαπάνη πρώτης ύλης, γι' αυτό η βιωσιμότητα αναφέρεται μαζί με την ανακύκλωση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Η βιωσιμότητα υπονοεί ότι οι φυσικοί πόροι υφίστανται εκμετάλλευση με ρυθμό μικρότερο από αυτόν με τον οποίον ανανεώνονται, διαφορετικά λαμβάνει χώρα περιβαλλοντική υποβάθμιση. Θεωρητικά, το μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα της περιβαλλοντικής υποβάθμισης είναι η ανικανότητα του γήινου οικοσυστήματος να υποστηρίξει την ανθρώπινη ζωή.
- **Βιώσιμος Σχεδιασμός (Sustainable Construction).** Ο βιώσιμος σχεδιασμός στοχεύει στη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια όλης της ζωής του, βελτιώνοντας την οικονομική του βιωσιμότητα και την άνεση και ασφάλεια των χρηστών-επισκεπτών.
- **Βιώσιμη Διαχείριση (Sustainable Management).** Η ικανότητα καθοδήγησης-διαχείρισης της πορείας μια εταιρείας, κοινότητας, οργανισμού ή χώρας με

μεθόδους οι οποίες αποδίδουν και ενισχύουν όλες τις μορφές κεφαλαίου (ανθρώπινο, φυσικό, κατασκευές, οικονομικό) με σκοπό τη δημιουργία αξίας στα ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders) και τη συνεισφορά στην ευημερία των παροντικών και μελλοντικών γενιών.

1.3. Στόχοι και σκοποί της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Περιβαλλοντικός και αειφορικός σχεδιασμός κτιρίων (Environmental and sustainable building design)» εκπονείται στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ», του Γενικού Τμήματος Λάρισας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά το εαρινό εξάμηνο 2019 και αφορά στη διεξοδική μελέτη βιβλιογραφικά του συστήματος περιβαλλοντικής αξιολόγησης και του αειφορικού σχεδιασμού κτιρίων.

Παράλληλα, σε γενικότερο επίπεδο επιδιώκεται να γίνει ευρύτερα γνωστή και στον ελλαδικό χώρο η κατεύθυνση που έχει λάβει ο κατασκευαστικός κλάδος σε παγκόσμιο επίπεδο και αφορά στην αναγκαιότητα ενσωμάτωσης στοιχείων και προδιαγραφών βιώσιμης κατασκευής (sustainable construction of buildings) σε υφιστάμενα, αλλά και νέα κτίρια με αντίστοιχες πιστοποιήσεις, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτά εξασφαλίζονται και εφαρμόζονται μέσω του εξεταζόμενου συστήματος.

Όσον αφορά στη δομή της εργασίας, γίνεται αρχικά μια ιστορική αναδρομή και παράθεση των βασικών αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης και του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων καθώς και η ανάλυση ζητημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης κτιρίων, που αποτελούν βασικούς ορισμούς και συνισταμένες που χρησιμοποιούνται καθ' όλη την έκταση της εργασίας. Παράλληλα, αναλύεται ο τρόπος διαχείρισης της βιώσιμης κατασκευής και στη συνέχεια παρατίθενται οι βασικές μέθοδοι αξιολόγησης και πιστοποίησης τους και ο ενεργειακό - βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων.

Είναι γεγονός ότι στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσας εργασίας δεν μπορεί να γίνει εκτενής κάλυψη όλου του κλάδου και των μεθόδων περιβαλλοντικής πιστοποίησης και ολοκληρωμένου σχεδιασμού κτιρίων όπως nZEB γι' αυτό και αναλύονται τα βασικότερα για κάθε περίπτωση με συνοπτική παρουσίαση, με στόχο την αρτιότητα κάλυψης του θέματος την καλύτερη κατανόηση και εποπτεία του.

2. ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

2.1. Γενικά

Η Βιώσιμη Ανάπτυξη ορίσθηκε το 1987 στην έκθεση Bruntland, η Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (WCED), η οποία δημιουργήθηκε το 1983, δημοσίευσε μια έκθεση με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον». Το έγγραφο αποκαλείται "Έκθεση Brundtland" μετά την πρόεδρο της Επιτροπής, Gro Harlem Brundtland. Ανέπτυξε κατευθυντήριες αρχές για την αειφόρο ανάπτυξη, όπως σήμερα γίνεται αντιληπτή. Η έκθεση Brundtland ανέφερε ότι τα κρίσιμα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα και κάλεσε για μια στρατηγική που ενώνει την ανάπτυξη και το περιβάλλον - που περιγράφεται από τον πλέον κοινό όρο «βιώσιμη ανάπτυξη». Η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως εξής: «Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες».

Στα πλαίσια αυτά, η αναζήτηση ενός συγκεκριμένου πλαισίου βιωσιμότητας για το δομημένο περιβάλλον (built environment) είναι εξαιρετικά σημαντική. Η αύξηση του πληθυσμού απαιτεί συνεχώς την κατασκευή έργων. Ο κατασκευαστικός τομέας (construction industry) σε σύγκριση με άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες υπερέχει σε μέγεθος και, συγχρόνως συνδέεται στενά με ποικίλες δραστηριότητες εξαιρετικά κρίσιμες για το κοινωνικό σύνολο. Οι κατοικίες και οι υποδομές όπως οι μεταφορές, οι επικοινωνίες, η υδροδότηση και η αποχέτευση αποτελούν την προϋπόθεση για την σωστή οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη κάθε χώρας και έχουν στενή συνάφεια με την επίτευξη της βιωσιμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση για παράδειγμα, τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και ο κατασκευαστικός τομέας στο σύνολό του ευθύνεται για το 40% των συνολικά παραγόμενων αποβλήτων. Συγχρόνως, ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο βιομηχανικό κλάδο της ΕΕ και συμβάλλει σε ποσοστό 11% στο ΑΕΠ απασχολώντας έμμεσα ή άμεσα περισσότερο από 25 εκατομμύρια εργαζόμενους (Γιαννακοπούλου Τ., 2011).

Η Agenda '21 για τις Βιώσιμες Κατασκευές συνοψίζει τα θέματα και τα προβλήματα που αφορούν την εφαρμογή των αρχών της βιωσιμότητας από τον κατασκευαστικό

τομέα και αποτελεί ένα πλαίσιο που επιχειρεί να είναι ο ενδιάμεσος κρίκος μεταξύ των διακηρύξεων για βιωσιμότητα που έχουν γενικότερο και παγκόσμιο χαρακτήρα, όπως είναι η έκθεση Brundtland και της εφαρμογής τους σε πιο συγκεκριμένο τοπικό επίπεδο κάθε χώρας.

Η έννοια των Βιώσιμων Κατασκευών (Sustainable Construction) είναι διαφορετική για κάθε χώρα και σχετίζεται με τον βαθμό της οικονομικής ανάπτυξης. Οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες στοχεύουν στην αναβάθμιση των υπαρχόντων κατασκευών με την ανάπτυξη και εφαρμογή νέων τεχνολογιών, ενώ οι λιγότερο ανεπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες χώρες στοχεύουν περισσότερο στην οικονομική βιωσιμότητα και στην κοινωνική ισοκατανομή. Η αντίληψη για την βιωσιμότητα των κατασκευών ακολούθησε μια πορεία εξέλιξης τα τελευταία χρόνια. Αρχικά η βιωσιμότητα των κατασκευών αφορούσε τεχνικά κυρίως θέματα, όπως το είδος των υλικών και την εξοικονόμηση ενέργειας όπως και την μείωση των γενικότερων επιπτώσεων στο περιβάλλον. Σήμερα η βιωσιμότητα των κατασκευών επεκτείνεται σε νέα μη-τεχνικά θέματα που αφορούν στα κοινωνικά και πολιτιστικά προβλήματα που συνδέονται με τις κατασκευές.

Οι κύριοι άξονες γύρω από τους οποίους σήμερα περιστρέφεται η βιωσιμότητα των κατασκευών είναι (Πηγή: <http://habitat.unchc.org>):

- Το Μάνατζμεντ και η οργάνωση. Περιλαμβάνει, εκτός από τεχνικά, κοινωνικά, νομικά, οικονομικά και πολιτικά θέματα. Το μάνατζμεντ και η οργάνωση είναι ένα πολύ πολύπλοκο και δύσκολο αντικείμενο εξ αιτίας του πλήθους των αλληλεξαρτώμενων παραγόντων, όπως αυτοί που αναφέρθηκαν πιο πάνω αλλά και της ποικιλίας των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των κτιρίων που ξεκινά με τον σχεδιασμό και φθάνει μέχρι και την λειτουργία και την κατεδάφιση.
- Κτίρια και υλικά. Το ζητούμενο στα πλαίσια της βιωσιμότητας είναι η βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών των κτιρίων με βάση δείκτες βιωσιμότητας όπως, για παράδειγμα, η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας και η δυνατότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών να ανακυκλωθούν. Το πρόβλημα της ποιότητας των εσωτερικών χώρων (indoor air quality) είναι, επίσης, πολύ σημαντικό.

- Κατανάλωση πόρων. Η εξοικονόμηση ενέργειας και νερού και η αύξηση της ζωής των κτιρίων είναι μερικά από τα θέματα που αφορούν τον θεματικό άξονα της κατανάλωση πόρων.
- Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Αφορούν σε γενικές γραμμές την παραγωγή στερών απορριμμάτων, αερίων θερμοκηπίου, ρύπανση του αέρα σε τοπικό επίπεδο, υγρά απόβλητα, αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο, κλπ.
- Οι κατασκευές σε σχέση με το βιώσιμο αστικό περιβάλλον. Οι κατασκευές θεωρούνται στα πλαίσια του αστικού περιβάλλοντος το οποίο παρουσιάζει συνεχή τάση αύξησης. Η πρόβλεψη της κατασκευής των απαραίτητων υποδομών (όπως η διαχείριση των απορριμμάτων) εγγυάται ως ένα βαθμό την ποιότητα ζωής στις πόλεις και εξασφαλίζει ένα βιώσιμο αστικό περιβάλλον για τις επόμενες γενιές.
- Κοινωνικά, πολιτιστικά και οικονομικά θέματα. Η κατασκευαστική βιομηχανία αποτελεί βασικό παράγοντα της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας. Οι βιώσιμες κατασκευές πρέπει να εξασφαλίζουν μείωση της φτώχειας, δημιουργία υγιών συνθηκών εργασίας, ισοκατανομή του κόστους και των οφελών που προκύπτουν από τις κατασκευές στις κοινωνικές ομάδες, δημιουργία θέσεων εργασίας κλπ.

Οι επί μέρους σκοποί και οι απαιτούμενες ενέργειες για την επίτευξη της βιωσιμότητας των κατασκευών πρέπει να περιλαμβάνουν μέτρα μείωσης των επιπτώσεων στο κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον ενώ συγχρόνως θα εξασφαλίζεται η οικονομική ανταγωνιστικότητα των κατασκευών. Οι στρατηγικές για την επίτευξη της βιωσιμότητας των κατασκευών είναι ποικίλες και αφορούν διάφορα εμπλεκόμενα μέρη, όπως είναι οι μηχανικοί, οι εργολάβοι, οι χρήστες, οι αρμόδιες αρχές, οι ιδιοκτήτες κλπ.

2.2. Σκοπός βιώσιμων κατασκευών

Η Διεθνής Συνδιάσκεψη για το Περιβάλλον που έγινε στο Ρίο το 1992 (γνωστή και ως Agenda '21, υπήρξε η αφορμή για να διατυπωθεί σε γενικές γραμμές η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης που διαπερνά κάθετα και οριζόντια όλους τους τομείς της κοινωνίας. Ωστόσο η Agenda '21 έδινε μόνο γενικές κατευθύνσεις και γι αυτό χρειάστηκε να ερμηνευθεί για να αποκτήσει πιο συγκεκριμένο περιεχόμενο τόσο για

συγκεκριμένους κλάδους δραστηριοτήτων όσο και σε τοπικό επίπεδο (περιοχής ή/και χώρας) (Πηγή: <http://habitat.unchs.org>).

Για τον κατασκευαστικό τομέα η Agenda '21 εκφράσθηκε πιο συγκεκριμένα από την Agenda Habitat II που είναι προϊόν της Διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών στην Κωνσταντινούπολη το 1996. Η σημασία του κατασκευαστικού κλάδου και του δομημένου περιβάλλοντος προκύπτει από στοιχεία που αναφέρουν ότι σε κάθε χώρα το δομημένο περιβάλλον αποτελεί μέχρι και το ήμισυ του πραγματικού κεφαλαίου (real capital) ενώ ο κλάδος των κατασκευών αντιπροσωπεύει το 10-12% του ΑΕΠ που περιστασιακά για ορισμένες χώρες μπορεί να αγγίζει και το 25% του ΑΕΠ. Στην ΕΕ ο κατασκευαστικός τομέας απασχολεί περίπου 30 εκατομμύρια εργαζόμενους και αποτελεί τον μεγαλύτερο βιομηχανικό κλάδο.

Συγχρόνως όμως, ο κατασκευαστικός τομέας και το δομημένο περιβάλλον είναι από τους απαιτητικότερους καταναλωτές φυσικών πόρων (π.χ. δομικά υλικά και ενέργεια για την κατασκευή και την λειτουργία των έργων). Στην ΕΕ υπολογίζεται ότι τα κτίρια καταναλώνουν το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, και εκλύουν το 30% του συνολικά εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα και το 40% των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων.

Το γεγονός ότι ο κατασκευαστικός τομέας είναι διασπασμένος σε μικρές, συνήθως, εταιρείες που δεν απασχολούν περισσότερους από 20 εργαζόμενους, είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την συνολική διαχείριση των ζητημάτων που αφορούν τις βιώσιμες κατασκευές. Το Διεθνές Συμβούλιο Έρευνας για τις Κατασκευές (CIB) αναγνωρίζει ως σημαντικά τα παρακάτω πεδία σε ότι αφορά την βιωσιμότητα των κατασκευών (Πηγή: <http://habitat.unchs.org>):

- Εξοικονόμηση ενέργειας στο δομημένο περιβάλλον
- Υδροληψία και αποχέτευση
- Περιβάλλον εσωτερικών χώρων
- Πρόβλεψη του κύκλου ζωής των δομικών υλικών και στοιχείων.

Το Συμβούλιο θεωρεί ότι είναι πολύ σημαντική η δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου και μιας ενιαίας αποδεκτής ορολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο που θα επιτρέψουν την αξιολόγηση και την περαιτέρω διαμόρφωση στρατηγικών σε εθνικό, αλλά και περιφερειακό επίπεδο (national or regional Agendas).

2.3. Ορισμός, γενικό πλαίσιο και ενδιαφερόμενα μέρη

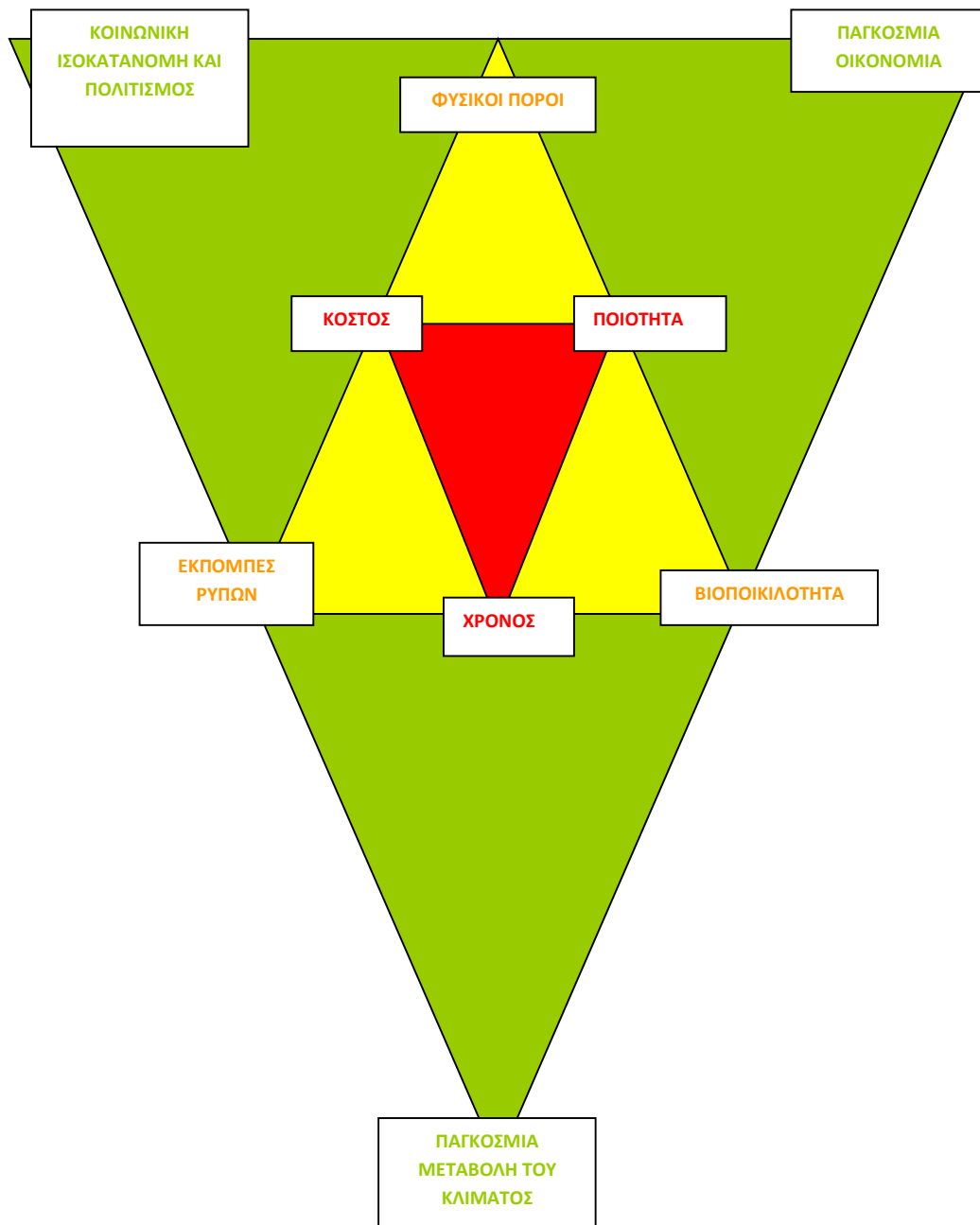
Η βιωσιμότητα των κατασκευών αναφέρεται σε πολλά άρθρα στο κείμενο της Agenda '21 (4, 5, 9, 10, 18, 19, 20, 21, 30, 36, και 40). Αυτό συμβαίνει εφόσον η έννοια της βιωσιμότητας ενέχει την έννοια του χρόνου και οι κατασκευές έχουν μεγάλο κύκλο ζωής, που είναι πολλαπλάσιος από τον κύκλο ζωής πολλών βιομηχανικών προϊόντων.

Η βιωσιμότητα, επομένως στις κατασκευές αφορά την δημιουργία και την διαχείριση ενός υγιούς δομημένου περιβάλλοντος που θα είναι βασισμένο σε λογική χρήση των φυσικών πόρων και σε οικολογικές αρχές.

Στο ακόλουθο Σχήμα 1.1 φαίνεται η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην παραδοσιακή κατασκευαστική διαδικασία και στην σταδιακή διεύρυνση του πλαισίου που απαιτείται να γίνει για τις βιώσιμες κατασκευές σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στο παραδοσιακό κατασκευαστικό μοντέλο οι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην κατασκευαστική διαδικασία είναι το οικονομικό κόστος, η ποιότητα της κατασκευής και ο χρόνος. Η βιωσιμότητα των κατασκευών εισάγει νέους επί πλέον παράγοντες και δημιουργεί ένα νέο μοντέλο (παράδειγμα) βάσει του οποίου πρέπει να κινηθεί ο κατασκευαστικός τομέας αν θέλει να βρίσκεται στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν την χρήση των φυσικών πόρων, τις εκπομπές ρύπων στις φάσεις της κατασκευής και της λειτουργίας και τις επιπτώσεις στα οικοσυστήματα (π.χ. μείωση της βιοποικιλότητας). Σε ευρύτερη, παγκόσμια κλίμακα εισάγονται και άλλοι παράγοντες που αφορούν το κοινωνικό σύνολο όπως η κοινωνική δικαιοσύνη και πολιτιστικά θέματα, το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον και η ποιότητα του περιβάλλοντος (π.χ. επιπτώσεις στη μεταβολή του κλίματος).

Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατόν να διαμορφωθούν γενικοί κανόνες για την βιωσιμότητα των κατασκευών που να ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις και σε όλες τις κλίμακες με δεδομένο τον διαφορετικό βαθμό οικονομικής ανάπτυξης κάθε χώρας, τις εθνικές ή τοπικές κοινωνικές και πολιτιστικές διαφορές, το εκάστοτε οικονομικό κλίμα και το τοπικό φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, παρά τις υπάρχουσες διαφορές είναι δυνατόν να επισημανθούν κάποια γενικά στοιχεία που αφορούν τις βιώσιμες κατασκευές σε επίπεδο χώρας όπως (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):



Σχήμα 1.1: Η εξέλιξη της ιδέας των βιώσιμων κατασκευών. Εσωτερικό(κόκκινο) τρίγωνο: Παραδοσιακή κατασκευή. Το κόστος, η ποιότητα και ο χρόνος κατασκευής είναι οι βασικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη. Μεσαίο (κίτρινο) τρίγωνο: Βιωσιμότητα των κατασκευών σε τοπική κλίμακα. Η χρήση πόρων, οι εκλυόμενοι ρύποι και οι επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα είναι παράγοντες που πρέπει να θεωρηθούν επί πλέον των παραδοσιακών παραγόντων. Εξωτερικό(πράσινο) τρίγωνο: Η Βιωσιμότητα των κατασκευών σε παγκόσμια κλίμακα. Κοινωνικοί και πολιτιστικοί παράγοντες, η παγκόσμια οικονομία και οι επιπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα διευρύνουν κατά πολύ τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την βιωσιμότητα των κατασκευών

- Η μείωση της χρήσης της ενέργειας
- Η ελάττωση της χρήσης των υλικών
- Η διαφύλαξη των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας
- Η διατήρηση της ποιότητας του δομημένου περιβάλλοντος
- Η διατήρηση ή διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων.

Σε τοπικό επίπεδο, επισημαίνονται τα εξής πιο συγκεκριμένα θέματα και προβλήματα (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):

- Η ποιότητα των κατασκευών σε σχέση με την αξία της ιδιοκτησίας.
- Η πρόβλεψη των αναγκών των χρηστών των ιδιοκτησιών στο μέλλον, θέμα που σχετίζεται με την δυνατότητα των κατασκευαστών να προσαρμόζονται στα νέα δεδομένα της αγοράς ακινήτων.
- Η επί μακρότερον επέκταση της χρήσης των ακινήτων.
- Η χρήση τοπικών φυσικών πόρων π.χ. δομικών υλικών ή του ανθρώπινου δυναμικού.

Το είδος των προβλημάτων που αφορούν τις βιώσιμες κατασκευές διακρίνονται σε γενικές γραμμές σε (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):

- «Φυσικά» προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση των φυσικών πόρων όπως η ενέργεια και τα υλικά.
- «Βιολογικά» προβλήματα που σχετίζονται με την επιβίωση του ανθρώπου.
- «Κοινωνικά» προβλήματα που εμφανίζονται με πολλές όψεις όπως κοινωνικοοικονομικά, κοινωνικοπολιτικά, και κοινωνικο-πολιτιστικά.

Είναι προφανές ότι ο γενικός ορισμός για τις βιώσιμες κατασκευές δεν είναι δυνατόν να ισχύει και είναι απαραίτητο σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο να προσδιορισθούν και να συμφωνηθούν οι αρχές των βιώσιμων κατασκευών, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες, τις ιδιαιτερότητες και τους περιορισμούς που υπάρχουν. Συγχρόνως, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα ευρύ πλαίσιο αρχών σε παγκόσμιο επίπεδο από το οποίο κάθε χώρα θα έχει την δυνατότητα να επιλέξει εκείνες τις αρχές που εξυπηρετούν καλύτερα τους στόχους των βιώσιμων κατασκευών.

Η διαδικασία της κατασκευής που επεκτείνεται από τις φάσεις του αρχικού σχεδιασμού και περιλαμβάνει μέχρι και την φάση της κατεδάφισης εμπλέκει μεγάλο αριθμό ενδιαφερομένων μερών ή/και κοινωνικών ομάδων (stakeholders). Στα

ενδιαφερόμενα μέρη περιλαμβάνονται εθνικές και τοπικές κυβερνήσεις, διεθνή ινστιτούτα, μηχανικοί, κατασκευαστές, εργολάβοι, προμηθευτές και κατασκευαστές υλικών, αγοραστές ή/και χρήστες κτηρίων και κατασκευών. Οι ομάδες κατά κανόνα έχουν διαφορετική αντίληψη για το τι σημαίνει βιωσιμότητα των κατασκευών. Για παράδειγμα, ενώ σε επίπεδο εθνικών κυβερνήσεων προέχει η ανάπτυξη συγκεκριμένης πολιτικής και σχεδίων για την εφαρμογή των βιώσιμων κατασκευών, όπως και η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στην παγκόσμια μεταβολή του κλίματος (και η αντιμετώπιση αφορά ανάλογες νομοθετικές ή άλλες ρυθμίσεις όπως εναρμόνιση με το πρωτόκολλο του Κιότο), για τους σχεδιαστές κτηρίων και τους χρήστες προέχει η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τα κτήρια και οι ανάλογες τεχνικές που θα επιτευχθεί.

Η βιωσιμότητα των κατασκευών είναι ένα περίπλοκο θέμα το οποίο επηρεάζει με τον ένα ή τον άλλο τρόπο ένα μεγάλο μέρος του κοινωνικού συνόλου. Συγχρόνως, οι προβληματισμοί, οι στόχοι και οι διαδικασίες αντιμετώπισης αφορούν πολλά ιεραρχικά επίπεδα (από τις εθνικές κυβερνήσεις μέχρι τους μεμονωμένους αγοραστές και χρήστες).

2.4. Διαφορετικές προσεγγίσεις των βιώσιμων κατασκευών

Οι βιώσιμες κατασκευές σχετίζονται με διαφορετικού τύπου προβλήματα. Τα προβλήματα που αφορούν τρεις διαφορετικές πλευρές των βιώσιμων κατασκευών:

- Θέματα που αφορούν το μάνατζμεντ και την οργάνωση και σχετίζονται με τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές πλευρές της βιωσιμότητας. Τα θέματα αυτά έχουν γενικότερο χαρακτήρα και συμπεριλαμβάνουν τους παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την πρόοδο της βιωσιμότητας των κατασκευών, αλλά και τους απώτερους σκοπούς που πρέπει να επιτευχθούν στα πλαίσια της οικονομικής, της περιβαλλοντικής και της κοινωνικής βιωσιμότητας.
- Θέματα που αφορούν τα ίδια τα κτήρια και τα ζητήματα που σχετίζονται με την καθαρά τεχνική πλευρά της βιωσιμότητας όπως την ποιότητα των υλικών, την δυνατότητα ανακύκλωσής τους, την Δημόσια υγεία κλπ.
- Θέματα που αφορούν τη σχέση των κατασκευών με το φυσικό περιβάλλον όπως είναι η κατανάλωση φυσικών πόρων.

2.4.1. Μάνατζμεντ και οργάνωση

Ο κατασκευαστικός τομέας γενικά κινείται σε ένα «περιβάλλον» που προσδιορίζεται από νομικά, οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά δεδομένα.

Σε αυτά τα συγκεκριμένα πλαίσια, ο κατασκευαστικός τομέας πρέπει να θέσει συγκεκριμένους γενικότερους σκοπούς για το βιώσιμο μέλλον του (future environment-vision) όπως (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):

- Να υιοθετήσει γενικότερα ηθικότερες πολιτικές όπως και πολιτικές που θα σέβονται τα ανθρώπινα δικαιώματα
- Να υιοθετήσει και να εφαρμόσει καλύτερα περιβαλλοντικά κριτήρια μέσα από την εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Να εφαρμόσει από το αρχικό ακόμα στάδιο του σχεδιασμού περιβαλλοντικές αρχές με σκοπό την βιωσιμότητα των κατασκευών που πρόκειται να γίνουν στο μέλλον.

Οι παραπάνω γενικές αρχές-σκοποί μεταφράζονται σε συγκεκριμένες δράσεις που πρέπει να αναλάβει ο κατασκευαστικός τομέας. Αυτές είναι:

- **Στο στάδιο του σχεδιασμού:** Επιβάλλεται να υπάρξει ανάπτυξη προηγμένων σχεδιαστικών εργαλείων στα οποία να συμμετέχουν σχεδιαστές, μηχανικοί και κατασκευαστές. Τα εργαλεία αυτά θα επιτρέπουν αφενός τον βέλτιστο σχεδιασμό ενός έργου (με βάση συγκεκριμένα περιβαλλοντικά και άλλα κριτήρια) και αφετέρου την αποτελεσματική παρακολούθηση όλων των φάσεων του έργου με την συνεχή ανταλλαγή πληροφορίας και αναδράσεων. Πληροφορίες που αφορούν την ποιότητα των υλικών όπως και την περιβαλλοντική επίδοση των κτηρίων μπορούν να χρησιμεύσουν στο σχεδιασμό κτηρίων με φιλικό περιβαλλοντικό προφίλ.
- **Στο στάδιο της κατασκευής:** Η εφαρμογή περιβαλλοντικών προτύπων από τον κατασκευαστικό τομέα στο στάδιο της κατασκευής παρουσιάζει μεγαλύτερες δυσκολίες σε σχέση με άλλους βιομηχανικούς κλάδους διότι υπάρχει πολυδιάσπαση και ποικιλία δραστηριοτήτων. Μια προκαταρκτική αξιολόγηση των σημαντικότερων προβλημάτων κατά περίπτωση μπορεί να βοηθήσει στην εφαρμογή βιωσιμότερων λύσεων σ' αυτό το επίπεδο. Στο στάδιο της κατασκευής οι βιώσιμες παρεμβάσεις μπορούν να αφορούν την βελτίωση

της ίδιας της διαδικασίας της κατασκευής με την εμφάνιση νέων πεδίων δραστηριοποίησης όπως καλύτερη ανακύκλωση των υλικών, επισκευές παλαιών κτηρίων, την εισαγωγή νέων τεχνολογιών και την ανάπτυξη νέων προϊόντων κλπ.

- **Σε ότι αφορά το ανθρώπινο δυναμικό**, η εφαρμογή των παραπάνω απαιτεί νέες τεχνικές ειδικότητες εφόσον η κατασκευαστική διαδικασία αναμένεται να γίνει πιο πολύπλοκη. Συγχρόνως θα απαιτείται καλύτερο μανάτζμεντ όλων των διαδικασιών, όπως και όλων των σταδίων ενός έργου (life cycle thinking). Παράλληλα, οι συγκεκριμένες ειδικότητες αναμένεται να αντικατασταθούν από αυτόνομες ομάδες με πολλές δεξιότητες, ενώ η διαχείριση κινδύνου αναμένεται να αποκτήσει μεγάλη σημασία.
- **Οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων** θα γίνουν πιο σύνθετες στην εφαρμογή της βιωσιμότητας στον κατασκευαστικό τομέα, εφόσον προβλέπεται η συμμετοχή του κοινού στις ομάδες λήψης αποφάσεων. Αυτό σημαίνει ότι θα απαιτηθεί η χρήση νέων εργαλείων που να υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων, όπως είναι οι τεχνολογίες της πληροφορίας και διάφορες τεχνικές διαπραγμάτευσης.
- **Η διεπιστημονική εκπαίδευση των μηχανικών** που ασχολούνται με την μελέτη και την κατασκευή, σε εξειδικευμένα περιβαλλοντικά προβλήματα που αφορούν τον κατασκευαστικό τομέα είναι απαραίτητη. Ανάλογη εκπαίδευση-ενημέρωση απαιτείται να γίνει και στα άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως οι ιδιοκτήτες οι συντηρητές και οι διαχειριστές των κτηρίων.
- **Η ενημέρωση του κοινού** είναι, επίσης, απαραίτητη για να γίνουν ευρύτερα αποδεκτές οι αρχές των βιώσιμων κατασκευών.
- **Η θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων και κανονισμών** όπως η Οικολογική Σήμανση και η Πιστοποίηση θεωρούνται απαραίτητα εργαλεία για την προώθηση των βιώσιμων κατασκευών. Για να ποσοτικοποιηθεί η περιβαλλοντική επίδοση και να διευκολυνθεί η πιστοποίηση πρέπει να ενσωματωθούν διάφορα περιβαλλοντικά πρότυπα βασισμένα στον Κύκλο Ζωής των κατασκευών και να ενσωματωθούν στους κατασκευαστικού κώδικες.
- **Η έρευνα και η ανάπτυξη** για την κατανόηση και προώθηση των βιώσιμων κατασκευών μπορεί να εκτείνεται σε πολλούς τομείς. Ο τρόπος που επιδρούν οι κατασκευές στο δομημένο περιβάλλον και στα οικοσυστήματα, η ανάπτυξη

περιβαλλοντικών προτύπων για δομικά υλικά και κτήρια, η βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσα στα κτήρια, η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων με τεχνικές ανακύκλωσης, η ανάπτυξη μεθόδων για εξοικονόμηση και ανακύκλωση των δομικών υλικών αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα ερευνητικών πεδίων για τις βιώσιμες κατασκευές.

Ωστόσο, φαίνεται ότι η πρόοδος στα θέματα που αφορούν το μάνατζμεντ και την οργάνωση του κατασκευαστικού τομέα σε μια πορεία προς περισσότερο βιώσιμες κατασκευές συναντά ποικίλα εμπόδια. Ενδεικτικά αναφέρονται η έλλειψη κατανόησης του προβλήματος από τους μηχανικούς και τους κατασκευαστές, η έλλειψη ή η ελλιπής συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών, η έλλειψη σχετικών στοιχείων, η αδράνεια των επαγγελματικών και κρατικών φορέων που τείνουν στη διατήρηση ενός αμφιλεγόμενου status quo, η έλλειψη ή η ελλιπής ενημέρωση του αγοραστικού κοινού για βιώσιμες κατασκευές, το πολιτικό κλίμα που συνήθως οδηγεί σε βραχυπρόθεσμες, μη-βιώσιμες πρακτικές τις πολιτικές ηγεσίες κλπ.

2.4.2. Υλικά και Κτήρια

Γενικά χαρακτηριστικά των βιώσιμων κτηρίων είναι αδύνατον να διαμορφωθούν, δεδομένου ότι τα τελευταία κατασκευάζονται και λειτουργούν σε μια ποικιλία τοπικών οικονομικών, περιβαλλοντικών, κλιματικών, και πολιτιστικών συνθηκών. Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι για να έχει πιθανότητες να επιτύχει η οιαδήποτε προσέγγιση βιωσιμότητας στις κατασκευές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα τοπικά δεδομένα και ιδιαιτερότητες. Από την άλλη, για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας ενός κτηρίου, είναι δυνατόν να υπάρξει μια γενικότερη συμφωνία όσον αφορά τις αρχές. Σ' αυτά τα πλαίσια, όλοι συμφωνούν ότι δεν μπορεί να μην ληφθούν υπόψη δύο τουλάχιστον παράγοντες αξιολόγησης της βιωσιμότητας ενός κτηρίου (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):

- η επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον και
- η ανθρώπινη υγεία.

Ένα γενικό πλαίσιο αξιολόγησης της βιωσιμότητας των κτηρίων αποτελεί το Green Building Challenge Framework (GBC Framework) στο οποίο περιλαμβάνονται παράγοντες όπως (Γιαννακοπούλου Τ., 2011):

- η χρήση ενέργειας
- τα υλικά

- το νερό
- η γη
- οι επενδύσεις κεφαλαίων
- η λειτουργικότητα ή το επίπεδο εξυπηρέτησης
- η καταλληλότητα σε σχέση με τον στόχο της κατασκευής (π.χ. μέγεθος)
- η ποιότητα του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων
- η ποιότητα αέρα και αερισμός
- ο τεχνητός και ο φυσικός φωτισμός
- ο θόρυβος και η ακουστική
- τα συστήματα ελέγχου
- οι επιπτώσεις και τα φορτία στην τοπική και ευρύτερη ζώνη του κτηρίου
- οι επιπτώσεις του κτηρίου στην τοπική κοινωνία
- η ρύπανση του αέρα στην ευρύτερη περιφέρεια του κτηρίου
- η μείωση του όζοντος
- τα αέρια θερμοκηπίου
- ο σχεδιασμός της κατασκευαστικής διαδικασίας
- η διαχείριση των λειτουργιών του κτηρίου
- η συντήρηση του κτηρίου.

Η ποιότητα του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων (Indoor Environment Quality-IEQ)

Το περιβάλλον στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζεται από παράγοντες όπως η εξοικονόμηση ενέργειας, τα νέα υλικά, η ακουστική, ο φωτισμός κλπ. Αντίστοιχα, η ποιότητα του περιβάλλοντος στο εσωτερικό των κτηρίων επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα των εργαζομένων και ενδεχομένως σχετίζεται με κινδύνους στην υγεία τους. Κατά κανόνα, η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων είναι χειρότερη από αυτήν του εξωτερικού περιβάλλοντος εξ αιτίας των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών, των επίπλων και των διαφόρων καταναλωτικών προϊόντων που υπάρχουν μέσα στα κτήρια. Σημαντικά ρυπαντικά φορτία προέρχονται, επίσης, από δραστηριότητες όπως το μαγείρεμα, η καθαριότητα, το βάψιμο, τα καλλυντικά κλπ.

Έχει διαπιστωθεί ότι η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον έχει υποβαθμισθεί παρόλο που η ποιότητα στο εξωτερικό περιβάλλον έχει βελτιωθεί λόγω

της εφαρμογής αυστηρότερων κανονισμών. Σύμφωνα με υπολογισμούς της USEPA, το εσωτερικό περιβάλλον μπορεί να είναι ακόμα και δέκα φορές πιο ρυπασμένο σε σχέση με το εξωτερικό.

Παράλληλα, το εσωτερικό περιβάλλον έχει αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία τα τελευταία χρόνια, δεδομένου ότι υπολογίζεται ότι οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν μέσα σε κτήρια το 99% του χρόνου τους. Το υποβαθμισμένο εσωτερικό περιβάλλον θεωρείται σήμερα ως η κυριότερη αιτία της αύξησης των αλλεργιών, των πνευμονικών παθήσεων και του καρκίνου των πνευμόνων.

Σε οικονομικό επίπεδο, υπολογίζεται ότι το κόστος των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία και η ελαττωμένη παραγωγικότητα υπερβαίνει κατά πολύ το ενεργειακό κόστος κατανάλωσης και την καθαριότητα των κτηρίων.

Για να αξιολογηθούν οι κίνδυνοι για την υγεία που σχετίζονται με το περιβάλλον των εσωτερικών χώρων πρέπει να γίνει καταγραφή των ρύπων που υπάρχουν στα κτήρια όπως και των πηγών τους. Για παράδειγμα, σημαντικές ποσότητες οξειδίων του αζώτου εκλύονται από ορισμένες συσκευές θέρμανσης, από τις κουζίνες αερίου και από το κάπνισμα.

Η επαρκής θέρμανση, η ακουστική μόνωση και ο φωτισμός αποτελούν, επίσης, τρεις σημαντικούς παράγοντες της ποιότητας του εσωτερικού χώρου.

Βιομηχανική παραγωγή δομικών υλικών και προϊόντων

Η κατασκευαστική βιομηχανία χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες βιομηχανικών προϊόντων για την παραγωγή των οποίων απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Τέτοια υλικά είναι ο σίδηρος, το ατσάλι, το τσιμέντο, το γυαλί και διάφορα συνθετικά μονωτικά υλικά.

Τα παραπάνω υλικά με την εξαίρεση του τσιμέντου δεν παράγονται αποκλειστικά για να χρησιμοποιηθούν στις κατασκευές και αποτελούν κυρίως πρόβλημα των αντίστοιχων βιομηχανικών κλάδων που τα παράγουν.

Ωστόσο, ο κατασκευαστικός τομέας χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες από αυτά τα προϊόντα και γι αυτό η βιωσιμότητα των κτηρίων συνδέεται έστω και έμμεσα με την παραγωγή αυτών των υλικών. Έτσι, έχουν εντοπισθεί διάφοροι τομείς που μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση της βιωσιμότητας και σχετίζονται με την χρήση των υλικών όπως (Μπίκας Δ., 2004):

- η ελάττωση των ενσωματωμένων υλικών και της ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών, ανακύκλωση υλικών, αύξηση της ανθεκτικότητας και της ζωής των υλικών.
- οι χαμηλές ή οι μηδενικές εκλύσεις ρύπων με την χρήση περιβαλλοντικά «φιλικών» χρωμάτων κλπ.
- τα υλικά που επισκευάζονται και ανακυκλώνονται (product stewardship).

Οι παραπάνω στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με την συνεργασία μελετητών και κατασκευαστών δομικών υλικών. Η Περιβαλλοντική Σήμανση (eco-label) είναι το κατάλληλο εργαλείο που επιτρέπει την επιλογή εκείνων των υλικών με τον μεγαλύτερο κύκλο ζωής, την μικρότερη ενσωματωμένη ενέργεια, την ασφαλέστερη σύνθεση και την μεγαλύτερη δυνατότητα ανακύκλωσης.

Η αξιολόγηση της βιωσιμότητας των κτηρίων μπορεί να βασισθεί σε διάφορες μεθόδους όπως είναι η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis-LCA) ή σε συνδυασμό μεθόδων (π.χ. συνδυασμός LCA και Ανάλυσης Κινδύνου).

Κτήρια

Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης των κτηρίων προϋποθέτει την ανάπτυξη αντίστοιχων αξιόπιστων μεθόδων αξιολόγησης. Η αύξηση των παραμέτρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και η συγκέντρωση της πληροφορίας που προέρχεται από μετρήσεις συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των προβλημάτων που συνδέονται με την περιβαλλοντική επίδοση των κτηρίων.

Ωστόσο, ο όρος «επίδοση» δεν είναι ακόμα σαφώς προσδιορισμένος, διότι γίνεται αντιληπτός με διαφορετικό τρόπο από τα διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη. Ο κατασκευαστής, ο χρήστης, ο ιδιοκτήτης ή ο ενοικιαστής αντιλαμβάνονται ο καθένας με διαφορετικό τρόπο την περιβαλλοντική επίδοση ενός κτηρίου.

2.4.3. Χρήση πόρων

Οι κατασκευές σχετίζονται κυρίως με την χρήση ενέργειας, νερού, υλικών και γης.

Χρήση Ενέργειας

Η χρήση ενέργειας γενικότερα είναι η βασική αιτία των κλιματικών αλλαγών σε παγκόσμιο επίπεδο. Συγχρόνως, από την χρήση ενέργειας αποβάλλονται διάφοροι ρύποι που προκαλούν προβλήματα αέριας ρύπανσης. Οι σχετικά χαμηλές τιμές των

καυσίμων ήταν μια από τις αιτίες που δεν προωθήθηκαν όσο θα έπρεπε τεχνικές και πολιτικές για την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας η οποία βελτιώνεται σε ετήσιο ποσοστό μόνο κατά 1%, στη Δυτική Ευρώπη. Αναμένεται ότι η οικονομική σύγκλιση της Ανατολικής Ευρώπης θα ανατρέψει την παρούσα τάση που υπάρχει για χαμηλότερη χρήση ενέργειας που θα οδηγήσει σε αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αέριων ρύπων.

Παρά τις υπάρχουσες διαφορές στην χρήση ενέργειας που παρατηρούνται από χώρα σε χώρα, υπολογίζεται ότι κατά μέσο όρο το 30% της άμεσης χρήσης της ενέργειας οφείλεται στα κτήρια, ενώ αν υπολογισθούν και έμμεσοι παράγοντες το ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιείται από τα κτήρια φθάνει το 50%.

Είναι αξιοσημείωτο ότι παρόλο που υπάρχουν δυνατότητες εξοικονόμησης της ενέργειας στα παλιά κτήρια, η έμφαση μέχρι τώρα έχει δοθεί μόνο στα νέα κτήρια. Σε πολύ λίγες χώρες έχουν γίνει προσπάθειες για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και μείωση της χρήσης της ενέργειας των παλαιών κτηρίων, όπως το πρόγραμμα «Εξοικονομώ κατ' οίκον».

Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας

Οι νέες τεχνολογίες για την εξοικονόμηση ενέργειας αφορούν κυρίως την καλύτερη μόνωση, την παθητική θέρμανση και ψύξη, την χρήση του φυσικού φωτισμού και την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Αυτές οι νέες τεχνολογίες θα απαιτήσουν νέο σχεδιασμό για την οροφή, την πρόσοψη και τα θεμέλια των κτηρίων. Επίσης, απαιτείται σχεδιασμός που να επιτρέπει την αναμόρφωση, επισκευή και αναβάθμισή τους σε όλη την διάρκεια της ζωής του κτηρίου.

Οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν για παράδειγμα:

- την αποθήκευση και την ανάκτηση ενέργειας
- τις τεχνολογίες για παθητική θέρμανση και φωτισμό
- τις τεχνολογίες ανίχνευσης και αυτόματης ρύθμισης της εσωτερικής θερμοκρασίας και του φωτισμού
- τα νέα συστήματα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης.
- την χρήση υλικών με χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια κλπ.

Επίσης, σε επίπεδα ευρύτερα από αυτό των κτηρίων (περιοχή, πόλη), οι πηγές ενέργειας πρέπει να έχουν τοπικό και ανανεώσιμο χαρακτήρα. Παράλληλα, η τοπική ανάπτυξη μιας περιοχής πρέπει να συνοδεύεται από την ανάπτυξη δημόσιων συστημάτων μεταφοράς που συνεπάγεται την μείωση των αναγκών για αυτοκινητοδρόμους. Οι τελευταίοι έχουν αφενός μεγάλο κόστος κατασκευής και χρήση ενέργειας, ενώ, συγχρόνως, προωθούν τη χρήση ιδιωτικών μέσων μεταφοράς που είναι τα ίδια ενεργειακόβρα και προκαλούν αέρια ρύπανση.

Υλικά

Οι κατασκευές κάθε είδους εξασκούν άμεση επίπτωση στα φυσικά συστήματα, διότι διασπούν την φυσική συνέχεια των οικοσυστημάτων και απειλούν την βιοποικιλότητα.

Παράλληλα, για την κατασκευή των κτηρίων χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες υλικών που αποτελούν μη-ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Δυστυχώς, η χρήση ανανεώσιμων ή ανακυκλώσιμων υλικών δεν είναι διαδεδομένη με μόνη εξαίρεση τη χρήση υλικών κατεδαφίσεων ως υπόστρωμα στην κατασκευή δρόμων. Σε πολλές χώρες ως και το 85% των δομικών υλικών ανακυκλώνεται με αυτό τον τρόπο. Ωστόσο, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη να μην ανακυκλώνονται τοξικά ή επιβλαβή υλικά όπως ο αμιάντος ή τα βαριά μέταλλα.

Τα τελευταία χρόνια η Σουηδία έχει πετύχει σημαντική πρόοδο στην ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των δομικών υλικών. Ανακυκλωμένο μπετόν, τούβλα, ελαστικά και ιπτάμενη τέφρα όπως και άλλα παρόμοια υλικά έχουν ως τώρα χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως πρόσθετα για την παρασκευή σκυροδέματος. Στη Σουηδία επαναχρησιμοποιείται το 90% περίπου των φυσικών πετρωμάτων, της άμμου και του χαλικιού, το 60% της ασφάλτου, ενώ το 80% του ξύλου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Η επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος είναι σχετικά χαμηλή και φθάνει μόνο το 20%.

Υπολογίζεται ότι σ' αυτή τη χώρα παράγονται ετησίως 6 εκατομμύρια τόνοι υλικών συνολικά που προέρχονται από την κατεδάφιση κτηρίων, και δρόμων. Από αυτά το 43% επαναχρησιμοποιείται, το 7% ανακυκλώνεται, το 5% καίγεται για παραγωγή ενέργειας και το 45% καταλήγει ως στερεό απόρριμμα στο περιβάλλον ή σε χωματερές.

Κριτήρια βιωσιμότητας των υλικών των κατασκευών

Τα κριτήρια βιωσιμότητας των υλικών των κατασκευών ανά φάση του έργου περιλαμβάνουν:

- Αρχικές φάσεις και φάσεις μελέτης. Στις φάσεις αυτές είναι σημαντική η επιλογή των υλικών βασισμένη σε κριτήρια όπως:
 - η περιβαλλοντική επίδοση
 - ο χρόνος ζωής
 - οι επιπτώσεις στην υγεία.

Η επιλογή των υλικών στη φάση μελέτης διευκολύνεται με τη χρήση εξειδικευμένων εργαλείων διαχείρισης (eco-balance tools). Επίσης, ένα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή των υλικών αποτελεί η δυνατότητα αποσυναρμολόγησης (reversible building process).

- Φάσεις κατασκευής, επισκευής και κατεδάφισης Τα επί μέρους θέματα της χρήσης των υλικών αφορούν κυρίως τους εργολάβους. Τέτοια θέματα είναι:
 - η χρήση τοπικών υλικών και η επαναχρησιμοποίηση υλικών για επισκευές
 - τα υλικά που αποσυναρμολογούνται
 - η ειδική κατάλληλη σήμανση για να διευκολύνεται η αφαίρεση και η ανακύκλωση επί μέρους ανταλλακτικών
 - η υιοθέτηση κριτηρίων ποιότητας για τα ανακυκλούμενα υλικά
 - η διαχείριση της Ολικής Ποιότητας των Κατασκευών.

Ειδικότερα στις αναπτυσσόμενες χώρες φαίνεται να έχουν μεγάλη σημασία η τεχνικές αποκατάστασης των κτηρίων οι οποίες πρέπει να γίνονται με την ελάχιστη δυνατή όχληση για τους ενοίκους και το περιβάλλον κάτι που μπορεί εν μέρει να επιτευχθεί με τη χρήση προκατασκευασμένων επισκευαστικών στοιχείων. Νέες τεχνικές για την κατεδάφιση είναι απαραίτητες, ώστε να διευκολύνεται η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των δομικών υλικών. Σε επίπεδο υποδομών όπως τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης είναι σημαντικό να αναπτυχθούν νέες τεχνικές με τις οποίες θα γίνονται επί τόπου επισκευές.

Χρήση νερού

Η μειωμένη χρήση του νερού είναι στενά συνυφασμένη με τις βιώσιμες κατασκευές. Η έλλειψη πόσιμου νερού σχετίζεται με τις διαρροές από τα συστήματα διανομής και την αλόγιστη χρήση των υδατικών αποθεμάτων. Στα νέα κτήρια η εξοικονόμηση του νερού μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης νερού, όπως συστήματα αξιοποίησης του νερού της βροχής, βρύσες χαμηλής ροής, ελαχιστοποίησης των παραγομένων λυμάτων κλπ.

Τρία είναι τα κύρια θέματα που σχετίζονται με την βιώσιμη χρήση γης από τον κατασκευαστικό τομέα:

- η αποδοτική χρήση της γης για τις κατασκευές
- ο σχεδιασμός που να αποσκοπεί σε μακροχρόνια χρήση των κτηρίων
- οι προσαρμογές ή /και οι μετατροπές των υπάρχοντων κτηρίων.

Αναφορικά με την αποδοτική χρήση γης, η επιλογή της κατάλληλης περιοχής που θα γίνει μια κατασκευή συνεπάγεται όχι μόνο περιβαλλοντικές επιπτώσεις τοπικού χαρακτήρα, αλλά συγχρόνως κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Το πρόβλημα είναι σοβαρότερο για τις περιοχές ή τις χώρες που έχουν μεγάλη πυκνότητα αστικού πληθυσμού. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να αξιοποιούνται υπόγειες κατασκευές για χώρους στάθμευσης ή άλλες εμπορικές ή βιομηχανικές χρήσεις. Επίσης, είναι σημαντικό να προωθείται η επαναχρησιμοποίηση της γης σε περιοχές που προϋπήρχαν κατασκευές (brown field development) σε αντίθεση με την χρήση περιοχών που είχαν γεωργική χρήση ή ήταν φυσικά οικοσυστήματα (greenfield development).

Σε ότι αφορά την μακροχρόνια χρήση των κτηρίων είναι σημαντικό να διερευνάται και να επιλέγεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης παλαιών κτηρίων για νέες χρήσεις.

Τέλος, έμμεσα η χρήση γης αφορά την χρήση δομικών υλικών που έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων από λατομεία ή υλοτομία.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΚΤΙΡΙΩΝ

3.1. Γενικά

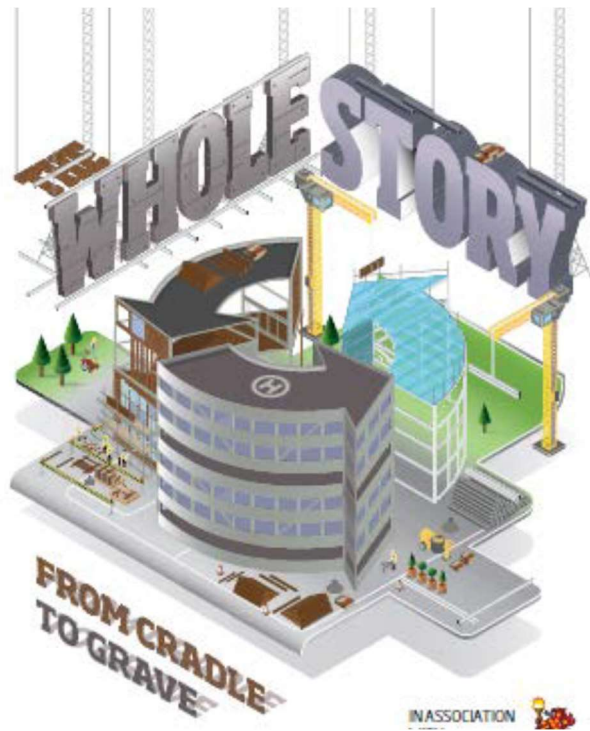
Ο βασικός στόχος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι η καταγραφή όλων των ροών υλικού και ενέργειας που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία. Το πλήρες «ιστορικό» των προϊόντων και του έργου εξετάζονται «από το λίκνο μέχρι τον τάφο» (from cradle to grave).

Αυτό σημαίνει ότι κατά τον σχεδιασμό της παραγωγής καταγράφονται οι περιβαλλοντικές συνέπειες από την πλήρη βιομηχανοποίηση του προϊόντος και την επεξεργασία των ακατέργαστων πρώτων υλών μέχρι και τη διανομή, τη χρήση και κατανάλωση συμπεριλαμβανομένης της χρήσης και της τελικής διάθεσης του προϊόντος.

Αυτή η ευρεία προσέγγιση είναι σημαντική, γιατί οι αναφορές για πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προϊόντων ή των διαδικασιών μπορεί να διαφοροποιηθούν, εάν το εύρος της θεώρησης είναι περιορισμένο.

Με βάση την ολοκληρωμένη εικόνα (Εικόνα 3.1), οι διαδικασίες και τα προϊόντα μπορούν να βελτιστοποιηθούν στα επιστημονικά και τεχνικά εφικτά όρια.

Η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιριακών υποδομών, προσεγγίζεται στο παρόν κεφάλαιο μέσω του Κύκλου Ζωής των υποδομών αυτών και πιο συγκεκριμένα μέσω της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής και του Κόστους του Κύκλου Ζωής. Οι αναλύσεις αυτές αποτελούν σημαντικά εργαλεία αξιολόγησης των παραμέτρων που εμπλέκονται σε όλες τις φάσεις ζωής του κτιρίου, από την παραγωγή δομικών υλικών έως τη λειτουργία και την αποδόμησή του. Έχουν δε, ως κύριο σκοπό την αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την εκτίμηση της δυνατότητας περιβαλλοντικών βελτιώσεων (Σπηλιώτης Ξ., 2014).



Εικόνα 3.1: Το πλήρες «ιστορικό» υλικών και έργου

3.2. Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη

Κατά τις δεκαετίες του 1960 και 1970, οι προσεγγίσεις του κύκλου ζωής χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σωρευτικής ενεργειακής χρήσης και για να προβλεφθούν οι μελλοντικές προμήθειες σε πρώτες ύλες και ενέργεια. Είχαν επίσης συνδυαστεί με οικονομικά μοντέλα εισόδου-εξόδου για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών εκπομπών και των οικονομικών μεγεθών που σχετίζονται με τις διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες στον κύκλο ζωής τους. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, το ενδιαφέρον σε τέτοιες προσεγγίσεις μειώθηκε καθώς η πετρελαϊκή κρίση έφθινε, και το ενδιαφέρον στράφηκε στα επικίνδυνα απόβλητα. Η θεώρηση κύκλου ζωής προχώρησε στην Ευρώπη, όπου η ανάλυση απογραφών (inventory analysis) συνεχίστηκε, και οι αρμόδιοι ενδιαφέρθηκαν για το αντικείμενο. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και τις αρχές του 1990, η ΑΚΖ αποτελείτο κυρίως από εκτιμήσεις εκπομπών και η εφαρμογή της περιοριζόταν στην αξιολόγηση εναλλακτικών συσκευασιών. Αλλά η ανάγκη να διερευνηθούν από εκτιμήσεις εκπομπών και οι

γενικότερες επιπτώσεις οδήγησε στην εισαγωγή της αποτίμησης επιπτώσεων κύκλου ζωής (life cycle impact assessment), δηλαδή στο να «μεταφραστούν» οι ποσότητες των εκπομπών σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό ήταν σημαντικό, καθώς η πληροφορία σχετικά με την απελευθέρωση εκπομπών παρέχει μικρή ένδειξη σχετικά με το βαθμό της πραγματικής βλάβης στο περιβάλλον.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, η AKZ χρησιμοποιήθηκε και για λόγους μάρκετινγκ. Παρόλα αυτά, η έλλειψη διαφάνειας σε κρίσιμα ζητήματα, η ανάγκη για υποθέσεις, τα αμφισβητούμενα δεδομένα και οι υποκειμενικές εκτιμήσεις σε πολλές από αυτές τις Αναλύσεις Κύκλου Ζωής προκάλεσαν απαράδεκτες καταστάσεις μάρκετινγκ, με αποτέλεσμα να μειωθεί η εμπιστοσύνη στην AKZ.

Σύντομα, το ενδιαφέρον για τις προσεγγίσεις AKZ αναζωπυρώθηκε καθώς το ενδιαφέρον των ρυθμιστικών αρχών πέρασε από το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας επεξεργασίας (end-of-pipe treatment) στην πρόληψη της ρύπανσης και την περιβαλλοντική βελτιστοποίηση. Η AKZ επέτρεψε την ποσοτικοποιημένη, δομημένη σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων και την αναγνώριση των περιβαλλοντικά προτιμώμενων επιλογών, με την ταυτόχρονη αναφορά σε πολλαπλά περιβαλλοντικά κριτήρια. Η εφαρμογή της AKZ διευρύνθηκε από την αρχική της εστίαση στη συσκευασία, σε εφαρμογές στα δομικά υλικά, την κατασκευή, τα χημικά προϊόντα, τα αυτοκίνητα και τις βιομηχανίες ηλεκτρονικών (Σπηλιώτης Ξ., 2014).

Με το διευρυνόμενο πεδίο των εφαρμογών, προέκυψε η ανάγκη για τυποποίηση των προσεγγίσεων AKZ, πράγμα το οποίο ώθησε τις σχετικές προσπάθειες. Σημαντικοί παίκτες σε αυτό το πεδίο ήταν και ακόμη είναι:

- η Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC),
- το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environmental Program - UNEP), και
- ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization of Standardization - ISO).

Η SETAC είναι μία ακαδημαϊκή κοινότητα η οποία διοργανώνει συχνά διασκέψεις για την AKZ, ειδικά σχετικά με τη μεθοδολογία AKZ. Παρέχει ένα φόρουμ όπου οι ερευνητές και οι εκπρόσωποι της βιομηχανίας συζητούν και ανταλλάσσουν ιδέες για την ανάπτυξη και την τυποποίηση των μεθόδων. Το 1993, η SETAC δημοσίευσε το Κώδικα Πρακτικής (Code of Practice), ο οποίος περιέγραφε τα συστατικά της

«παραδοσιακής» ΑΚΖ, π.χ. καθορισμός σκοπού και πεδίου δράσης, απογραφική ανάλυση κτλ. Ένας αριθμός από άλλες κατευθυντήριες γραμμές και εγχειρίδια προετοιμάστηκαν, αλλά δεν ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμες για όσους δεν ήταν εξοικειωμένοι με την ΑΚΖ, επειδή προορίζονταν για συγκεκριμένους σκοπούς και ήταν αρκετά ανελαστικές στις απαιτήσεις τους. Η ανάγκη για πρότυπα μεγάλωσε, και στα τέλη της δεκαετίας του 1990, ο ISO ξεκίνησε να αναπτύσσει αυτά τα πρότυπα (Σπηλιώτης Ξ., 2014).

Ο ISO είναι ένας παγκόσμιος οργανισμός τυποποίησης, ο οποίος, μέσω ποικίλων τεχνικών επιτροπών, προετοιμάζει διεθνή πρότυπα σε διάφορα θέματα. Τα πρότυπα ISO συντάσσονται με βάση ένα προδιαγεγραμμένο πλαίσιο κανόνων, τα προσχέδια των προτύπων αναθεωρούνται, και τουλάχιστον 75% των εθνικών οργανισμών τυποποίησης που ψηφίζουν πρέπει να εγκρίνει ένα πρότυπο για να δημοσιευθεί. Ο ISO εξέδωσε μία σειρά προτύπων για την ΑΚΖ μεταξύ 1997 και 2000.

Μετά τη έκδοση των προτύπων ISO, η SETAC και το UNEP αναγνώρισαν την ανάγκη για τη διάδοση των πληροφοριών και την εκτέλεση προσεγγίσεων κύκλου ζωής στις βιομηχανοποιημένες και μη βιομηχανοποιημένες χώρες. Το 2002 ξεκίνησαν μια συντονισμένη διεθνή συνεργασία για να μπει σε παγκόσμια εφαρμογή η θεώρηση κύκλου ζωής και για να βελτιώσουν τα υποστηρικτικά εργαλεία μέσω καλύτερων δεδομένων και δεικτών επιπτώσεων. Με αυτή τη συνεργασία, γνωστή και ως Πρωτοβουλία Κύκλου Ζωής (Life Cycle Initiative - LCI), η SETAC παρέχει τεχνικές γνώσεις και συμβουλές, και το UNEP διευκολύνει τη διαδικασία εμπλέκοντας τα ενδιαφερόμενα μέρη από διαφορετικές περιοχές.

Οι δύο οργανισμοί εργάζονται για να ενισχύσουν την εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών και ορθών εργαλείων κύκλου ζωής, για να μεταδώσουν τα επιτεύγματα και για να εγκαθιδρύσουν εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Το 2007 ο ISO δημοσίευσε μια δεύτερη έκδοση των προτύπων ΑΚΖ:

- το ISO 14040, Περιβαλλοντική Διαχείριση - Ανάλυση Κύκλου Ζωής - Αρχές και Πλαίσιο, μαζί με
- το ISO 14044, Περιβαλλοντική Διαχείριση-Ανάλυση Κύκλου Ζωής - Απαιτήσεις και Κατευθυντήριες Γραμμές, που αντικαθιστούν τα προηγούμενα πρότυπα ΑΚΖ.

Οι αναθεωρήσεις στο ISO 14040 και 14044 επικεντρώνονται στη βελτιωμένη αναγνωσιμότητα και στην διόρθωση λαθών και ασυνεπειών. Τα κύρια τεχνικά περιεχόμενα παραμένουν κατά κύριο λόγο αμετάβλητα.

Το 2006, η Φάση I της Πρωτοβουλίας Κύκλου Ζωής SETAC-UNEP ολοκληρώθηκε. Μετά την προσπάθεια τεσσάρων ετών, ανεξάρτητες ομάδες εργασίας δούλεψαν για να βελτιώσουν τη θεώρηση κύκλου ζωής στις ακόλουθες τρεις περιοχές:

- Διαχείριση Κύκλου Ζωής: Ενημέρωσαν και αύξησαν τις ικανότητες των υπευθύνων παρέχοντας πληροφοριακό υλικό, εγκαθιδρύοντας φόρουμ για κοινοποίηση των βέλτιστων πρακτικών και σε όλον τον κόσμο.
- Ανάλυση Απογραφών Κύκλου Ζωής: Βελτίωσαν την παγκόσμια πρόσβαση σε υψηλής ποιότητας δεδομένα κύκλου ζωής, διευκολύνοντας τις ομάδες ειδικών να αναπτύξουν διαδικτυακά συστήματα πληροφοριών.
- Εκτίμηση Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής: Αύξησαν την ποιότητα και την παγκόσμια πρόσβαση σε δείκτες κύκλου ζωής προωθώντας το μοίρασμα των ιδεών μεταξύ των ειδικών.

Στο τέλος της Φάσης I, η πρωτοβουλία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, παρόλο που είχε γίνει σημαντική πρόοδος στη μεθοδολογία της ΑΚΖ, στην κατανόηση της διαχείρισης κύκλου ζωής και στις βάσεις δεδομένων για την δημιουργία ικανοτήτων και γνώσης για την εφαρμογή προσεγγίσεων κύκλου ζωής παγκοσμίως, απαιτούνταν περισσότερα. Η συνεργασία βρήκε, για παράδειγμα, ότι οι βάσεις δεδομένων απογραφικής ανάλυσης κύκλου ζωής και οι μέθοδοι ανάλυσης επιπτώσεων βασίζονται γενικά σε ευρωπαϊκές ή βορειο-αμερικάνικες πληροφορίες και εμπειρίες, και ότι χρειάζονται τοπικές βάσεις δεδομένων και κατάλληλες, ανάλογα με κάθε περίπτωση, μέθοδοι αποτίμησης επιπτώσεων. Η Πρωτοβουλία επίσης διαπίστωσε ότι η ακαδημαϊκή έρευνα και οι βιομηχανικές εφαρμογές πρέπει να είναι περισσότερο εναρμονισμένες. Το φθινόπωρο του 2007 η συνεργασία ανακοίνωσε τη Φάση II, η οποία διήρκεσε μέχρι το 2012. Με βάση την ανατροφοδότηση της Φάσης I, η αποστολή της Φάσης II ήταν να εφαρμόσει στην πράξη επιστημονικά κατοχυρωμένες προσεγγίσεις κύκλου ζωής παγκοσμίως.

Στους στόχους της Φάσης II εμπεριέχονται και τα ακόλουθα:

- Να ενισχυθεί το παγκόσμιο πεδίο δράσης των προσεγγίσεων κύκλου ζωής.

- Να συλλεχθούν, αναπτυχθούν, διατηρηθούν και να διαδοθούν πληροφορίες σε επιτυχείς εφαρμογές των προσεγγίσεων κύκλου ζωής παγκοσμίως για πόρους (π.χ. φυσικούς πόρους, χημικές ουσίες, ενέργεια, νερό)
- Να διευκολυνθεί η χρήση των προσεγγίσεων κύκλου ζωής παγκοσμίως μέσω του επηρεασμού αποφάσεων διαχείρισης σε επιχειρήσεις και διοικήσεις
- Να δημιουργηθεί η δυνατότητα στη χρήση των προσεγγίσεων κύκλου ζωής σε ενδιαφερόμενα μέρη κλειδιά δημόσιας πολιτικής και επιχειρήσεων παγκοσμίως, σε συνεργασία με τοπικά δίκτυα κύκλου ζωής και άλλους οργανισμούς.

Η Φάση II της πρωτοβουλίας προτίθεται να προχωρήσει πέρα από τις μεθοδολογίες και σε πρακτικές εφαρμογές και με αυτόν τον τρόπο, να συμβάλει πιο αποτελεσματικά στις διεθνείς προσπάθειες για αλλαγή των μη βιώσιμων πρακτικών κατανάλωσης και παραγωγής.

Οι βιομηχανίες υιοθετούν με αυξανόμενο ρυθμό την ΑΚΖ και κάποιες μεγαλύτερες εταιρείες με τους δικούς τους ειδικούς χρησιμοποιούν την ΑΚΖ σε σταθερή βάση. Τα άρθρα σε περιοδικά σχετικά με την ΑΚΖ αυξάνονται και τουλάχιστον ένα περιοδικό (International Journal of Life Cycle Assessment) είναι αφιερωμένο στην ΑΚΖ.

Αυτό το περιοδικό δημοσιεύει άρθρα και έρευνες στη μεθοδολογία ΑΚΖ και μελέτες περιπτώσεων. Με την αυξανόμενη εμπειρία στην ΑΚΖ, οι χρήστες αναγνωρίζουν ότι η οι εφαρμογές ΑΚΖ ποικίλουν και ότι η εφαρμογή της θεώρησης κύκλου ζωής, ακόμη και χωρίς την πλήρη Ανάλυση Κύκλου Ζωής που να ακολουθεί αυστηρά πρότυπα, μπορεί να παρέχει ένα χρήσιμο εργαλείο απόφασης για τους μάνατζερ.

3.3. Η μεθοδολογία Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ)

Ο όρος Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) αναφέρεται γενικά στην αναλυτική διαδικασία ή μέθοδο η οποία περιλαμβάνει το ισοζύγιο και τις πιθανές επιπτώσεις ενός προϊόντος ή μια διαδικασίας στη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Γενικά, μία ΑΚΖ αποτελείται από τα παρακάτω τέσσερα βήματα (ή φάσεις) όπως φαίνονται στο Σχήμα 3.1 (Σπηλιώτης Ξ., 2014):

1. Προσδιορισμός του στόχου και έκτασης της μελέτης (ISO 14040)

Σε αυτό το στάδιο προσδιορίζεται η επιδίωξη της μελέτης, το αντικείμενό της, η λειτουργική μονάδα, τα υλικά, οι διαδικασίες και το υπό μελέτη σύστημα. Το σύστημα αποτυπώνεται για την καλύτερη κατανόησή του με τη μορφή

διαγραμμάτων ροής. Κάθε σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο διεργασιών, οι οποίες συνδέονται με το εξωτερικό περιβάλλον με τις εισροές υλικών και ενέργειας που δέχεται από αυτό και μέσω των εκπομπών αέριων, στερεών και υγρών που διοχετεύει σε αυτό.

2. Αναλυτική απογραφή δεδομένων (Life Cycle Inventory – LCI) (ISO 14041)

Στο στάδιο αυτό τα δεδομένα εισαγωγής (εισροές) είναι οι πρώτες ύλες και η ενέργεια ενώ οι εκροές είναι οι αέριες εκπομπές, τα στερεά και υγρά απόβλητα. Οι εισροές και οι εκροές καταγράφονται για κάθε στάδιο του υπό μελέτη συστήματος. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται «απογραφή δεδομένων» (inventory analysis). Τα αποτελέσματα της καταγραφής συναθροίζονται για το υπό μελέτη σύστημα.

3. Εκτίμηση επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment – LCIA) (ISO 14042)

Οι αρχές και η διαδικασία για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής παρουσιάζονται σ' αυτό το πρότυπο, το οποίο χωρίστηκε πρόσφατα στις ακόλουθες τέσσερις περιοχές:

- ταξινόμηση,
- χαρακτηρισμό,
- ανάλυση “σπουδαιότητας” και
- αξιολόγηση.

4. Εκτίμηση βελτιώσεων - Ερμηνεία. (ISO 14043)

Η εκτίμηση των βελτιώσεων μπορεί να περιέχει τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως για παράδειγμα αλλαγές στο υπό μελέτη προϊόν ή στη διεργασία, στο σχεδιασμό, στη χρήση πρώτων υλών αλλά και στη χρήση από τον καταναλωτή/χρήστη, για παράδειγμα στη διαχείριση απορριμμάτων. Γενικά, αξίζει να σημειωθεί ότι το στάδιο της εκτίμησης των βελτιώσεων δεν έχει τυποποιηθεί και πραγματοποιείται ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περίπτωσης. Το οποίο χωρίστηκε στις ακόλουθες περιοχές:

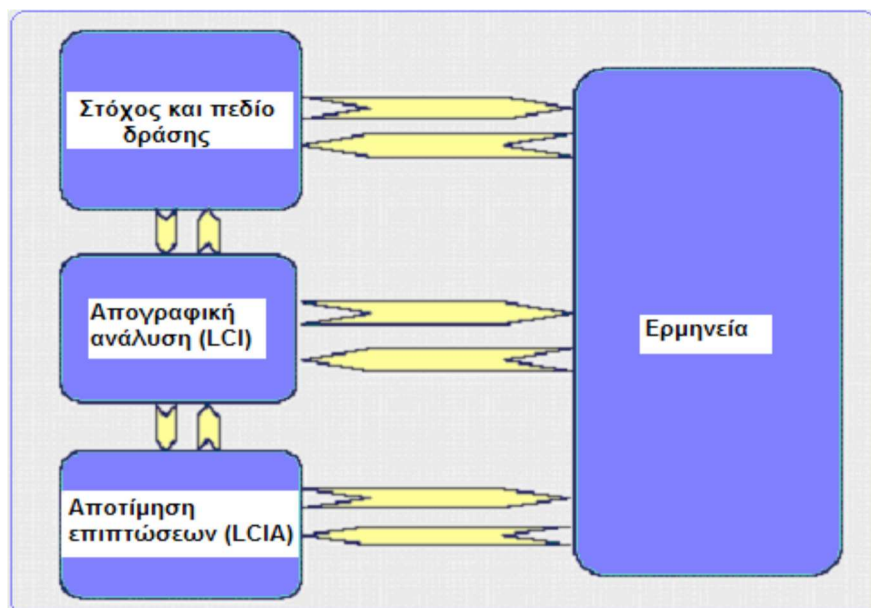
- συσχέτιση της αναλυτικής απογραφής με την εκτίμηση των επιπτώσεων,
- συσχέτιση του αντικειμένου ανάλυσης με τα εργαλεία βελτίωσης που χρησιμοποιούνται,
- συμπεράσματα και

- συστάσεις.

5. Ερμηνεία. (ISO 14044)

Καλύπτει την αξιολόγηση του κύκλου ζωής και μελέτες απογραφής κύκλου ζωής (LCI). Το οποίο χωρίστηκε στις ακόλουθες περιοχές:

- καθορισμός του στόχου και του πεδίου εφαρμογής της αξιολόγησης κύκλου ζωής,
- μελέτες απογραφής του κύκλου ζωής,
- φάση αξιολόγησης επιπτώσεων κύκλου ζωής,
- φάση ερμηνείας κύκλου ζωής,
- υποβολή εκθέσεων και κριτική ανασκόπηση της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής,
- περιορισμοί της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής,
- σχέση μεταξύ των φάσεων Εκτίμησης Κύκλου Ζωής και
- προϋποθέσεις για χρήση επιλογών αξίας και προαιρετικά στοιχεία.



Σχήμα 3.1: Τα βήματα (ή φάσεις) της ΑΚΖ

Τα πρότυπα ISO περιέχουν επιπλέον φάσεις για την αναφορά και πιστοποίηση των αποτελεσμάτων. Αυτές οι φάσεις αναφοράς και πιστοποίησης είναι σημαντικές για ΑΚΖ των οποίων τα αποτελέσματα θα συγκριθούν με άλλες ΑΚΖ, αλλά δεν είναι

απαραίτητες για ΑΚΖ των οποίων τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για εσωτερική λήψη αποφάσεων.

Η ΑΚΖ είναι μια μέθοδος, σύμφωνα με την οποία οι προηγούμενες φάσεις μπορεί να επαναληφθούν με βάση τα αποτελέσματα επόμενων φάσεων. Οι τεχνικές ΑΚΖ, οι οποίες τυπικά καλύπτουν το ισοζύγιο «από το λίκνο μέχρι την ταφή», μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελέτες «από το λίκνο μέχρι την πύλη» και «από την πύλη στην πύλη» και για να αναλυθούν συγκεκριμένα τμήματα του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, όπως η διαχείριση αποβλήτων. Ο ακόλουθος Πίνακας 3.1 υποδεικνύει για κάθε φάση της ΑΚΖ, τον σκοπό, τη σημασία και τα πιθανά εκτελεστικά ζητήματα και σχόλια.

Πίνακας 3.1: Σκοπός, σημασία και σχετικά σχόλια για κάθε φάση της ΑΚΖ

| Στοιχεία | Σκοπός/ Αποτελέσματα | Σημασία / Αποτελέσματα / Οφέλη | Σχόλια |
|--|---|---|---|
| Στόχος και πεδίο δράσης | Ορίζει τον σκοπό της μελέτης. Ορίζει τα όρια. Δημιουργεί λειτουργική μονάδα. | Εξαρτάται από το θέμα και την προοριζόμενη χρήση της μελέτης. Θέτει τα στάδια για ολόκληρη την ανάλυση, συμπεριλαμβανομένης της διασφάλισης της ποιότητας. Το εύρος και το βάθος της μελέτης μπορεί να ποικίλει σημαντικά ανάλογα με το στόχο. | Πρέπει να προσδιορίζονται με σαφήνεια. |
| Απογραφική ανάλυση (Life Cycle Inventory - LCI) | Δημιουργεί τον κατάλογο εισόδου / εξόδου των δεδομένων του υπό μελέτη συστήματος. | Τα δεδομένα συλλέγονται για την κάλυψη των στόχων της μελέτης. | Η συλλογή δεδομένων απαιτεί σημαντικούς πόρους. Τα δεδομένα μπορεί να μην είναι διαθέσιμα στο επίπεδο που απαιτείται. Τα δεδομένα μπορεί να είναι απόρρητα. |
| Εκτίμηση επιπτώσεων (Life Cycle Impact Analysis - LCIA) | Παρέχει πληροφορίες για την κατανόηση και την εκτίμηση του μεγέθους και της σημασίας των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τα αποτελέσματα της απογραφής. | Παρέχει ένα σύστημα με ευρεία προοπτική των περιβαλλοντικών θεμάτων και πόρων. | Πρότυπες κατηγορίες επιπτώσεων ενδέχεται να μην επαρκούν για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση όλων των επιπτώσεων. Μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν λογισμικά πακέτα που απαιτούν αδειοδότηση. Τα αποτελέσματα της Εκτίμησης Επιπτώσεων δείχνουν πιθανές περιβαλλοντικές συνέπειες. Δεν |

| | | | |
|-----------------------------|---|---|------------------------------------|
| | | | προβλέπουν πραγματικές επιπτώσεις. |
| Ερμηνεία κύκλου ζωής | Παρέχει συμπεράσματα και συστάσεις με βάση τα αποτελέσματα της απογραφής και την αξιολόγηση των επιπτώσεων. | Χρησιμοποιεί μια συστηματική προσέγγιση για τον εντοπισμό, την αξιολόγηση, και την παρουσίαση συμπερασμάτων για να πληρούν τις απαιτήσεις που περιγράφονται στο σκοπό και το πεδίο εφαρμογής. | |

3.3.1. Καθορισμός στόχου - όρια υπό μελέτης συστήματος

Στη φάση αυτή καθορίζεται ο στόχος της μελέτης με βάση τον οποίο ορίζεται η λειτουργική μονάδα στην οποία ανάγονται και τα τελικά αποτελέσματα αλλά και τα αρχικά δεδομένα που απαιτούνται για την ανάλυση του καταλόγου απογραφής (Θεοδοσίου, 2007).

Μόλις καθοριστεί ο στόχος της ΑΚΖ προσδιορίζεται και το υπό μελέτη σύστημα που τον εξυπηρετεί. Το υπό μελέτη σύστημα είναι ένα σύνολο από διεργασίες ή διαδικασίες, οι οποίες σχετίζονται μεταξύ τους. Τα κρίσιμα σημεία για το σαφή καθορισμό του είναι να εντοπιστούν οι διεργασίες που τον αποτελούν και να προσδιοριστούν με σαφήνεια τα όριά του. Πολλές φορές είναι απαραίτητες ορισμένες παραδοχές ή υποθέσεις, ώστε να διευκολυνθεί η μελέτη του συστήματος. Οι παραδοχές και οι υποθέσεις σχετίζονται και με την ποιότητα των αρχικών δεδομένων, των οποίων η ακρίβεια καθορίζει και την αξιοπιστία των τελικών αποτελεσμάτων. Η λογική λοιπόν των παραδοχών ή υποθέσεων έχει ως βασικό σκοπό την καλύτερη ποιότητα των τελικών αποτελεσμάτων, χωρίς όμως να επηρεάζεται η πληρότητα της μελέτης (Guinée et.al., 1993).

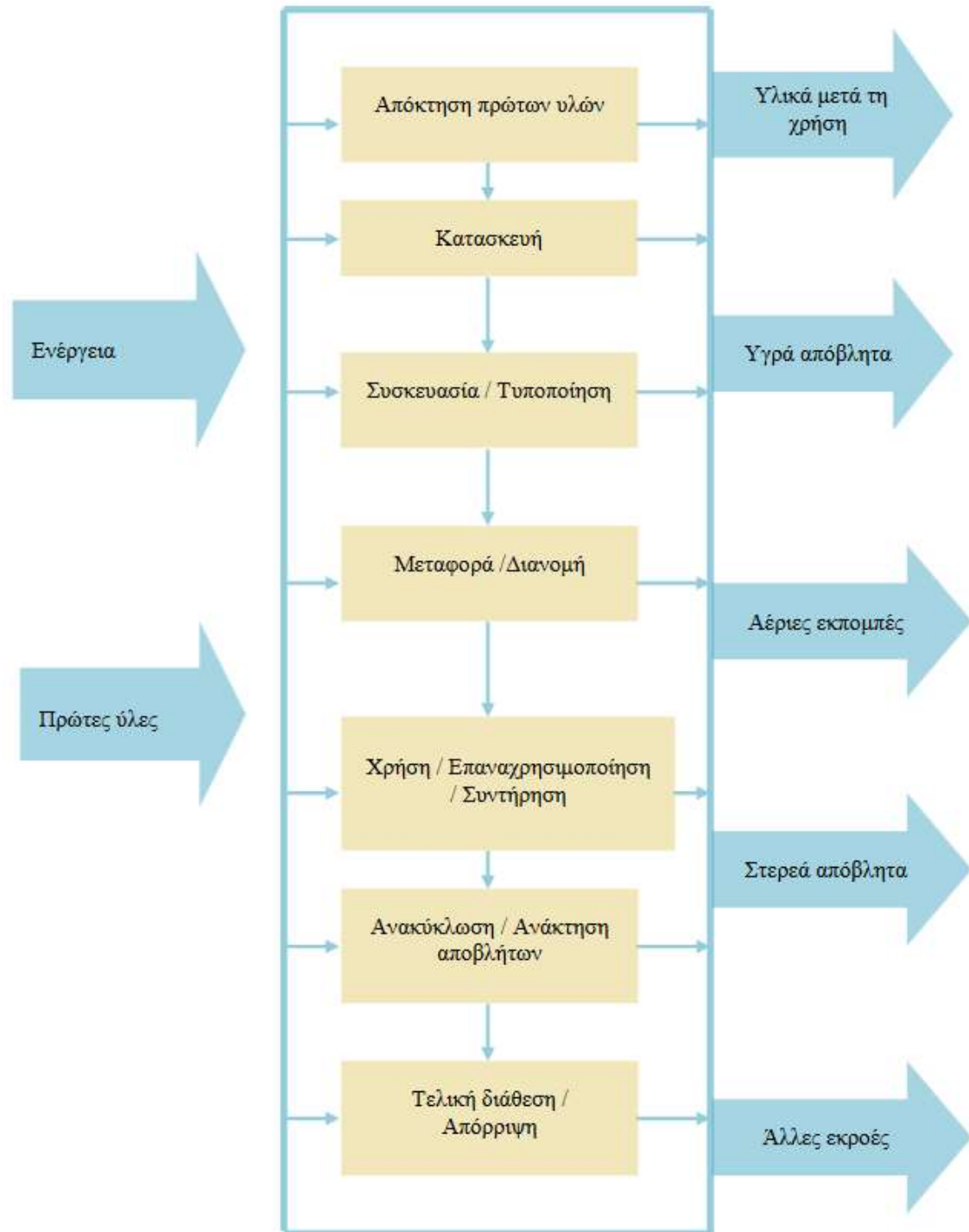
Για κάθε διεργασία του υπό μελέτη συστήματος, καταγράφονται όλα τα υλικά και τα ποσά ενέργειας που εισέρχονται αλλά και τα προϊόντα, καθώς και τα απόβλητα, οι αέριες εκπομπές και τα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τη διεργασία. Αυτό που τελικά πετυχαίνουμε ανά διεργασία είναι η καταγραφή των εισερχόμενων ροών υλικών και ενέργειας αλλά και εξερχομένων ροών προϊόντων, παραπροϊόντων, αποβλήτων και

ρύπων. Με τον τρόπο αυτό και για το υπό μελέτη σύστημα έχουμε τις συνολικές εισερχόμενες και εξερχόμενες ροές.

Ένα πολύ σημαντικό σημείο στην εφαρμογή της μεθοδολογίας AKZ είναι η αξιολόγηση των αρχικών δεδομένων που θα αποτελέσουν και τα στοιχεία του καταλόγου απογραφής. Υπάρχει διαδικασία αξιολόγησης των δεδομένων αυτών, η οποία μπορεί να είναι τόσο ποιοτική, όσο και ποσοτική, καθώς η ποιότητα των αρχικών δεδομένων επηρεάζει και την ποιότητα των τελικών αποτελεσμάτων. Δείκτες ποιότητας δεδομένων σε μία μεθοδολογία AKZ αποτελούν η ακρίβεια, η πληρότητα, η αξιοπιστία, η ηλικία και η μέθοδος απόκτησης. Το ζήτημα της ποιότητας των αρχικών δεδομένων, καθώς και των μεθόδων αξιολόγησης αυτών έχει αποτελέσει αντικείμενο ανάλυσης και υπάρχει αρκετή σχετική βιβλιογραφία (Guinée et.al. 1993, Vigon and Jensen, 1995, Lewis, 1996).

Ένας βασικός κύκλος διεργασιών στη μεθοδολογία της AKZ περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στάδια (Moussiopoulos and Boura, 1998) και απεικονίζεται στο Σχήμα 3.2:

- Στάδιο χρήσης πρώτων υλών. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την καταγραφή των ποσοτήτων πρώτων υλών που σχετίζονται με τις διεργασίες του υπό μελέτη συστήματος, καθώς και όλες τις διεργασίες που σχετίζονται με τις πρώτες ύλες (διαδικασία εξόρυξης, παραγωγής, μεταφοράς, διαχείρισης, τοποθέτησης ,κ.τ.λ.).
- Στάδιο κατασκευής. Το στάδιο της κατασκευής αφορά στις διεργασίες κατασκευής, προκειμένου να προκύψει το τελικό προϊόν. Στο στάδιο αυτό συμπεριλαμβάνονται και η διεργασία συσκευασίας και η διεργασία μεταφοράς/διανομής του τελικού προϊόντος.
- Στάδιο χρήσης. Στο στάδιο αυτό μελετάται το προϊόν κατά τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του κτιρίου μελετώνται οι εισροές ενέργειας κατά τη λειτουργία του κτιρίου και οι εκροές από τις οποίες προσδιορίζονται κατόπιν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Στάδιο διαχείρισης. Στο στάδιο αυτό, το υπό μελέτη προϊόν βρίσκεται στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του και μελετώνται τα σενάρια διαχείρισης του, τα οποία μπορεί να αφορούν την εναπόθεση του προϊόντος σε χώρους υγειονομικής ταφής, την ανακύκλωσή του ή την επαναχρησιμοποίησή του.



Σχήμα 3.2: Καθορισμός συστήματος - Διάγραμμα ροής κύκλου ζωής

3.3.2. Εκτίμηση των επιπτώσεων

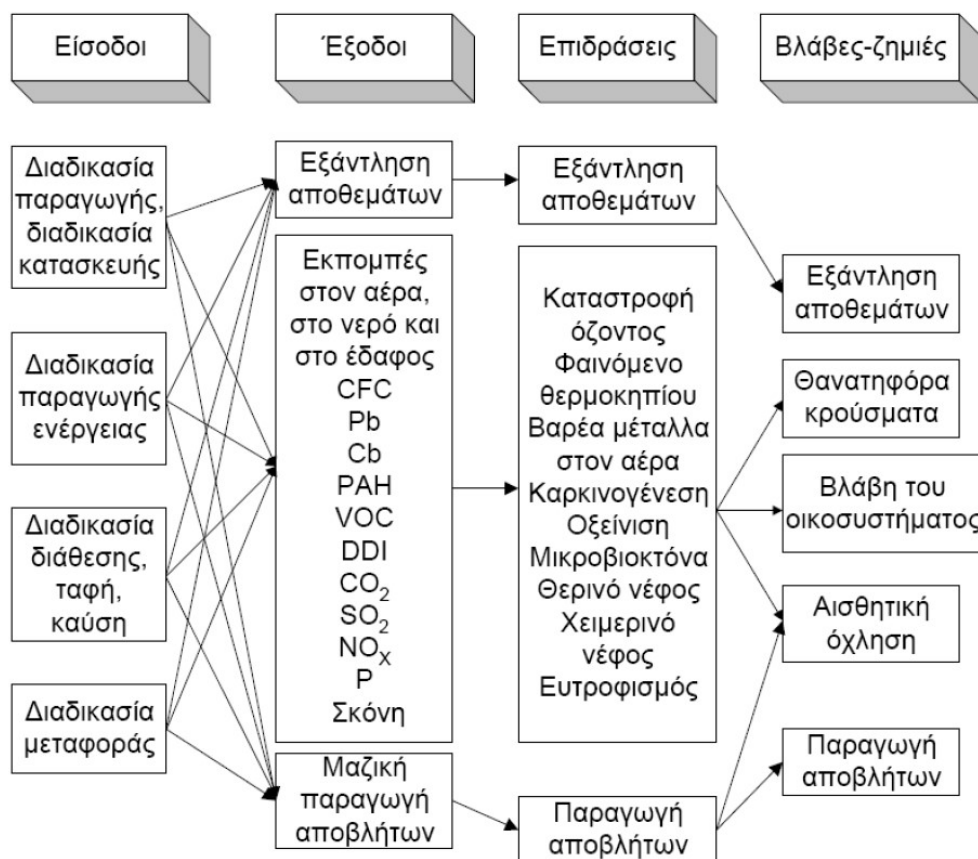
Στο στάδιο αυτό εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι με σκοπό να αποτυπώσουν τη συμβολή των εισερχόμενων και εξερχόμενων ροών υλικών και ενέργειας του υπό μελέτη συστήματος σε μία σειρά από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι υπό εξέταση περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεν είναι πάντα οι ίδιες για όλες τις μεθοδολογίες και μπορεί να μη είναι και μόνο περιβαλλοντικές. Μπορεί για παράδειγμα να εξεταστούν, εκτός από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την εφαρμογή μίας ΑΚΖ, οικονομικές επιπτώσεις, πολιτικές, κοινωνικές, ασφάλειας κ.τ.λ. (Πηγή: ISO 2000-2001).

Στο στάδιο της εκτίμησης των επιπτώσεων τα δεδομένα απογραφής συσχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τον ευτροφισμό, την οξείδωση, το νέφος, κ.λ.π. Η συμβολή στην κάθε περιβαλλοντική επίπτωση ποσοτικοποιείται στο στάδιο του χαρακτηρισμού και με τη χρήση συντελεστών. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για το στάδιο του χαρακτηρισμού, αυτή όμως που εφαρμόζεται συνήθως είναι η χρήση των ισοδύναμων συντελεστών. Οι ισοδύναμοι συντελεστές δείχνουν το ποσοστό συμμετοχής μιας ουσίας στην υπό εξέταση περιβαλλοντική επίπτωση σε σχέση με μία ουσία αναφοράς. Για παράδειγμα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου η ουσία αναφοράς είναι το CO₂ και η συμμετοχή των γνωστών αερίων του θερμοκηπίου μετατρέπεται με τη χρήση των συντελεστών σε ισοδύναμα g ή kg CO₂. Η μετατροπή των g ή kg μίας ουσίας μετατρέπεται σε ισοδύναμα g ή kg της ουσίας αναφοράς αφού πολλαπλασιαστούν με τους χαρακτηριστικούς συντελεστές. Με τον τρόπο αυτό, όλες οι ουσίες που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μετατρέπονται σε ισοδύναμα g ή kg CO₂ και αθροιζόμενες δίνουν μία συνολική τιμή επιβάρυνσης στην υπό εξέταση περιβαλλοντική επίπτωση (Πηγή: ISO 2000-2001).

Η κανονικοποίηση είναι προαιρετική στο στάδιο της εκτίμησης των επιπτώσεων. Ουσιαστικά τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα προκύπτουν ως εξής: η συνολική περιβαλλοντική επίπτωση εκφρασμένη σε ισοδύναμα g ή kg της ουσίας αναφοράς (S) διαιρείται με το συντελεστή κανονικοποίησης A, που αποτελεί στην πραγματικότητα μία λειτουργική μονάδα η οποία εκφράζεται ανά μονάδα χρόνου (συνήθως ανά έτος)

και ανά περιοχή (η ακόμα και ανά άτομο). Στην περίπτωση λοιπόν που ο συντελεστής κανονικοποίησης είναι εκφρασμένος ανά έτος, ανά χρονική περίοδο δηλαδή, τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι αδιάστατες τιμές.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται περισσότερο και εξετάζονται στην πλειοψηφία των εφαρμογών της ΑΚΖ είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η χρήση γης, η οξείνιση, ο ευτροφισμός και στη συνέχεια η καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος και η ανθρώπινη τοξικότητα όπως προκύπτει και από το Σχήμα 3.3, που ακολουθεί. Ειδικότερα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι σημαντικότερες αέριες εκπομπές, οι οποίες εξετάζονται είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, το μεθάνιο CH₄, τα οξείδια του αζώτου NO_x, οι χλωροφθοράνθρακες, οι υδροχλωροφθοράνθρακες (Πηγή: ISO 2000-2001).



Σχήμα 3.3: Τρόποι περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Γενικά έχουν καθιερωθεί δύο μέθοδοι αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Bare et.al., 2000):

- Η μέθοδος των «ενδιάμεσων» (mid-points) που στοχεύει στον προσδιορισμό του προβλήματος (problem-oriented method). Η μέθοδος αυτή ασχολείται με την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου, του ευτροφισμού, της οξίνισης, του νέφους, κ.τ.λ.
- Η μέθοδος της «κατάληξης» (end point) που στοχεύει στον προσδιορισμό της βλάβης (damage oriented method). Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή τη μέθοδο εξετάζεται η περιβαλλοντική επίπτωση - βλάβη κάθε περιβαλλοντικής πτυχής σε τρεις κατηγορίες, στον άνθρωπο, στο φυσικό περιβάλλον και στις φυσικές πηγές.

3.3.3. Εκτίμηση των βελτιώσεων

Αυτό το τελευταίο στάδιο συσχετίζει τα τελικά αποτελέσματα με τον αρχικό στόχο της μεθοδολογίας της AKZ. Σύμφωνα με τα πρότυπα ISO, το στάδιο της αποτίμησης ουσιαστικά είναι το στάδιο της ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Το στάδιο αυτό σχετίζεται και με τη χρήση της μεθοδολογίας ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων αποδεικνύοντας ότι δεν περιγράφει απλώς ένα σύστημα διεξοδικά από περιβαλλοντική πλευρά αλλά εντοπίζει και τις διεργασίες εκείνες που μπορούν να βελτιωθούν (Πηγή: ISO 2000b).

Η Ανάλυση Απογραφών Κύκλου Ζωής και η Εκτίμηση Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής παρέχουν στοιχεία σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εκπομπές. Για να χρησιμοποιηθούν αυτά τα αποτελέσματα για αλλαγές στη διαδικασία, στο προϊόν, ή στο σχεδιασμό, ή για άλλους σκοπούς, από τους φορείς λήψης αποφάσεων, χρειάζεται η κατανόηση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας των πληροφοριών. Αναλύσεις για την αξιολόγηση της ποιότητας των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων περιλαμβάνουν τις εξής (Πηγή: ISO 2000b):

- Οι Αναλύσεις Ευαισθησίας προσδιορίζουν και ελέγχουν την επίδραση των κρίσιμων δεδομένων για τα αποτελέσματα. Μπορούν να διεξάγονται με τη συστηματική αλλαγή των παραμέτρων εισαγωγής. Οι παράμετροι εισόδου για τις οποίες μόνο μια μικρή αλλαγή οδηγεί σε μια σημαντική αλλαγή στα αποτελέσματα θα προσδιορίζονται ως η πιο κρίσιμη - και αυτές για τις οποίες τα ακριβή στοιχεία είναι τα πιο σημαντικά.

- Οι Αναλύσεις Αβεβαιότητας ελέγχουν την επίδραση της αβεβαιότητας των δεδομένων (π.χ., στοιχεία που εκτιμώνται ή κατά προσέγγιση). Αβέβαια στοιχεία προκύπτουν όταν, για παράδειγμα, οι περιβαλλοντικές επιδόσεις των διαφόρων προμηθευτών ποικίλουν ή η παραγωγική διαδικασία κάτω από διαφορετικές συνθήκες παράγει διαφορετικές εκπομπές. Για να προσδιοριστεί η επίδραση της αβεβαιότητας των δεδομένων, τα ποικίλα δεδομένα πρέπει να συλλέγονται και να αξιολογούνται προκειμένου να εξεταστεί το εύρος και τη διανομή τους.
- Οι Αναλύσεις Διακύμανσης αξιολογούν τις επιπτώσεις των εναλλακτικών σεναρίων και μοντέλων κύκλου ζωής. Για παράδειγμα, αν οι ίδιες διαδικασίες χρησιμοποιούνται σε δύο διαφορετικές χώρες με διαφορετικές πηγές ενέργειας, ο κύκλος ζωής των αποτελεσμάτων θα μπορούσε να είναι διαφορετικός. Επίσης, αλλάζοντας τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε μια διαδικασία ή τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τύπους εξοπλισμού, οι χρήστες μπορούν να προσδιορίσουν και να αξιολογήσουν ποιες αλλαγές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα αποτελέσματα και ποιες παράγουν μόνο μικρές αλλαγές.
- Η Ανάλυση Συμβολής προσδιορίζει τα περιβαλλοντικά φορτία που συμβάλλουν περισσότερο στη συνολική περιβαλλοντική επίπτωση. Μόλις οι επιπτώσεις αναχθούν στην Εκτίμηση Επιπτώσεων, η συμβολή των διαφόρων εκπομπών μπορούν να προσδιοριστούν και να συγκριθούν. Έτσι, ένα συγκεκριμένο είδος απογραφών ανάγεται στο ποσοστό για το οποίο οι διάφορες διεργασίες είναι υπεύθυνες. Συνήθως, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως ποσοστά του συνολικού για κάθε εκπομπή στο περιβαλλοντικό προφίλ της διαδικασίας.
- Η Ανάλυση Βαρύτητας προσδιορίζει τα τμήματα του κύκλου ζωής που προκαλούν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σε μια ανάλυση βαρύτητας, εξετάζονται οι εκπομπές ή οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κάθε δραστηριότητας στον κύκλο ζωής. Μια ανάλυση βαρύτητας μπορεί να δείξει περιοχές ή διαδικασίες, στις οποίες οι βελτιώσεις είναι περισσότερο αναγκαίες ή επιθυμητές. Η ανάλυση βαρύτητας μπορεί επίσης να βοηθήσει στον εντοπισμό σχετικά ήπιων δραστηριοτήτων, οι οποίες μπορεί να είναι σημαντικό σε

συζητήσεις για το τι παραγωγικές διεργασίες προκαλούν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές ανησυχίες. Οι δραστηριότητες μπορούν να ομαδοποιηθούν, έτσι ώστε μια ανάλυση βαρύτητας να μπορεί να συγκρίνει τις επιπτώσεις (ή τα αποτελέσματα απογραφής) για τις συγκεντρωτικές φάσεις, όπως η παραγωγή, μεταφορά, χρήση και διαχείριση των αποβλήτων.

- Η Ανάλυση Νεκρού Σημείου χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση συμβιβασμών που αφορούν τη χρήση των προϊόντων. Για παράδειγμα, μπορεί να συγκριθεί η χρήση ενέργειας που συνδέεται με διάφορα μέσα συσκευασίας (π.χ., μιας χρήσης σε σχέση με πολλαπλής χρήσης συσκευασία). Εδώ, η πρόθεση θα ήταν να προσδιοριστεί ο αριθμός των επαναλήψεων που μία πολλαπλών χρήσεων συσκευασία πρέπει να χρησιμοποιηθεί πριν η ενέργεια που καταναλώνεται στην πιο περίπλοκη διαδικασία παραγωγής της (και στο πλύσιμό της μεταξύ των χρήσεων, εάν είναι απαραίτητο), ισοδυναμεί με εκείνη της απλούστερης στο να παραχθεί (και επομένως πιθανώς λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον), συσκευασίας, η οποία χρησιμοποιείται μόνο μία φορά. Οι αναλύσεις νεκρού σημείου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να συγκρίνουν τον κύκλο ζωής των υλικών. Για παράδειγμα, βυτία από αλουμίνιο, χάλυβα και πλαστικό θα μπορούσαν να συγκριθούν στον κύκλο ζωής τους για να προσδιοριστεί το νεκρό σημείο. Σε αυτές τις συγκρίσεις, οι διαδικασίες παραγωγής, οι επιλογές ανακύκλωσης και η κατανάλωση ενέργειας κατά τη φάση της χρήσης θα πρέπει να συγκριθούν με το βάρος του κάθε βυτίου και οι επιλογές ανακύκλωσης να εξετάζονται για κάθε υλικό.
- Η Ανάλυση Διαταραχής προσδιορίζει τις παραμέτρους για τις οποίες μια μικρή αλλαγή προκαλεί μια μεγάλη αλλαγή σε ένα επιλεγμένο αποτέλεσμα. Ο παράγοντας που συσχετίζει μια μικρή αλλαγή στην είσοδο με μια αλλαγή της παραγωγής π_{θ} είναι γνωστός ως ο πολλαπλασιαστής. Πολλαπλασιαστές μεγαλύτεροι από 1 ή μικρότεροι από -1 δείχνουν ευαίσθητες παραμέτρους. Πολλαπλασιαστές κοντά στο 0 δείχνουν μη ευαίσθητες παραμέτρους.
- Η Συγκριτική Ανάλυση. Μια συγκριτική ανάλυση είναι μια συστηματική, ταυτόχρονη εισαγωγή των αποτελεσμάτων της AKZ για διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις.

3.4. Κατηγορίες σημάτων AKZ

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14020 «Περιβαλλοντικά σήματα και δηλώσεις – Γενικές Αρχές», η οικολογική σήμανση είναι ένα σύνολο εργαλείων, που μέσω της παροχής πληροφοριών, στοχεύει στην ανάδειξη προϊόντων και υπηρεσιών με μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ιδέα της οικολογικής σήμανσης δημιουργήθηκε όταν άρχισε να αυξάνεται η ανησυχία των πολιτών αλλά και κυβερνήσεων και επιχειρήσεων για το περιβάλλον. Στη συνέχεια, ο επιχειρηματικός κλάδος συνειδητοποίησε ότι το ενδιαφέρον για την προστασία του περιβάλλοντος μπορεί να μεταφραστεί σε όφελος για την αγορά συγκεκριμένων προϊόντων και υπηρεσιών. Έτσι, έκαναν την εμφάνισή τους διάφορα σχήματα οικολογικής σήμανσης προϊόντων και υπηρεσιών, που κατάφεραν να προσελκύσουν το ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού. Όμως, η πληθώρα των οικολογικών σημάνσεων δημιούργησε σύγχυση και σκεπτικισμό στους καταναλωτές σχετικά με την αξιοπιστία τους. Σε μερικές περιπτώσεις, οι καταναλωτές δεν μπορούν να είναι σίγουροι ότι τα προϊόντα που επιλέγουν είναι πραγματικά η καλύτερη επιλογή απλώς και μόνο επειδή διαθέτουν μία σήμανση. Η ανησυχία για την αξιοπιστία και την αμεροληψία οδήγησε στη δημιουργία δημόσιων και ιδιωτικών φορέων πιστοποίησης. Υπάρχουν πολλά και διαφορετικά εθελοντικά (και υποχρεωτικά) σχήματα οικολογικής σήμανσης και περιβαλλοντικής διακήρυξης. Σε πολλές περιπτώσεις αυτού του είδους η πιστοποίηση λειτουργεί σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο. Η οικολογική σήμανση γίνεται με τη χρήση πολυδιάστατων κριτηρίων που βασίζονται στην ανάλυση του Κύκλου Ζωής ή στον περιορισμό μιας περιβαλλοντικής επίπτωσης (π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας). Εκτός από την οικολογική σήμανση υπάρχει και η περίπτωση όπου ένας παραγωγός μπορεί να ισχυριστεί ότι τα προϊόντα του είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Πρόκειται για την λεγόμενη «περιβαλλοντική δήλωση» ή τα «πράσινα» σύμβολα (Πηγή: ISO 14020).

Ο Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης (ISO) έχει δημιουργήσει ειδικό πρότυπο με ένα σύνολο κριτηρίων για την αξιολόγηση των σχημάτων οικολογικής σήμανσης, γνωστό ως σειρά ISO 14020 “Environmental labels and declarations - General principles”. Σύμφωνα με την κατάταξη ISO υπάρχουν τρεις τύποι εθελοντικής οικολογικής σήμανσης (Πηγή: ISO 14020):

- ο τύπος I: οικολογική σήμανση

- ο τύπος II: περιβαλλοντικός ισχυρισμός
- ο τύπος III: περιβαλλοντική διακήρυξη προϊόντος.

Τύπος I: Οικολογική Σήμανση

Ο ορισμός που δίνει το πρότυπο ISO 14024 για την οικολογική σήμανση είναι: «εθελοντικά, βασιζόμενα σε πολλαπλά κριτήρια σχήματα, τα οποία δίνουν πιστοποίηση σε προϊόντα». Η σήμανση αυτή σημαίνει ότι το προϊόν σε όλο τον κύκλο ζωής του είναι φιλικό στο περιβάλλον. Τα κριτήρια τίθενται από ένα ανεξάρτητο σώμα. Η πιστοποίηση από τρίτο φορέα διασφαλίζει τη διαφάνεια και την αξιοπιστία.

Σήμερα στην Ευρώπη υπάρχουν σχήματα οικολογικής σήμανσης που λειτουργούν σε εθνικό, διακρατικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, όπως (Εικόνα 3.2) (Πηγή: <http://www2.env.aegean.gr>):

- ο Γαλάζιος Άγγελος (Blaue engel) (Γερμανία),
- ο Σκανδιναβικός Κύκνος (Nordic Swan) (Νορβηγία),
- η οικολογική σήμανση της E.E (Ecolabel).

Η ανάπτυξη της ενιαίας αγοράς δημιούργησε την ανάγκη ύπαρξης ενός κοινού διακρατικού σχήματος οικολογικής σήμανσης, προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση που προκαλεί στους καταναλωτές και τους παραγωγούς η ύπαρξη πολλών σχημάτων.

Η ευρωπαϊκή οικολογική σήμανση Ecolabel που ισχύει για ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση, συγκρινόμενη με άλλες σημάσεις που ισχύουν σε εθνικό επίπεδο έχει πολλά πλεονεκτήματα. Είναι περισσότερο διαφανής και απλή διαδικασία, αφού τα ίδια κριτήρια ισχύουν για όλα τα κράτη μέλη στα οποία παράγονται ή πωλούνται τα πιστοποιημένα προϊόντα. Ο Κανονισμός του 2000, για την αναθεώρηση της ευρωπαϊκής οικολογικής σήμανσης, ζητά από τα κράτη μέλη σε συνεργασία με την E.E. να διασφαλίσουν το συντονισμό μεταξύ της ευρωπαϊκής οικολογικής σήμανσης και των σημάτων που ισχύουν σε εθνικό επίπεδο.



Εικόνα 3.2: Από αριστερά προς τα δεξιά: Λογότυπο ΕΕ Ecolabel, Blaue Engel και Nordic Swan

Τύπος II: Περιβαλλοντικός ισχυρισμός

Ο περιβαλλοντικός ισχυρισμός, γνωστός και ως «πράσινος» ισχυρισμός, προωθήθηκε από τους κατασκευαστές, εισαγωγείς και διακινητές με στόχο τη διάδοση των πληροφοριών σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των προϊόντων και των υπηρεσιών τους. Διαδόθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στη συσκευασία των προϊόντων που εντάσσονται σε αυτόν τον τύπο αναγράφονται συνήθως φράσεις όπως «φιλικό προς το περιβάλλον», «χωρίς CFC», «ανακυκλωμένο» (Εικόνα 3.3). Για τον περιβαλλοντικό ισχυρισμό δεν ισχύουν συγκεκριμένα και κοινώς αποδεκτά κριτήρια. Κατά συνέπεια, η ακρίβεια και η αξιοπιστία του τύπου II σε σχέση με τους τύπους I και III είναι περιορισμένη. Το πλεονέκτημα του τύπου II απέναντι στους τύπους I και III είναι ότι το κόστος για τους παραγωγούς είναι χαμηλότερο, αφού δεν απαιτείται πιστοποίηση. Ο περιβαλλοντικός ισχυρισμός χρησιμοποιείται από τους ενδιαφερόμενους (κατασκευαστές, εμπόρους, εισαγωγείς κ.α.) για να προβάλλει την βελτιωμένη περιβαλλοντική απόδοση του προϊόντος και να προσελκύσει τους ευαισθητοποιημένους καταναλωτές. Παράλληλα, προβάλλουν την περιβαλλοντική δέσμευση των εταιρειών (Ξανθάκης Γ. papers P035).



Εικόνα 3.3: Παράδειγμα Περιβαλλοντικού σήματος τύπου II

Τύπος III: Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος

Πρόκειται για ένα σύνολο ποσοτικών περιβαλλοντικών δεδομένων που βασίζονται στις Προδιαγραφές Προϊόντος, οι οποίες καθορίζονται για κάθε κατηγορία προϊόντων σε ένα Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Δήλωσης. Το πρότυπο που τις περιγράφει είναι το ISO 14025 “Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations -- Principles and procedures” (Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=529>).

Ο τύπος III δίνει συγκεκριμένες πληροφορίες για τον κύκλο ζωής των προϊόντων ή των υπηρεσιών, εξετάζοντας σημαντικούς περιβαλλοντικούς δείκτες (συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, κατανάλωση φυσικών πόρων, παραγωγή αποβλήτων κ.α.) και επεξηγώντας αυτές τις πληροφορίες (Εικόνα 3.4).

Η Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος δημιουργήθηκε με πρωτοβουλία της βιομηχανίας και παρέχει ποσοτική περιγραφή της επίδοσης των προϊόντων και των υπηρεσιών, η οποία είναι αξιόπιστη επειδή χρησιμοποιείται η μέθοδος της ανάλυσης του κύκλου ζωής. Παρόλο που ένας τρίτος ανεξάρτητος φορέας επικυρώνει την περιβαλλοντική διακήρυξη, αυτό δεν σημαίνει ότι απαραίτητα πρόκειται και για πιστοποίηση. Η Περιβαλλοντική Δήλωση ισχύει για όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες και δεν χρειάζεται ανανέωση.

Η Περιβαλλοντική Δήλωση διευκολύνει τη διαδικασία βελτίωσης των προϊόντων και τη συνεχή βελτίωση των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επίσης, βοηθά τον καταναλωτή να κρίνει την περιβαλλοντική επίδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών που χρησιμοποιεί.



Εικόνα 3.4: Παράδειγμα περιβαλλοντικού σήματος τύπου III

3.5. Κύκλος Ζωής Κτιρίων

Ο χώρος των κατασκευών αποτελεί μία ενδιαφέρουσα αλλά και συγχρόνως δύσκολη εφαρμογή της μεθοδολογίας ΑΚΖ. Αυτό οφείλεται κυρίως (Ξανθάκης Γ. papers P035):

- Στη μεγάλη διάρκεια ζωής των κτιρίων, η οποία πολλές φορές ξεπερνά και τα 50 χρόνια.
- Στις αλλαγές, στις επισκευές και στις αντικαταστάσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου.
- Στο ότι πολλές από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί ένα κτίριο στον κύκλο ζωής του οφείλεται κυρίως στα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του.
- Στην ανάγκη για πολλά αρχικά δεδομένα, προκειμένου να εφαρμοστεί η μεθοδολογία της ΑΚΖ και να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα.
- Στη μοναδικότητα κάθε κτιρίου και στη δυσκολία τυποποίησης των διαδικασιών επεξεργασίας.
- Στην εμπλοκή πολλών ατόμων που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και την τελική διαχείριση ενός κτιρίου.

Κατά τη μελέτη ενός κτιρίου μία αρκετά ορθολογική αλλά και αρκετά επίπονη διαδικασία αξιολόγησης είναι ο επιμερισμός του κτιρίου στα επιμέρους υλικά του. Διαχωρίζουμε δηλαδή το κτίριο στα επιμέρους δομικά του στοιχεία και εφαρμόζουμε μεθοδολογία αξιολόγησης για το καθένα, αθροίζοντας στο τέλος της ανάλυσης τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το σύνολο του κτιρίου. Γενικά βέβαια λόγω του όγκου των αρχικών δεδομένων που απαιτούνται σε υλικά και ενέργεια η εφαρμογή της ΑΚΖ τόσο σε δομικά υλικά και πολύ περισσότερο στο σύνολο του κτιρίου χρειάζεται

υποθέσεις και εκτιμήσεις (Norris and Yost, 2002). Η επιδίωξη κατά την εφαρμογή της ΑΚΖ 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 ΑΚΖ 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 (Ξανθάκης Γ. papers P035).

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.).

Σύμφωνα με τον Otíz (2008) η εφαρμογή της μεθοδολογίας της ΑΚΖ στα κτίρια μπορεί να χωριστεί σε τρία βασικά επίπεδα ανάλυσης ΑΚΖ:

- 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. Ο Πίνακας 3.2, που ακολουθεί, συγκεντρώνει τις εισροές και εκροές που παρατηρούνται σε κάθε φάση (Ξανθάκης Γ. papers P035)..

Πίνακας 3.2: Εισροές και Εκροές κάθε σταδίου- φάσης του Κύκλου Ζωής Κτιρίων

| Φάσεις Κύκλου Ζωής | Εισροές | Εκροές |
|-------------------------------|---|---|
| Παραγωγή δομικών υλικών | Πρώτες ύλες, ενέργεια, διεργασία, άλλα υλικά, πρόσμεικτα, πόρους. | Αέριες εκπομπές, στερεά απορρίμματα, υγρά απόβλητα, παραπροϊόντα. |
| Μεταφορά δομικών υλικών | Καύσιμα - ενέργεια. | Αέριες εκπομπές. |
| Διαδικασία κατασκευής κτιρίων | Καύσιμα- ενέργεια, υλικά, διεργασίες, πόρους. | Αέριες εκπομπές, στερεά απορρίμματα. |
| Λειτουργία κτιρίου | Ενέργεια, υλικά, διεργασίες, πόρους. | Αέριες εκπομπές, υγρά απόβλητα. |
| Αποδόμηση - κατεδάφιση | Καύσιμα - ενέργεια, διεργασίες. | Αέριες εκπομπές, στερεά απορρίμματα, υλικά. |

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εισροών – εκροών του συστήματος κτίριο, περιλαμβάνουν θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό – ατμοσφαιρικό περιβάλλον και τον άνθρωπο, οι οποίες πρέπει να μελετούνται με βάση τη σπουδαιότητα τους. Γενικότερα, ο Κύκλος Ζωής των Κτιρίων συνδέθηκε με την Ανάλυση του Κύκλου Ζωής, η οποία αποτελεί βασική μέθοδο περιβαλλοντικής αξιολόγησης και λήψης αποφάσεων.

3.5.1. Λειτουργική διάρκεια ζωής κτιρίων

Η λειτουργική διάρκεια ζωής ενός κτιρίου είναι ένα επίσης σημαντικό θέμα που αναμφισβήτητα επηρεάζει τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά παράλληλα αποτελεί και ένα αρκετά πολύπλοκο ζήτημα, καθώς είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί.

Αναλυτικότερα, υπάρχουν τέσσερα σημαντικά θέματα που σχετίζονται με τη λειτουργική ζωή του κτιρίου (Ξανθάκης Γ. papers P035):

- Η λειτουργική ζωή του κτιρίου βάσει σχεδιασμού.
- Η λειτουργική ζωή των επιμέρους εξαρτημάτων των συστημάτων του κτιρίου.
- Οι αντικαταστάσεις στα συστήματα του κτιρίου.
- Η φύση και συχνότητα των συντηρήσεων.

Επιπλέον, πολλοί συσχετίζουν τη λειτουργική ζωή ενός κτιρίου με τη χρήση του. Επίσης, αξίζει να σημειώσουμε πως η επιδιόρθωση ή συντήρηση δε σχετίζεται με την ανακαίνιση. Στη συχνότητα των συντηρήσεων λαμβάνεται η υπόψη και η συχνότητα που δίνεται από το συντηρητή ή τον παραγωγό. Το σίγουρο βέβαια είναι πως τα δεδομένα, ειδικά στο θέμα της συντήρησης και στον καθορισμό της συχνότητας συντηρήσεων, είναι ελλιπή.

Υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία και μεθοδολογίες, με τις οποίες μπορεί να προσδιοριστεί η λειτουργική ζωή ενός κτιρίου. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν συναρτήσεις, στις οποίες συνυπολογίζονται οι παραπάνω παράμετροι αλλά και στοιχεία που αφορούν στη λειτουργική ζωή των επιμέρους στοιχείων αλλά και τις επισκευές των διαφόρων εξαρτημάτων (Sheuer and Keoleian, 2002).

3.5.2. Στάδιο κατεδάφισης κτιρίων

Το στάδιο της κατεδάφισης των κτιρίων μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, στην πλειοψηφία των μελετών ΑΚΖ, δεν συμπεριλαμβάνεται στα υπό μελέτη συστήματα. Αυτό συμβαίνει κυρίως για δύο λόγους: Πρώτον διότι τα κτίρια έχουν μεγάλη διάρκεια ωφέλιμης ζωής και δεύτερον λόγω έλλειψης δεδομένων για τη διαχείριση των δομικών αποβλήτων. Παρόλα αυτά έχει νόημα να συμπεριληφθεί το στάδιο της κατεδάφισης στις διεργασίες των συστημάτων, όχι μόνο για την πληρότητα των μελετών αλλά και για το συνυπολογισμό του ενδεχόμενου όφελους από την ανακύκλωση, την

επαναχρησιμοποίηση ή την τελική διάθεση σε κάποιο διαπιστευμένο φορέα διαχείρισης (Moussiopoulos N.,2007, Αναστασέλος, 2009).

3.5.3. Εργαλεία για την εφαρμογή της AKZ

Τα εργαλεία που στηρίζουν την εφαρμογή της AKZ είναι πολλά και κατά βάση χωρίζονται σε τρία επίπεδα ανάλυσης (επίπεδο 1: αξιολόγηση υλικού, επίπεδο 2: αξιολόγηση κτιρίου από τη φάση του σχεδιασμού και έμφαση στη λήψη αποφάσεων και τέλος επίπεδο 3: αξιολόγηση κτιρίου με έμφαση στη διαχείριση) (Moussiopoulos N.,2007).

- Επίπεδο 1: Εργαλεία σύγκρισης προϊόντων & πηγών πληροφόρησης. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται κυρίως κατά το στάδιο σχεδιασμού ή την προμήθεια υλικών με οικονομικά, περιβαλλοντικά και άλλα δεδομένα. Επίσης, τα εργαλεία αυτά μπορεί να στηρίζονται στην μεθοδολογία της AKZ ή να χρησιμοποιούνται στην AKZ. Τα εργαλεία 1ου επιπέδου είναι και τα πιο κοινά. Αυτά τα εργαλεία είναι πολύτιμα για την κατασκευή βάσεων δεδομένων ώστε να γίνονται συγκρίσεις και επιλογές κατά το στάδιο της προμήθειας ή κατά το σχεδιασμό. Ωστόσο, τα περισσότερα αν όχι όλα τα εργαλεία 1ου επιπέδου μπορούν να ανατρέξουν γρήγορα στις κατευθυντήριες γραμμές της AKZ ή να υπερφορτωθούν αν χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση ολοκλήρου του σχεδιασμού των κτιρίων BEES, the Environmental Resource Guide, LCExplorer, SimaPro, TEAM, et al.
- Επίπεδο 2: Εργαλεία που απευθύνονται στο σύνολο του κτιρίου έχοντας στόχο την υποστήριξη αποφάσεων. Τα εργαλεία αυτά συνήθως επικεντρώνονται σε ένα συγκεκριμένο τομέα ενδιαφέροντος, όπως το κόστος κύκλου ζωής, τον κύκλο ζωής περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τον φωτισμό ή την κατανάλωση ενέργειας και αρκετά από τα εργαλεία συνδυάζουν περισσότερα από ένα πεδία εφαρμογής. Τα εργαλεία αυτά είναι ανομοιόμορφα προσανατολισμένα και αντικειμενικά και προσπαθούν να τηρήσουν επίσημα πρότυπα και κατευθυντήριες γραμμές, όπως του ISO, ASTM, ASHRE et al. Του 2ου επιπέδου εργαλεία εφαρμόζονται όσο πιο νωρίς γίνεται κατά την φάση του σχεδιασμού και τα αποτελέσματά τους μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες στα εργαλεία 3ου επιπέδου. ATHENA, BEAT,

BeCost, EcoQuantum, DOE, Envest, EQUER, LEGEP, PAPOOSE, Radiance et al.

- Επίπεδο 3: Εργαλεία που αποτελούν πλαίσια ή συστήματα ολοκληρωμένης αξιολόγησης. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν μια πολύ ευρεία κάλυψη περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και άλλων θεμάτων, τα οποία αφορούν την βιωσιμότητα. Χρησιμοποιούν από κοινού αντικειμενικά (από τα εργαλεία 2ου επιπέδου) και υποκειμενικά στοιχεία. Μπορούν να εφαρμοστούν σε νέα σχέδια ή υπάρχοντα κτίρια στα οποία αποδίδουν πιστοποιητικά ή ετικέτες που αναγράφουν την απόδοσή τους. Τα περισσότερα από αυτά τα εργαλεία υποστηρίζουν πως είναι εργαλεία AKZ ή τουλάχιστον χρησιμοποιούν αυτό τον όρο ακόμα και αν δεν πληρούν τα κριτήρια AKZ. BREEAM, GBTools, EcoEffect, ECOPROFILE, ESCALE, Environmental Status Model, LEED et al.

3.6. Κόστος του Κύκλου Ζωής των Κτιρίων

Κατά το παρελθόν το κόστος επένδυσης ενός κτιρίου ήταν ο καθοριστικός παράγων. Σήμερα το κόστος του κύκλου ζωής ενός κτιρίου δεν περιλαμβάνει μόνο την τιμή αγοράς του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, με την έννοια του κόστους του κύκλου ζωής των κτιρίων εννοούμε μια ομάδα από κόστη που αποτελούν το συνολικό κόστος κατά τον κύκλο ζωής του κτιρίου. Το κόστος ενός κτιρίου περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες (Πηγή: <http://www.cres.gr/kape>) :

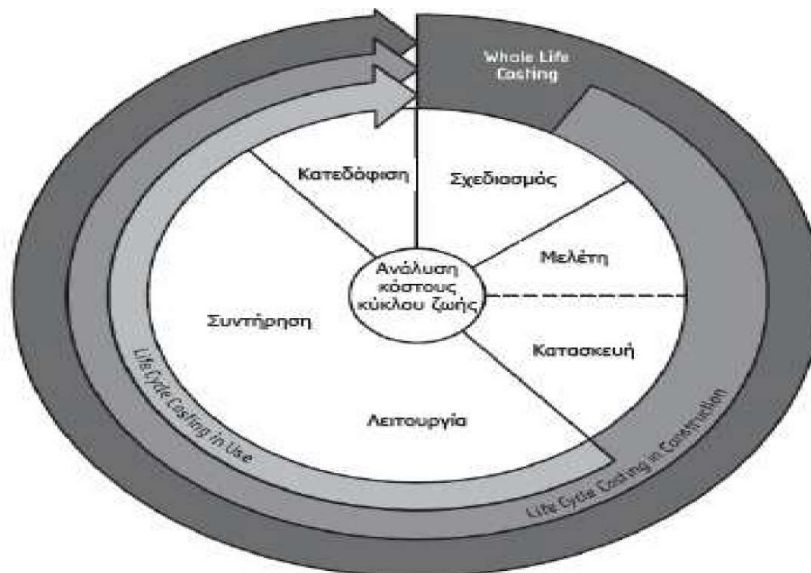
- Κόστος αρχικού σχεδιασμού.
- Κόστος μελέτης.
- Κόστος κατασκευής.
- Κόστος λειτουργίας.
- Κόστος κατεδάφισης.

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής ενός Κτιρίου είναι μια μέθοδος οικονομικής σύγκρισης εναλλακτικών επενδύσεων που βασίζεται στο συνολικό κόστος στη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου. Λαμβάνει υπ' όψη (Πηγή: <http://www.cres.gr/kape>):

- Αρχικά κόστη: αρχική επένδυση, αγορά, εγκατάσταση.
- Μελλοντικά κόστη: κόστος ενέργειας, λειτουργίας, συντήρησης, αντικατάστασης εξοπλισμού.

- Τελικά κόστη: μεταπώληση, κόστος καταστροφής, αξία εκποίησης.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.4, που ακολουθεί, η ανάλυση κόστους στον κύκλο ζωής ενός κτιρίου χωρίζεται στο κόστος κύκλου ζωής κατά την κατασκευή (life cycle costing in construction) και στο κόστος κύκλου ζωής κατά την χρήση (life cycle costing in use):



Σχήμα 3.4: Ανάλυση Κόστους στον Κύκλο Ζωής Κτιρίων

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως και σύμφωνα με το Σχήμα 3.5, που ακολουθεί, τα κόστη χρήσης που περιλαμβάνουν τα μελλοντικά (λειτουργία και συντήρηση) και τα τελικά (κατεδάφιση) υπερτερούν του αρχικού κόστους που είναι ουσιαστικά το κόστος σχεδιασμού, μελέτης και κατασκευής του κτιρίου:



Σχήμα 3.5: Σύγκριση αρχικού κόστους και κόστους χρήσης ενός κτιρίου

4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

4.1. Γενικά

Η βιωσιμότητα σύμφωνα με τις παραπάνω προσεγγίσεις και την ιστορική αναδρομή της έχει μετατραπεί από μια άλλοτε καινοτόμο έννοια, σε έναν ξεκάθαρο στόχο αλλά και αναγκαιότητα για το σύγχρονο αστικό περιβάλλον, καθώς αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την διασφάλιση μιας μακροπρόθεσμης ισορρόπησης οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Μετά το πέρας του 20ου αιώνα η βιώσιμη ανάπτυξη και, ακολούθως, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός καθίσταντο επίκαιρα θέματα αποφασιστικής συμβολής στην εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής και αποτέλεσαν καθοριστική οδό δημιουργίας περιβαλλοντικά αποδοτικών κτιρίων, μέσα από μία ολοκληρωμένη προσέγγιση σχεδιασμού, με σκοπό την κατά το δυνατόν μείωση των επιπτώσεων του κτιρίου προς το περιβάλλον και τους χρήστες. Οι εκτεταμένοι χρησιμοποιούμενος στην καθομιλουμένη όρος «πράσινο» όσον αφορά σε κτίρια σχεδιασμένα με αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν αναφέρεται στο γνωστό χρώμα της παλέτας χρωμάτων, αλλά αποδίδει ουσιαστικά αυτή τη φιλικότητα προς το περιβάλλον και την επίδραση που έχουν σε αυτό τα συγκεκριμένα κτίρια (Yusoff, W.Z.W., & Wen, W.R., 2014).

Προς αυτήν την κατεύθυνση κατασκευής κτιρίων βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν αναπτυχθεί εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πρότυπα πιστοποίησης προκειμένου να είναι δυνατή η συλλογή, αξιολόγηση και οργάνωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την ορθή λήψη αποφάσεων που θα οδηγήσουν στα επιθυμητά αποτελέσματα. Παρακάτω παρατίθεται το αντικείμενο και εύρος που καλύπτει ο κλάδος της περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης, γίνεται μια ιστορική αναδρομή εμφάνισης των βασικότερων αντίστοιχων συστημάτων και παρατίθενται αναφορικά σαν σύνολο τα εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης στις σύγχρονες κατασκευές (Wu, W. & Issa, R., 2015).

4.2. Αντικείμενο περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης

Τα κτίρια είναι τυπικά σχεδιασμένα προκειμένου να υπόκεινται σε απαιτήσεις του κώδικα κτιρίων. Όσον αφορά στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, αυτό το γεγονός αποτελεί μια αρχιτεκτονική και σχεδιαστική πρόκληση προκειμένου πέραν της τήρησης του κώδικα να εξασφαλιστεί και η βελτίωση της συνολικής απόδοσης του κτιρίου με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του χρόνου ζωής των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κόστους. Ως γνωστόν τα κτίρια βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι πιο επίκαιρα από ποτέ και για αυτό το λόγο εμφανίζονται ολοένα και περισσότερα συστήματα αξιολόγησης προκειμένου να μετατρέψουν τον σχεδιαστικό στόχο σε συγκεκριμένους στόχους απόδοσης για το κτίρια και να προσφέρουν ένα πλαίσιο αξιολόγησης για το συνολικό σχεδιασμό. Αυτά τα συστήματα είναι ειδικά διαμορφωμένα ώστε να αξιολογούν την ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων οι οποίες εκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα της βιώσιμης ανάπτυξης (Wu, W. & Issa, R., 2015).

Η περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων είναι απαραίτητη για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του κτιρίου και του βαθμού ένταξής του στη διαδικασία της βιώσιμης ανάπτυξης, τόσο κατά τη διάρκεια λειτουργίας του όσο και κατά τις διαδικασίες κατασκευής του (Μπίκας Δ., 2004).

Γενικά, η περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων παρουσιάζεται ως κυρίαρχης σημασίας κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής του κτιρίου, προσφέροντας σημαντικά οφέλη τα οποία δεν είναι πιθανό να προκύψουν από τις συνήθεις πρακτικές. Πιο συγκεκριμένα, όταν η περιβαλλοντική αξιολόγηση βασίζεται στην ανάλυση του κύκλου ζωής των κτιρίων, μπορεί να παράγει σημαντικά μακροπρόθεσμα οφέλη για τους ιδιοκτήτες και τους ενοίκους του κτιρίου, καθώς η ανάλυση αυτή βοηθά στην επίλυση των υφιστάμενων προβλημάτων του κτιρίου, τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δημιουργεί υγιείς και πιο παραγωγικούς χώρους και μειώνει τα λειτουργικά κόστη. Η ανάλυση του κύκλου ζωής λαμβάνει υπόψη το κόστος της απόκτησης, την ιδιοκτησία και τη διάθεση ενός κτιρίου. Έτσι, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο όταν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις οι οποίες προσφέρουν τις ίδιες επιδόσεις για το κτίριο, αλλά διαφέρουν ως προς αρχικό κόστος και το κόστος λειτουργίας, προκειμένου να επιλεγεί η λύση που μεγιστοποιεί την καθαρή εξοικονόμηση πόρων (Μπίκας Δ., 2004).

Για την ολοκληρωμένη πιστοποίηση των κτιρίων απαιτείται μια συνολική αξιολόγηση πολλών και διαφορετικών παραμέτρων, ορισμένες από τις οποίες είναι πέρα από το πεδίο της αρχιτεκτονικής επιστήμης, όπως η διαχείριση, η χρήση γης και οι μεταφορές. Ωστόσο, η διαχείριση των πηγών ενέργειας παραμένει ο βασικός γνώμονας για την πιστοποίηση των κτιρίων. Η βιωσιμότητα των κτιρίων κρίνεται, εκτός των άλλων, και στη βάση της διάρκειας ζωής τους επί πολλές γενιές. Αυτό απαιτεί από τους σχεδιαστές να έχουν κάποια γνώση του μελλοντικού κλίματος και των πόρων που διατίθενται για τη λειτουργία, και ιδίως για την κατανάλωση ενέργειας, των κτιρίων.

Η βιώσιμη κατασκευή προϋποθέτει όχι μόνο νέες, περιβαλλοντικά προσανατολισμένες, κατασκευές, αλλά και νέες, φιλικές προς το περιβάλλον, διαδικασίες λειτουργίας και συντήρησης των κτιρίων. Ο βιώσιμος τρόπος παραγωγής των κατασκευαστικών υλικών και στοιχείων είναι απαραίτητος, ενώ παράλληλα η χρήση τους θα πρέπει επίσης να ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις που απορρέουν από τις ολιστικές περιβαλλοντικές προϋποθέσεις. Η έννοια της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας εξελίσσεται ταυτόχρονα με την εξέλιξη της γνώσης μας για το περιβάλλον. Με τον ίδιο τρόπο εξελισσόμενη είναι και η κατανόηση της αειφόρου δόμησης.

Η έννοια της αειφόρου κατασκευής ξεπερνά πλέον την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και περιλαμβάνει εξίσου τους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής βιωσιμότητας, οι οποίοι δίνουν βαρύτητα στην αξία της ποιότητας ζωής των ατόμων και των κοινοτήτων. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη για μια αξιολόγηση και πιστοποίηση των κατασκευών, η οποία θα λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους της βιωσιμότητας των κατασκευών (περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές). Είναι σαφές ότι η ύπαρξη ισχυρών και αξιόπιστων μεθόδων περιβαλλοντικής αξιολόγησης των κατασκευών θα διαδραματίσει καίριο ρόλο στην αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

4.3. Εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πρότυπα πιστοποίησης

Ο σχεδιασμός και η διαδικασία λήψης αποφάσεων όσον αφορά στη δημιουργία κτιρίων βιοκλιματικού σχεδιασμού 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 και διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες (Γιαμά, Ε. και Παπαδόπουλος, Α.Μ., 2011):

- στα «αναλυτικά εργαλεία» (analytical tools)
- στα «εργαλεία διεργασιών» (procedural tools).

Με τα αναλυτικά εργαλεία υπολογίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις συγκεκριμένων προϊόντων, διεργασιών, ενώ με τα εργαλεία διεργασιών εφαρμόζονται 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 (Γιαμά, Ε. και Παπαδόπουλος, Α.Μ., 2011).

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)
- Η Ανάλυση Κέρδους Κόστους (Cost Benefit Analysis CBA).

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).

4.4. Ιστορική αναδρομή

Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, η συνειδητοποίηση της επίδρασης της τεχνολογίας και της εξάπλωσης του ανθρώπινου πληθυσμού στον πλανήτη αυξήθηκαν. Τα κτίρια άρχισαν να έχουν εκτεταμένη και άμεση επίπτωση στο περιβάλλον καθώς κατά την κατασκευή, τη λειτουργία, την ανακαίνιση, την επανάχρηση και την κατεδάφισή τους χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, νερού και πρώτων υλών, παράγουν απόβλητα και εκπέμπουν βλαβερούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Έτσι, οι άνθρωποι άρχισαν να επεκτείνουν τις προσπάθειές τους να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα κτίρια άρχισαν να αναγνωρίζονται ως καθοριστικοί συντελεστές στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Οι παραπάνω αναγνωρισμένες επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον οδήγησαν στη δημιουργία προτύπων κτιρίων βιοκλιματικού σχεδιασμού (πράσινων κτιρίων), πιστοποιήσεων και αντίστοιχων συστημάτων αξιολόγησης με σκοπό τον εντοπισμό και στη συνέχεια τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των κτιρίων στο φυσικό περιβάλλον μέσω του αειφόρου-βιοκλιματικού σχεδιασμού [https](https://www.wbdg.org/resources/gbs.php) (Πηγή <https://www.wbdg.org/resources/gbs.php>).

Στη Σύνοδο Κορυφής Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο της Βραζιλίας από τις 3 έως τις 14 Ιουνίου του 1992 διαμορφώθηκε η Agenda 21 ως ένα διεθνές πρόγραμμα με σκοπό την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης σε όλους τους τομείς των κοινωνιών σε συνεργασία μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, η Agenda 21 υποδεικνύει τα πιεστικά προβλήματα της σύγχρονης εποχής και έχει ως στόχο την προετοιμασία του κόσμου για την αντιμετώπιση των προβλημάτων του 21ου αιώνα. Αντικατοπτρίζει μια παγκόσμια

συμφωνία και πολιτική δέσμευση για υψίστου επιπέδου ανάπτυξης και περιβαλλοντικής συνεργασίας. Η επιτυχημένη εφαρμογή της εξαρτάται πρωτίστως και είναι υπό την ευθύνη των εκάστοτε κυβερνήσεων. Οι εθνικές στρατηγικές, τα σχέδια, οι πολιτικές και οι διαδικασίες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο προς αυτήν την κατεύθυνση και την επίτευξη του στόχου. Στο 7ο κεφάλαιο με τίτλο «PROMOTING SUSTAINABLE HUMAN SETTLEMENT DEVELOPMENT» του συγκεκριμένου σχεδίου δράσης γίνεται αναφορά συγκεκριμένα στο ρόλο των ανθρώπινων οικισμών στην αειφόρο ανάπτυξη. Βασικά ζητήματα τα οποία αναλύονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο είναι (Koerke, K., Portalatin, M., Roskoski, M. and Shouse, T., 2010):

- Η παροχή επαρκών σε αριθμό καταλυμάτων για όλους.
- Η βελτίωση διαχείρισης των ανθρώπινων οικισμών.
- Η προώθηση αειφόρου σχεδιασμού και διαχείρισης χρήσεων γης.
- Προώθηση παροχής ολοκληρωμένων περιβαλλοντικών υποδομών: νερού, υγιεινής, αποστράγγισης και διαχείρισης στερεών αποβλήτων.
- Προώθηση ανανεώσιμης ενέργειας και μεταφορικών συστημάτων στους ανθρώπινους οικισμούς.
- Προώθηση σχεδιασμού και διαχείρισης ανθρώπινων οικισμών σε περιοχές επικίνδυνες για καταστροφές.

Αντίστοιχα, το 1996 στη Σύνοδο Κορυφής στην Κωνσταντινούπολη διαμορφώθηκε ένα δεύτερο διεθνές σχέδιο δράσης, η Ατζέντα Habitat, ειδικά για την αντιμετώπιση του ρόλου των ανθρώπινων οικισμών στην αειφόρο ανάπτυξη. Όσον αφορά στον κατασκευαστικό τομέα, που εξετάζεται εδώ, τονίζεται ο σημαντικός ρόλος που καλείται να διαδραματίσει όσον αφορά στην αειφόρο ανάπτυξη των ανθρώπινων οικισμών, όπως τονίζεται στο Κεφάλαιο 4 του Habitat Agenda. Ο κλάδος των κατασκευών είναι υπεύθυνος για ένα σημαντικό ποσό της παγκόσμιας χρήσης των πόρων και της παραγωγής αποβλήτων, ενώ παράλληλα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη και την ποιότητα ζωής. Επομένως, η ανάγκη για ένα διεθνώς συμφωνημένο θεματολόγιο για την Αειφόρο Κατασκευή κατέστη επιτακτική από νωρίς, με αποτέλεσμα το 1999 το Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) δημοσίευσε τη δική του Ατζέντα (CIB Agenda 21) για την αειφόρο κατασκευή μετά από μια εκτενή διαδικασία έρευνας.

Η αρχή των συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης των κτιρίων χρονολογείται στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Οι αρχικοί στόχοι των συστημάτων ήταν η αύξηση της ζήτησης για τα φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια, βρίσκοντας καινοτόμες λύσεις που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την ενίσχυση των παραδειγμάτων της βέλτιστης πρακτικής. Κατά τη δεκαετία του 1990, το Building Research Establishment, LLC (BRE) ξεκίνησε να χρησιμοποιεί μια μέθοδο περιβαλλοντικής εκτίμησης, την BRE Environmental Assessment Method (BREEAM) η οποία αποτέλεσε το πρώτο ολοκληρωμένο σύστημα περιβαλλοντικής αξιολόγησης. Σκοπό αυτής της μεθόδου εκτίμησης αποτέλεσε η αντικειμενική μέτρηση της περιβαλλοντικής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτιρίων στο Ηνωμένο Βασίλειο. Κατά την εξέλιξη της τέθηκαν στόχοι βελτίωσης της βαθμολογίας των κτιρίων και εκτός από την απλή υποχρέωση τήρησης του κώδικα κτιρίων κατά το σχεδιασμό τους επιδιώχθηκε η συνολική βελτίωση της απόδοσης τους. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου η μέθοδος έχει πλέον εδραιωθεί, χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι σε όλα τα δημόσια κτίρια πρέπει να επιτευχθεί το επίπεδο αξιολόγησης "άριστα". Στα προσεχή χρόνια το BREEAM ξεκίνησε να χρησιμοποιείται και σε άλλες χώρες συμπεριλαμβανομένων του Καναδά, Χονγκ Κονγκ και Νέας Ζηλανδίας.

Σήμερα το BREEAM θεωρείται το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο περιβαλλοντικό σήμα για τα κτίρια, με πιστοποίηση πολλών κτιρίων σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι προσαρμόσιμο σε εκάστοτε τοπικές νομοθεσίες και συνθήκες ενώ έδωσε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη των διεθνών και διακρατικών συστημάτων.

Το δεύτερο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα διεθνώς είναι το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), το οποίο δημιουργήθηκε το 1998 από το U.S. Green Building Council (USGBC) στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Από το 2009, την ευθύνη για τη διαχείριση του προγράμματος πιστοποίησης LEED ανέλαβε το Green Building Certification Institute (GBCI). Το GBCI συντονίζει το έργο των παγκόσμιων οργανισμών πιστοποίησης με ειδίκευση στην επικύρωση των διεθνών προτύπων (συμμόρφωση στα πρότυπα ποιότητας ISO) και εξασφαλίζει ότι η πιστοποίηση των κτιρίων από το πρόγραμμα αξιολόγησης-πιστοποίησης LEED είναι υψηλής ποιότητας. Σήμερα η μέθοδος περιβαλλοντικής αξιολόγησης των κτιρίων LEED χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες - όπως Καναδάς, η Βραζιλία, το Μεξικό και η Ινδία (Πηγή: <https://www.usgbc.org/articles>).

GBC (Green Building Challenge)

Οι πρωτοβουλίες που ακολούθησαν έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση στις τοπικές συνθήκες. Το 1996 σε 14 χώρες (Αυστρία, Καναδά, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ιαπωνία, Ολλανδία, Νορβηγία, Πολωνία, Σουηδία, Ελβετία, Ηνωμένο Βασίλειο και Ηνωμένες Πολιτείες) ξεκίνησε μια διετής αναπτυξιακή διαδικασία γνωστή ως Green Building Challenge. Ιδρύθηκε από τους канаδούς αρχιτέκτονες Nils Larsson και Ray Cole. Ο στόχος της ομάδας αυτής ήταν να καθοριστεί ένα κοινό πλαίσιο για την περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων περιβαλλοντικών ζητημάτων και ζητημάτων ενέργειας, να ελεγχθούν τα κριτήρια για έργα σε διαφορετικές χώρες και να παρέχει μια πλατφόρμα για την ανάπτυξη των εθνικών συστημάτων. Η μέθοδος Green Building Challenge συνέχισε την ανάπτυξή της το 2000, 2002 και 2005 και κατέληξε στην ανάπτυξη του GBTool, ενός εργαλείου που συμμετέχει στην περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτιρίων. Το λεγόμενο εργαλείο «GBTool» ξεκίνησε ως το κύριο εργαλείο από τα μέλη της ομάδας εργασίας και προσαρμόστηκε στο πλαίσιο της συγκεκριμένης περιοχής. Η διαδικασία βελτιστοποίησης και δοκιμών συνοδεύτηκε από συνέδρια τα οποία πραγματοποιούνταν κάθε τρία χρόνια (το πρώτο συνέδριο πραγματοποιήθηκε το 1998 στο Βανκούβερ) και κατέληξαν στη διαμόρφωση διαφορετικών εθνικών συστημάτων αξιολόγησης των κτιρίων με βάση τους βασικούς δείκτες του GBTool οι οποίοι προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της περιφερειακής αγοράς. Το GBTool, το οποίο ονομάζεται πλέον SBTTool (Sustainable Building Tool) αποτελεί ένα ευέλικτο λειτουργικό εργαλείο που χρησιμοποιεί υπολογιστικό φύλλο του Excel και μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ταιριάζει σχεδόν σε οποιαδήποτε τοπική κατάσταση ή τύπο κτιρίου (Πηγή <http://iisbe.org/iisbe/gbc2k5/gbc2k5-start.htm>).

iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment)

Το Green Building Challenge μετατράπηκε σε διεθνή όμιλο τον iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) ο οποίος είναι σήμερα υπεύθυνος για τη διοργάνωση συνεδρίων του "World Sustainable Building". Είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός με πιο σημαντική του δραστηριότητα τη δικτύωση: τη βοήθεια ενημέρωσης των ειδικών και μη προκειμένου να γνωστοποιηθούν οι

ικανότητες του καθενός με παρουσίαση καλύτερων παραδειγμάτων εφαρμογής. Άλλες βασικές του δραστηριότητες αποτελούν (Πηγή:<http://www.iisbe.org/>):

- Η ανάπτυξη του SBTool πλαισίου αξιολόγησης
- Η λειτουργία του SBIS, μιας διαδικτυακής βάσης δεδομένων που προσφέρει αντικειμενικές πληροφορίες για πρακτικές αειφόρου σχεδιασμού σε όλον τον κόσμο.
- Λειτουργίες -δράσεις εργαζόμενων ομάδων πάνω σε έρευνες συστημάτων αξιολόγησης, δείκτες κατάλληλους για μικροαστικές περιοχές, κτισμένο περιβάλλον μηδενικής κατανάλωσης, δίκτυα συνέργειας και βιώσιμες υποδομές.

SB Alliance (Sustainable Building Alliance)

Τον Απρίλιο του 2008 ιδρύθηκε η Sustainable Building Alliance (SB Alliance) στο Παρίσι, η οποία αποτελεί έναν οργανισμό με στόχο τη συγκέντρωση των δραστηριοτήτων στο πεδίο της περιβαλλοντικής εκτίμησης των κτιρίων. Η SB Alliance είναι μια συγκέντρωση των αρχικών ευρωπαϊκών οργανισμών εκτίμησης και πιστοποίησης και έχει ως στόχο την ανάπτυξη μιας κοινής μέτρησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση της βιώσιμης απόδοσης των κτιρίων ή του κτισμένου περιβάλλοντος μέσω διαφορετικών συστημάτων αξιολόγησης. Με αυτόν τον τρόπο επιδιώκει τη ανάπτυξη ενός υψηλού επιπέδου συσχετισμού μεταξύ των συστημάτων αξιολόγησης και τη βελτίωση της κατανόησης και δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ τους. Τα μέλη απευθύνονται σε έναν πυρήνα κοινών μετρήσεων για τα βασικά ζητήματα. Η SB Alliance δεν αποτελεί ένα σώμα πιστοποίησης και δεν αναπτύσσει κάποιο νέο σύστημα αξιολόγησης, ούτε αντικαθιστά υπάρχοντα. Μέλη της είναι οι BRE και USGBC, που προαναφέρθηκαν, καθώς και άλλες ομάδες που ασχολούνται με ζητήματα αειφορίας και περιβαλλοντικής προστασίας (Πηγή: <https://www.buildup.eu/en>, <http://businessperformance.org/sb-alliance>).

Ecolabel (European Community)

Το 2008 το σχέδιο European Ecolabelling ξεκίνησε μια ομάδα εργασίας για την Ευρωπαϊκή Οικολογική Σήμανση των κτιρίων (European Ecolabel for buildings). Τα προσχέδια προετοιμάστηκαν υπό την εποπτεία του Italian Competent Body (ISPRA), ενώ το 2010 η ηγεσία παραδόθηκε στο Joint Research Centre's Institute for Prospective

Technological Studies (JRC-IPTS). Το τελευταίο σχέδιο που εξετάζεται θεωρείται το τρίτο σχέδιο της ISPRA του Μαΐου 2010 με τις ακόλουθες απαιτήσεις. Οικολογικά σήματα θα δίνονται μόνο σε προϊόντα που κατέχουν χαρακτηριστικά τα οποία διευκολύνουν την αποφασιστική συμμετοχή τους σε βελτιώσεις που αφορούν σε σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Για τα κτίρια, τα οικολογικά κριτήρια θα πρέπει να χωριστούν σε υποχρεωτικά και προαιρετικά. Τα κριτήρια αυτά στοχεύουν στον περιορισμό των βασικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τις τρεις φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων και πιο συγκεκριμένα (Πηγή:https://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm):

- Στον περιορισμό της ενέργειας, του νερού και της κατανάλωσης υλικών.
- Στον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων και ενίσχυση της ανακύκλωσης.
- Στην προώθηση χρήσεων υλικών με υψηλή περιβαλλοντική απόδοση.
- Στην προώθηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών και ουσιών λιγότερο καταστροφικών για το περιβάλλον.
- Βελτίωση εσωτερικών συνθηκών.
- Προώθηση πληροφόρησης και εκπαίδευσης για τη σωστή διαχείριση ενός κτιρίου.

Ο όρος «κτίρια» θα περιλαμβάνει «κτίρια ως μια ολότητα, καθώς και μικρά σπίτια, νέα ή υφιστάμενα, δημόσια ή ιδιωτικά, με χρήσης κατοικίας αλλά και χρήση ως γραφεία». Τα μεμονωμένα διαμερίσματα σε ένα κτίριο εξαιρούνται.

Standardisation

Από το 2005 μια τεχνική επιτροπή της CEN (Comité Européen de Normalisation) καταχωρημένη ως CEN/TC 350 εργάζεται σε ένα πλαίσιο για την «Βιωσιμότητα των έργων κατασκευής» ("Sustainability of construction works") και είναι υπεύθυνη για:

- Την ανάπτυξη οριζόντια τυποποιημένων μεθόδων για την αξιολόγηση των πτυχών της βιωσιμότητας των νέων και υφιστάμενων κατασκευαστικών έργων.
- Τα πρότυπα για τη δήλωση περιβαλλοντικών προϊόντων των δομικών προϊόντων.

Τα πρότυπα πρέπει να είναι σχετικά για την εκτίμηση της ολοκληρωμένης απόδοσης των κτιρίων κατά τη διάρκεια όλου του κύκλου ζωής τους. Στόχο αποτέλεσε η διαμόρφωση μιας εναρμονισμένης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής

απόδοσης των κτιρίων και του κόστους κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, καθώς και οι πτυχές της ποσοτικής απόδοσης που αφορά σε ζητήματα υγείας και άνεσης των κτιρίων.

Σε αντίθεση με τα υπάρχοντα συστήματα αξιολόγησης η CEN/TC 350 εστιάζει στην εκτίμηση κύκλου ζωής (LCA) με σκοπό την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων. Από το 2009 η CEN/TC 350 δημοσίευσε Τεχνικές Αναφορές και Ευρωπαϊκά Πρότυπα (Πηγή: https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:481830&cs=181BD0E0E925FA84EC4B8BC CC284577F8).

Στο πέρασμα του χρόνου δημιουργήθηκαν πολλά επιπλέον συστήματα περιβαλλοντικής αξιολόγησης-βαθμολόγησης βασισμένα στο BREEAM, το GBTool ή με βάση τις περιβαλλοντικές ανάγκες των εκάστοτε χωρών μετά από αντίστοιχες έρευνες. Τα συστήματα βαθμολόγησης έχουν εξελιχθεί στην πάροδο του χρόνου σύμφωνα αφενός με την ανταπόκριση (feedback) των χρηστών και αφετέρου με την ανάπτυξη νέας τεχνολογίας με σκοπό τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων. Όπως και να έχει, η πιστοποίηση θεωρείται επιτακτική στη σύγχρονη εποχή για κτίρια σε παγκόσμιο επίπεδο. Υπάρχουν πάνω από δεκαπέντε συστήματα βαθμολόγησης τα οποία προσφέρουν πιστοποιήσεις και χρησιμοποιούνται παγκοσμίως και πολλά ακόμη βρίσκονται σε στάδιο εξέλιξης. Τα τρία βασικά που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως και εκτός της χώρας δημιουργίας τους είναι το BREEAM, το Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) και το Green Globes.

4.5. Μέθοδοι αξιολόγησης - πιστοποίησης και οι βασικοί τους στόχοι

Οι μέθοδοι περιβαλλοντικής αξιολόγησης και πιστοποίησης που υπάρχουν σήμερα στην αγορά, διαφέρουν ως προς τη δομή, την έκταση, το πεδίο εφαρμογής και το εύρος της αξιολόγησης. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές, η δομή των περισσότερων μεθόδων περιλαμβάνει τα εξής βασικά μέρη:

- Εξήγηση των γενικών στόχων και των ομάδων στις οποίες απευθύνονται.
- Ορισμό των κατηγοριών, των υποκατηγοριών, των κριτηρίων και των δεικτών αξιολόγησης.
- Ορισμό του συστήματος αξιολόγησης και του εύρους της αξιολόγησης.
- Χρονοδιάγραμμα των αποδεικτικών στοιχείων.

- Αποτέλεσμα αξιολόγησης του κτιρίου (αναλυτικά και μεμονωμένα για όλους τους δείκτες αλλά και ομαδοποιημένα σε ένα συνολικό αποτέλεσμα).

Βασικούς στόχους των μεθόδων περιβαλλοντικής εκτίμησης κτιρίων μπορούν να αποτελέσουν η κοινωνική, οικονομική και οικολογική βιωσιμότητα τους, η οικονομική αποδοτικότητα κατά τον κύκλο ζωής τους, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η βελτίωση συνθηκών του περιβάλλοντος εργασίας και διαμονής, σταθερότητα της αξίας του ακινήτου κ.α. Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι των μεθόδων περιβαλλοντικής αξιολόγησης επεξηγούνται από τα κριτήρια που θέτει η κάθε μέθοδος αξιολόγησης.

Ένα σύστημα αξιολόγησης κτιρίου περιλαμβάνει αναλυτικά στοιχεία και τα στοιχεία αποτίμησης στα οποία περιλαμβάνονται και οι βαθμολογίες αξίας. Τα βασικά στοιχεία μιας μεθόδου αξιολόγησης περιλαμβάνουν τα εξής, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1 (Mötzl, H. & Fellner, M., 2011).

Πίνακας 4.1: Βασικά στοιχεία μεθόδων αξιολόγησης

| Στοιχεία | Περιγραφή | Παραδείγματα |
|---------------------------------|---|---|
| Αναλυτικά στοιχεία | | |
| Κριτήρια | Τα κριτήρια καθορίζουν τα γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων | <ul style="list-style-type: none"> • Μείωση των εκπομπών • CO₂ • Προσβασιμότητα των • Δημόσιων Μεταφορών • Αποφυγή των εκπομπών • πτητικών οργανικών ενώσεων |
| Κατηγορίες/Υποκατηγορίες | Παρόμοια κριτήρια συνοψίζονται σε κατηγορίες και υποκατηγορίες | <p>Κατηγορία: Υγεία και Ευεξία</p> <p>Υποκατηγορία: Ποιότητα του εσωτερικού αέρα</p> <p>Κριτήριο: Αποφυγή εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων</p> |
| Δείκτες | Οι δείκτες συγκεκριμενοποιούν τα κριτήρια. Μετατρέπουν τις πληροφορίες για τα κτίρια σε καθορισμένες περιγραφές για συγκρίσιμα αποτελέσματα | <ul style="list-style-type: none"> • Ποσοτικοί δείκτες • Ποιοτικοί δείκτες • Σχεδιασμός πράσινου χώρου |
| Πρόγραμμα Στοιχείων | Τα απαιτούμενα στοιχεία και οι μέθοδοι μέτρησης πρέπει να ορίζονται για κάθε (υπό)κριτήριο για να είναι δυνατή η αξιολόγηση συγκεκριμένης ανάπτυξης | Υπολογισμοί συντελεστή φωτός, Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, σχέδια, κ.λπ. |
| Στοιχεία εκτίμησης | | |

| | | |
|-----------------|---|--|
| Σκοποί | Οι σκοποί δίνουν μια επισκόπηση του σκοπού της μεθόδου και μπορούν να ορίζονται γενικά ή ξεχωριστά για κάθε κριτήριο | Ποσοτικοί στόχοι: Πρωτοβάθμια ζήτησης ενέργειας ≤ 120 kWh / (m ² a) Ποιοτικοί στόχοι: Διατήρηση της βιοποικιλότητας στο χώρο, αποφυγή φυσικών κινδύνων, κλπ |
| Εκτίμηση | Ένας βαθμός επίτευξης μπορεί να ορίζεται για κάθε δείκτη σε σχέση με τους στόχους και τα αντίστοιχα αποτελέσματα μπορούν να εξετάζονται σε βαθμολογία του κτιρίου | Για κάθε κριτήριο, μπορεί να προσδιοριστεί μια κλίμακα διαβάθμισης ή αναφοράς |
| Βάρη | Η στάθμιση καθορίζει την καταλληλότητα του κριτηρίου που αξιολογείται στο σύνολο του καταλόγου κριτηρίων | Ο ορισμός των παραγόντων στάθμισης μπορεί να ποικίλει, ανάλογα με το σύστημα αξιολόγησης |
| Σύνολο | Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των δεικτών σε ένα περιγραφικό ή ποσοτικό αποτέλεσμα. | 75 από 100 βαθμοί, πέρασε, εξαιρετικό, μπρούτζινο / ασημί / χρυσό |

Η ανάπτυξη μεγάλου αριθμού «εργαλείων» περιβαλλοντικής αξιολόγησης στο διεθνή χώρο έχει συχνά ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σύγχυσης και τη δυσκολία στην επιλογή του κατάλληλου σύμφωνα με την εκάστοτε περίπτωση. Η κατηγοριοποίησή τους καθιστά δυνατή την επισήμανση των διαφοροποιήσεων στη δομή και το περιεχόμενό τους και διευκολύνει την επιλογή του πλέον καταλλήλου κατά περίπτωση. Η κατηγοριοποίηση που ακολουθεί εφαρμόζει ως κριτήρια (Μπίκας, Δ., 2004):

- Το πεδίο εφαρμογής τους.
- Το εύρος και τη φάση εμπλοκής / εφαρμογής τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (σχεδιασμού ή / και αξιολόγησης).
- Τη φύση της μεθόδου.
- Το εύρος των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών ή παραμέτρων που καλύπτονται / αξιολογούνται.

Όσον αφορά στο πεδίο εφαρμογής τους, το κριτήριο αυτό διαμορφώνεται με βάση τη συνθετότητα του τελικού προϊόντος στο οποίο γίνεται η αναφορά ή πραγματοποιείται η αξιολόγηση και συγκεκριμένα (Μπίκας, Δ., 2004):

- Τα οικοδομικά υλικά και προϊόντα.
- Τα κτιριακά κατασκευαστικά στοιχεία.
- Η κατασκευαστική δομή του κτιρίου στο σύνολό της.

- Το κτίριο και ο άμεσος ή ευρύτερος περιβάλλον χώρος το (φυσικό-τεχνητό, αστικό, περιαστικό κ.λπ. περιβάλλον).

Το επόμενο κριτήριο ομαδοποίησης των μεθόδων αποτελεί το εύρος και η φάση εμπλοκής / εφαρμογής τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι περιπτώσεις οι οποίες διακρίνουμε με βάση το κριτήριο αυτό είναι οι εξής (Μπίκας, Δ., 2004):

- Προμελέτη (νέων κτιρίων)
- Οριστική Μελέτη (νέων κτιρίων)
- Μελέτη εφαρμογής (νέων κτιρίων)
- Ανεξάρτητες διαδικασίες επιλογής
- Αξιολόγηση υφιστάμενων κτιρίων

Βασικό κριτήριο παράλληλα αποτελεί και η φύση της μεθόδου. Οι περιπτώσεις οι οποίες διακρίνονται είναι οι εξής (Μπίκας, Δ., 2004):

- Συστήματα πληροφόρησης και εργαλεία σύγκρισης.
- Εργαλεία υποστήριξης των αποφάσεων σχεδιασμού.
- Πλαίσια ή συστήματα ολοκληρωμένης αξιολόγησης.

Τέλος, όσον αφορά στο κριτήριο του εύρους των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών ή παραμέτρων που καλύπτονται και αξιολογούνται γίνεται ακόμα πιο σαφές σε ποιους στόχους επικεντρώνεται η κάθε μέθοδος αξιολόγησης. Τα στοιχεία τα οποία περιλαμβάνονται στο κριτήριο του εύρους των περιβαλλοντικών παραμέτρων που αξιολογούνται, είναι τα εξής (Μπίκας, Δ., 2004):

- Κατανάλωση φυσικών πόρων (κατανάλωση και διαχείριση ενέργειας /κατανάλωση και διαχείριση νερού / επιλογή και χρήση των οικοδομικών υλικών με αξιολόγηση των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών τους).
- Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις με την παραγωγή βλαβερών εκπομπών (αέριες εκπομπές / στερεά και υγρά απόβλητα / λοιπές επιβαρύνσεις).
- Ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (παράμετροι θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης).
- Συμμετοχή και υποχρεώσεις των φορέων σχεδιασμού και εκτέλεσης των έργων.
- Καταγραφή δεδομένων και παρακολούθηση της λειτουργίας του κτιρίου στη διάρκεια της χρήσης του.

- Σχέσεις του κτιρίου με το άμεσο περιβάλλον του (χαρακτηριστικά και ποιότητα των υπαίθριων κατασκευών, υποδομών κ.λπ. / χαρακτηριστικά και ποιότητα των δικτύων κυκλοφορίας / επιπτώσεις στο άμεσο περιβάλλον).

4.6. Περίληψη των βασικότερων συστημάτων αξιολόγησης

Η ανάπτυξη και χρήση περιβαλλοντικών μεθόδων αξιολόγησης της απόδοσης κτιρίων θεωρείται ότι συνεισφέρει τα μέγιστα στην ενσωμάτωση των μεθόδων και πρακτικών που ευνοούν την αειφορία στον τομέα των κατασκευών. Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί σε όλο τον κόσμο βασίζονται σε διάφορες αρχές και διαφορετικά στοιχεία αξιολόγησης, δεδομένα και κριτήρια. Εκτιμάται ότι μερικά εργαλεία ή μέθοδοι αξιολόγησης που αναπτύχθηκαν πρόσφατα, φαίνεται να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Στα παρακάτω γίνεται μία περίληψη των κυριότερων μεθόδων που χρησιμοποιούνται.

4.6.1. Η μέθοδος SB Tool – GB Tool

Η SB Tool είναι ένα σύστημα λογισμικού για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής αειφορίας και απόδοσης των κτιρίων. Είναι μια εφαρμογή της Green Building Challenge (GBC) Assessment Method η οποία αναπτύσσεται από το 1996 από περισσότερες από 12 ομάδες ερευνητών. Η διαδικασία GBC ξεκίνησε από την Υπηρεσία Φυσικών Πόρων του Καναδά, αλλά η ευθύνη παραδόθηκε στη Διεθνή Πρωτοβουλία για το αειφόρο δομημένο περιβάλλον (IISBE) το 2002. Το έργο GBC είναι μια προσπάθεια για την ανάπτυξη μιας δεύτερης γενιάς συστήματος αξιολόγησης. Είναι ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί αρχικά για να αντικατοπτρίζει πολύ διαφορετικές προτεραιότητες, τεχνολογίες, παραδόσεις κτιρίων, ακόμη και τις πολιτιστικές αξίες που υπάρχουν σε διάφορες περιοχές και χώρες. Μια σημαντική απαίτηση της GB Tool είναι να υπάρχει μια κοινή προσέγγιση και δομή, αλλά με προσαρμογές, που ταιριάζουν σε κάθε εθνική ή περιφερειακή ανάγκη. (Πηγή: <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20System%20as%20a%20platform%20fo%20education%20in%20SBE.pdf>.)

Το SB Tool είναι ένα γενικό πλαίσιο για τη βαθμολόγηση της βιώσιμης απόδοσης των κτιρίων και των έργων που είναι σε λειτουργία από το 1996. Μπορεί επίσης να

θεωρηθεί ως ένα εργαλείο που βοηθά τις τοπικές οργανώσεις να αναπτύξουν συστήματα διαβάθμισης. Το σύστημα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα των ζητημάτων βιώσιμου κτιρίου, και όχι μόνο τα θέματα που αφορούν ένα πράσινο κτίριο. GB Tool είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του δυναμικού της ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιδόσεων των έργων στη διαδικασία του Green Building Challenge. Η μέθοδος έχει ευελιξία στην εισαγωγή τιμών αναφοράς σύμφωνα με τις περιφέρειες, κατά συνέπεια, την εφαρμογή της σε τοπική κλίμακα. Το πεδίο εφαρμογής του συστήματος μπορεί να τροποποιηθεί για να είναι τόσο στενό ή ευρύ, όπως επιθυμεί ο χρήστης.

Η μέθοδος αποτελείται από δύο μέρη (Πηγή: [http:// www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Overview%2004May15.pdf](http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Overview%2004May15.pdf)):

- Η Ενότητα Α περιλαμβάνει Σημεία αναφοράς και βάρη που προορίζονται να προσαρμοστούν από τρίτους για να αντικατοπτρίζουν τη διαφορετική σημασία των θεμάτων / συνθηκών μιας περιοχής, καθώς και τη θέσπιση σχετικών κριτηρίων αξιολόγησης σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες.
- Η Ενότητα Β δίνει τα αποτελέσματα της αειφόρου απόδοσης των κτιρίων αυτών καθαυτών. Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί ως ένα γενικό πλαίσιο και απαιτεί προσαρμογές από το χρήστη, ο οποίος αναμένεται να εισάγει αξία βαρών, Σημεία αναφοράς και τιμές.

Τα κριτήρια αναφοράς είναι δύο τύπων, θα μπορούσαν να εκφραστούν ως αριθμητικές τιμές ή με περιγραφή σε μορφή κειμένου. Μια κλίμακα που κυμαίνεται -1 έως 5 εφαρμόζεται για να εκφράσει την αξιολόγηση. Σύμφωνα με την κλίμακα το -1 σημαίνει αρνητικές επιδόσεις, 0 ελάχιστη αποδεκτή τιμή, 3 ορθή πρακτική και πέντε (5) βέλτιστη πρακτική. Έτσι, πολλά συστήματα διαβάθμισης μπορούν να αναπτυχθούν σε διαφορετικές περιοχές που φαίνονται τελείως διαφορετικά, αλλά μοιράζονται μια κοινή μεθοδολογία και ένα σύνολο όρων. Το κύριο πλεονέκτημα, είναι ότι μια έκδοση SB Tool που αναπτύχθηκε με γνώση του τόπου είναι πιθανό να είναι πολύ πιο σχετική με τις τοπικές ανάγκες και τις αξίες σε σχέση με άλλα συστήματα. Το σύστημα επιτρέπει τις αξιολογήσεις που πρέπει να διενεργούνται σε τέσσερα διακριτά στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου και παρέχει Σημεία αναφοράς ως προεπιλογές κατάλληλες για την κάθε φάση. Το SB Tool λαμβάνει υπόψη παράγοντες που σχετίζονται με την ευρύτερη περιοχή και την τοποθεσία και αυτά χρησιμοποιούνται

για να απενεργοποιηθούν ή να μειωθούν ορισμένα βάρη, καθώς και στην παροχή βασικών πληροφοριών για όλα τα μέρη. Το σύστημα χειρίζεται μεγάλα έργα ή ενιαία κτίρια, κατοικίες ή εμπορικά, νέες και υφιστάμενες κατασκευές, ή ένα μίγμα των δύο. Το σύστημα μπορεί να παρέχει προσεγγίσεις της ετήσια απαιτούμενης ενέργειας για τα δομικά ή επιμέρους στοιχεία του κτιρίου. Οι σχεδιαστές μπορούν να καθορίζουν στόχους επιδόσεων και μπορούν να κάνουν αυτό-αξιολόγηση των επιδόσεων. Οι αξιολογητές μπορεί να αποδεχθούν τις βαθμολογίες της αυτό-αξιολόγησης που υποβάλλονται από τους σχεδιαστές, ή να τις τροποποιήσουν.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το SB Tool σύστημα χειρίζεται μεγάλες μελέτες ή μεμονωμένα κτίρια, κατοικίες ή εμπορικά κέντρα, νέες και υφιστάμενες κατασκευές, ή συνδυασμούς. Έτσι έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες (Πηγή: <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Complete%2004May15.pdf>):

A) Όσον αφορά τον τρόπο χρήσης του συστήματος, το SB Tool σε επίπεδο περιφέρειας χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες για την καλύτερη εξυπηρέτηση των χρηστών για την ανταλλαγή των πληροφοριών:

- Το SBT06-Region χρησιμοποιείται από τις περιφερειακές οργανώσεις για τη δημιουργία επιλέξιμων κατηγοριών κάλυψης και σε τοπικό επίπεδο έγκυρων βαρών, σημείων αναφοράς και προτύπων.
- Το SBT06-ProjectData-1 επιτρέπει στους σχεδιαστές να παρέχουν προκαταρκτικές πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του έργου.
- Το SBT06-ProjectSetting χρησιμοποιείται από περιφερειακές οργανώσεις ή αξιολογητές για να λαμβάνουν στοιχεία από την περιφέρεια και τα αρχεία του ProjectData-1, προκειμένου να καθοριστούν τα κατάλληλα για το έργο βάρη και Σημεία αναφοράς.
- Το SBT06-ProjectData-2 χρησιμοποιείται από τους σχεδιαστές για να καθοριστούν οι στόχοι απόδοσης, να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες για το έργο, και να υποβάλουν τα αποτελέσματα της έκθεσης αυτο-αξιολόγησης.
- Το SBT06-ProjectAssess παρέχει ένα αρχείο για τον αξιολογητή για να επανεξετάσει την αυτο-αξιολόγηση του σχεδιαστή και, αν επιθυμεί, να τη διορθώσει.
- Το SBT06-Project-IDP είναι ένα αρχείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον επικεφαλής της ομάδας σχεδιασμού για να εξασφαλίσει ότι στη διαδικασία

σχεδιασμού λαμβάνονται υπόψη όλα τα σχετικά ζητήματα. Αυτό το αρχείο χρησιμοποιεί τα προκαταρκτικά στοιχεία του σχεδιασμού που αναφέρθηκαν στο αρχείο SBT06-ProjectData-1.

B) Όσον αφορά τον τρόπο χρήσης του συστήματος SB Tool σε ατομικό επίπεδο, το σύστημα δομείται σε 4 ενότητες - φύλλα εργασίας όπως παρουσιάζονται και στα Σχήματα 4.1 και 4.2. Αυτές είναι:

- Ενότητα πρώτη: Η ενότητα αυτή περιέχει τέσσερα φύλλα εργασίας – Πλαίσιο (Cntxt, Context), Βαθμολογία, Παραγωγή Ενέργειας (EnGen, Energy Generation), και Σημεία αναφοράς (Benchmark). Αυτά τα φύλλα εργασίας είναι για να συμπληρώνονται από άτομα που δεν συνδέονται με το σχεδιασμό, ή από πρόσωπα που διενεργούν την αξιολόγηση.
- Ενότητα Δεύτερη: Περιέχει επτά φύλλα εργασίας που ασχολούνται με δεδομένα σχεδιασμού: Χώρος, αρχιτεκτονική (Arch), τεχνολογία (Tech), Υλικά (Matrl, Material), εργασίες (Ops, Operations), κόστος κύκλου ζωής (LCC: Life-cycle Costing). Αυτές πρέπει να συμπληρωθούν από μια ομάδα ατόμων που γνωρίζουν καλά τα σχετικά με το σχεδιασμό, και είναι ο κατά πάσα πιθανότητα οι υπεύθυνοι σχεδιασμού τους.
- Ενότητα Τρίτη: Αυτή περιέχει το φύλλο εργασίας για την αξιολόγηση. Αυτό το φύλλο εργασίας περιέχει πεδία βαθμολόγησης για όλα τα υποκριτήρια και κριτήρια και στη συνέχεια εφαρμόζονται τα 'βάρη' που του προσδίδει η 'ψήφος' και το 'βάρος' φύλλων εργασίας σε αυτά τα αποτελέσματα.
- Ενότητα τέσσερα: Περιέχει τρία φύλλα εργασίας - έκθεση (Report), τα 'βάρη' και τα 'αποτελέσματα'. Αυτά δίνουν την περίληψη της αξιολόγησης και δείχνουν τα αποτελέσματα όλων των προηγούμενων εισροών και, ως εκ τούτου, δεν περιέχουν τροποποιήσιμα πεδία.

Η αξιολόγηση των επιδόσεων πρασίνου κτιρίου γίνεται σε έξι (6) γενικά ζητήματα απόδοσης: Κατανάλωση, Φορτίσεις, Εσωτερική Περιβαλλοντική Ποιότητα, Ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών, Οικονομία και Λειτουργία. Αναλυτικότερα οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Βιωσιμότητας (ESIS) αποτελούν ένα περιορισμένο σύνολο επιδόσεων σε απόλυτους αριθμούς - μέτρα που χαρακτηρίζουν τη βιώσιμη πρακτική του κτιρίου και που διευκολύνουν την διεθνή συγκρισιμότητα. Αξιολογούνται δώδεκα (12) Περιβαλλοντικοί βιώσιμοι δείκτες:

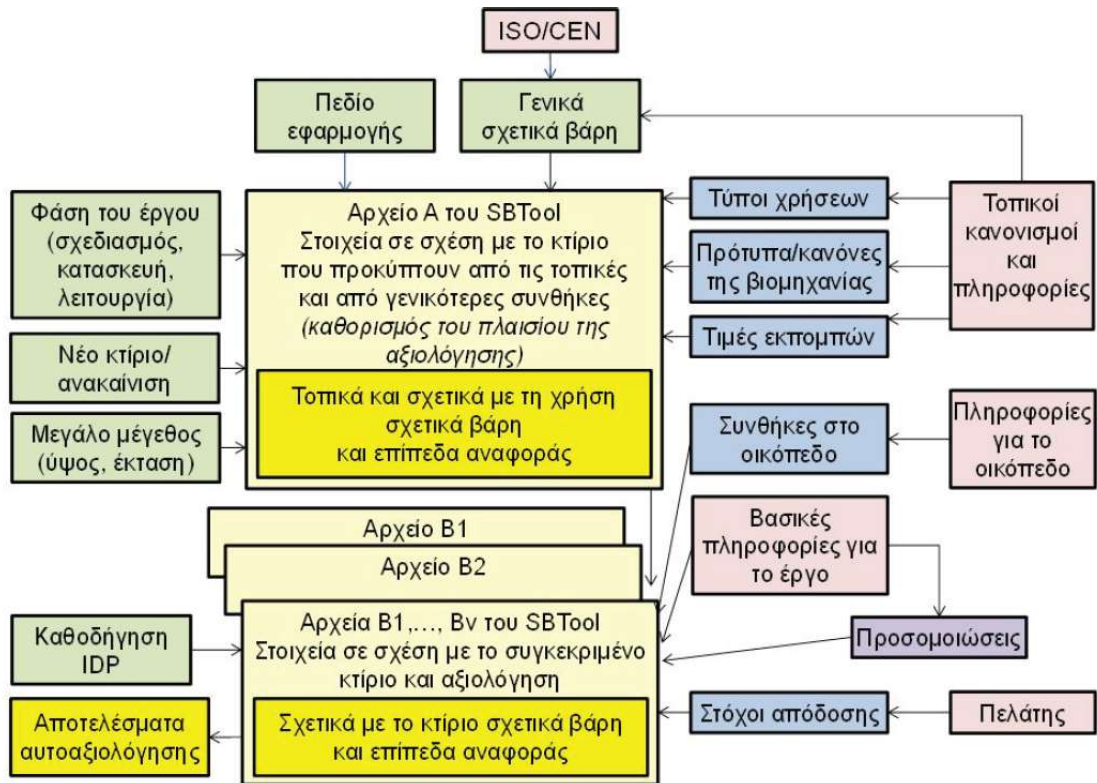
- ESI-1: Συνολική καθαρή κατανάλωση πρωτογενούς ενσωματωμένης ενέργειας, GJ
- ESI-2: Ετήσια καθαρή κατανάλωση πρωτογενούς ενσωματωμένης ενέργειας, MJ
- ESI-3: Ετήσια καθαρή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για τις λειτουργίες των κτιρίων, MJ
- ESI-4: Ετήσια καθαρή κατανάλωση πρωτογενών μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τις οικοδομικές εργασίες, MJ
- ESI-5: Ετήσια καθαρή πρωτογενής ενσωματωμένη ενέργεια και ετήσια λειτουργική πρωτογενή ενέργεια, MJ
- ESI-6: Καθαρή επιφάνεια των εκτάσεων που χρησιμοποιείται για την κατασκευή και τα συναφή έργα, m²
- ESI-7: Ετήσια καθαρή κατανάλωση πόσιμου νερού για τις λειτουργίες των κτιρίων, m³
- ESI-8: Ετήσια χρήση του γκριζου νερού και βρόχινου νερού για τις λειτουργίες των κτιρίων, m³
- ESI-9: Ετήσιες καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις λειτουργίες των κτιρίων, σε kg ισοδύναμου CO₂
- ESI-10 Προβλεπόμενη διαρροή Τριχλωροφθορομεθάνιο (CFC-11) ανά έτος
- ESI-11: Συνολικό βάρος των υλικών που επαναχρησιμοποιούνται στη σχεδίαση, σε kg
- ESI-12: Συνολικό βάρος των νέων υλικών που χρησιμοποιούνται στον τομέα του σχεδιασμού, σε kg.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το SB Tool – GB Tool είναι ένα πολύ αποδοτικό εργαλείο αξιολόγησης γιατί:

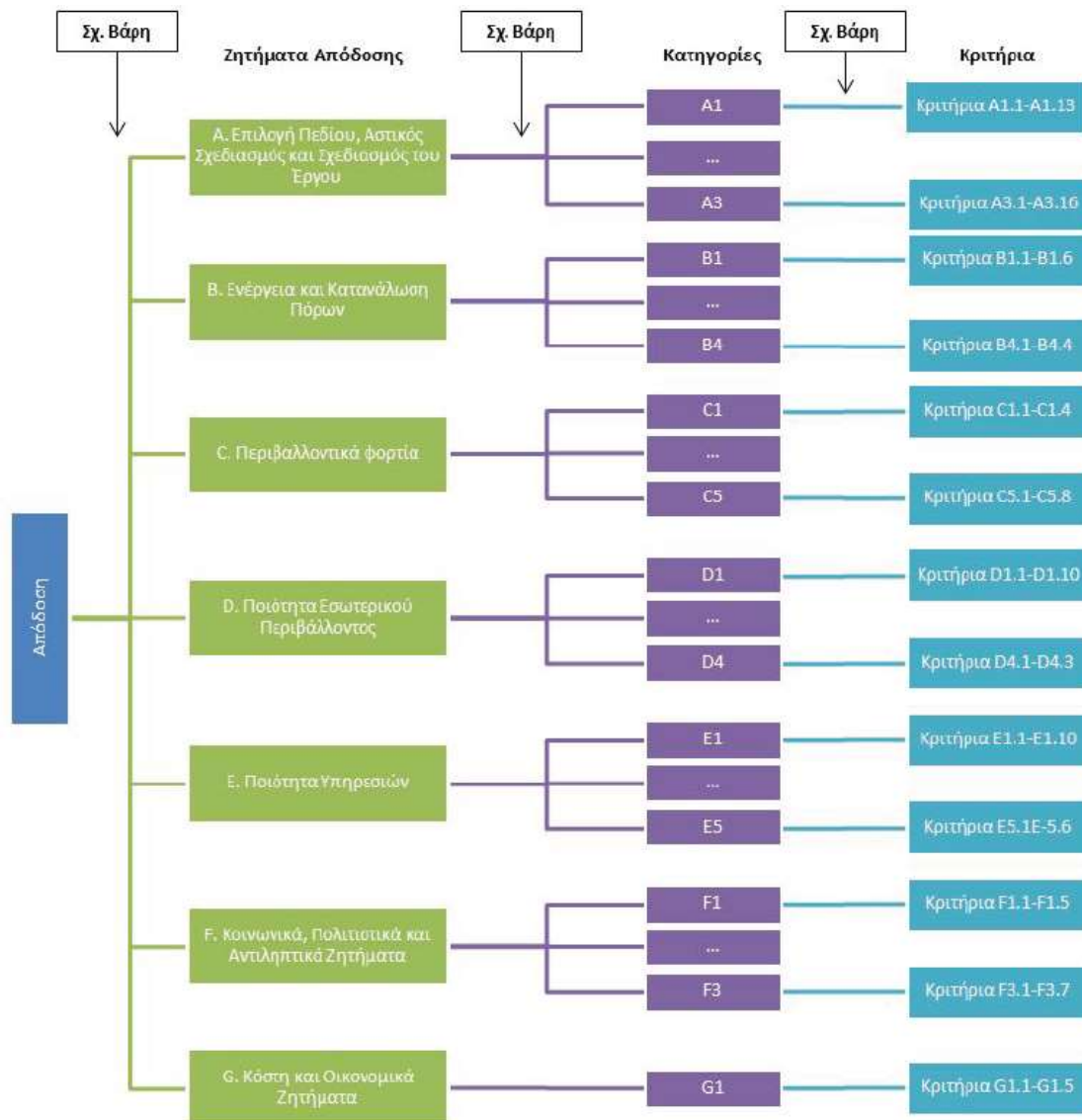
- Είναι ένα γενικό εργαλείο για τη βαθμολόγηση της βιώσιμης απόδοσης των κτιρίων και των μελετών. Μπορεί ακόμα να θεωρηθεί ως ένα σύνολο εργαλείων που βοηθά τις τοπικές οργανώσεις στην ανάπτυξη τοπικά εφαρμόσιμων συστημάτων διαβάθμισης.
- Το σύστημα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα παραγόντων των βιώσιμων κτιρίων, που δεν αφορούν μόνο πράσινα κτίρια, αλλά το πεδίο εφαρμογής του συστήματος

μπορεί να τροποποιηθεί για να είναι όσο στενό ή ευρύ επιθυμεί κανείς, που κυμαίνεται από 125 κριτήρια μέχρι μισή ντουζίνα.

- Το σύστημα αυτό επιτρέπει σε τρίτους να καθορίσουν τα βάρη παραμέτρων που αντικατοπτρίζουν τα ποικίλης σημασίας θέματα μιας περιοχής, καθώς και τη θέσπιση σχετικών κριτηρίων αξιολόγησης ανά είδος κατοχής. Έτσι, πολλά συστήματα κατάταξης μπορούν να αναπτυχθούν σε διαφορετικές περιοχές που φαίνονται αρκετά διαφορετικές, αλλά μοιράζονται μια κοινή μεθοδολογία και ένα σύνολο όρων. Μία εξειδικευμένη έκδοση της μεθόδου μπορεί να αναπτυχθεί έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή.
- Αν και η τρέχουσα έκδοση έχει συσταθεί για την αποτίμηση του σταδίου σχεδίασης μόνο, το σύστημα έχει την ικανότητα να πραγματοποιεί αξιολογήσεις σε τέσσερα διακριτά στάδια του κύκλου ζωής και παρέχει προκαθορισμένα Σημεία αναφοράς για κάθε φάση.
- Οι τοπικές οργανώσεις μπορούν να επιλέξουν μέχρι τρεις τύπους κτιρίων από τις συνολικά 18, και να τους εφαρμόσουν ξεχωριστά ή όλους μαζί.
- Το σύστημα χειρίζεται μεγάλες μελέτες ή μεμονωμένα κτίρια, ως κατοικίες ή για εμπορική χρήση, νέων και υφιστάμενων κατασκευών, ή συνδυασμός των δύο.
- Το σύστημα μπορεί να παρέχει προσεγγίσεις ετήσιας ενσωματωμένης ενέργειας των κτιριακών συστατικών.
- Οι σχεδιαστές μπορούν να καθορίσουν στόχους επιδόσεων και να καθορίσουν την προσωπική τους αξιολόγηση των επιδόσεων.
- Οι αξιολογητές μπορούν να αποδεχθούν την προσωπική αξιολόγηση επιδόσεων που υποβάλλεται από τους σχεδιαστές, ή να την τροποποιήσουν.



Σχήμα 4.1: Παρουσίαση των εισερχομένων και εξερχομένων δεδομένων από τα αρχεία του SBTtool



Σχήμα 4.2: Διάρθρωση του SBTtool για την αξιολόγηση της απόδοσης του έργου

4.6.2. Η μέθοδος LEED

Το LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) είναι ένα παγκόσμια αναγνωρισμένο σύστημα αξιολόγησης για πράσινα κτίρια, και παρέχει μια ανεξάρτητη διαβεβαίωση ότι ένα κτίριο ή κοινότητα (οικισμός) σχεδιάστηκε και κτίστηκε χρησιμοποιώντας στρατηγικές που σκοπό έχουν να βελτιώσουν την συμπεριφορά αυτών σε τομείς όπως εξοικονόμηση ενέργειας, νερού, μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, βελτίωση περιβάλλοντος στους εσωτερικούς χώρους, καθώς και σωστή

διαχείριση των πόρων και ευαισθησία στις επιπτώσεις τους (Πηγή: http://www.weltec.hk/catalog/LEED_Info.pdf).

Το LEED επικεντρώνεται στο σχεδιασμό του κτιρίου και όχι στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του, και ως εκ τούτου προτείνεται ότι τα LEED κτίρια πρέπει να παρακολουθούνται για να επιβεβαιωθεί αν οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που προβλέπονταν από τον σχεδιασμό επιτεύχθηκαν στην πράξη.

Το σύστημα LEED, που αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ από την Υπηρεσία Green Building Council, ξεκίνησε ως εθνικό πρότυπο για την ανάπτυξη βιώσιμων κτιρίων. Το δυνατό σημείο του LEED είναι ότι πρόκειται για μια ανοικτή και διαφανή διαδικασία, όπου τα τεχνικά κριτήρια που προτείνονται από τα μέλη του USGBC (U.S. Green Building Council) εκτίθενται σε δημόσια διαβούλευση για αποδοχή/έγκριση από τις σχεδόν 20.000 οργανώσεις-μέλη που αποτελούν σήμερα την USGBC.

Το LEED έχει εξελιχθεί (από την έναρξή του το 1998) να αντιπροσωπεύει με μεγαλύτερη ακρίβεια και να ενσωματώνει νέες πράσινες τεχνολογίες κτιρίου. Οι πιλοτικές εκδόσεις. Τον LEED συνέβαλαν στην πληροφόρηση της USGBC για τις απαιτήσεις για ένα κοινό σύστημα βαθμολόγησης και αυτή η γνώση ενσωματώθηκε στο NCv2.0 LEED. Το LEED NCv2.2 κυκλοφόρησε το 2005. Σήμερα χρησιμοποιείται η LEED v4, η οποία δημοσιεύτηκε το 2013 και έχει τη δυνατότητα να μελετήσει το κτίριο σε οποιοδήποτε στάδιο του κύκλου ζωής του. Η LEED v4 περιλαμβάνει σύστημα περιβαλλοντικής αξιολόγησης για κατοικίες (“Homes”), για υπάρχοντα κτίρια που χρειάζονται συντήρηση ή μικρής εμβέλειας οικοδομικές εργασίες (“Building Operation and Maintenance”), για κτίρια σε επίπεδο γειτονιάς (“Neighborhood development”), για σχεδιασμό και κατασκευή εσωτερικών χώρων (“Interior Design and Construction”), για πόλεις και κοινότητες (“Cities and Communities”) και για νεόδμητα κτίρια ή κτίρια, τα οποία υφίστανται μεγάλη έκτασης ανακαίνιση (“Building Design and Construction”) [14]. Η BD&C (“Building Design and Construction”) θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία και πιστοποιεί νέες κατασκευές, τον πυρήνα και το κέλυφος ενός κτιρίου, σχολεία, κτίρια εμπορίου, ξενοδοχεία, κέντρα πληροφοριών, αποθήκες και κέντρα υγείας (Πηγή: <https://escholarship.org/uc/item/01n0q8bx>).

Η εν λόγω σουίτα αποτελείται σήμερα από (Πηγή: <https://new.usgbc.org/leed#how-leed-works>):

- Πράσινος σχεδιασμός κτιρίων και κατασκευών.

- LEED για νέες κατασκευές και ανακαινίσεις μεγάλης κλίμακας.
- LEED για την Ανάπτυξη Core & Shell (LEED-CS).
- LEED για τα Σχολεία.
- LEED για Νέα κατασκευή κτιρίων εμπορίου.
- Πράσινος σχεδιασμός για εσωτερικό χώρο.
 - LEED για εσωτερικά εμπορικών χώρων (LEED-CI).
 - LEED για λιανικό εμπόριο.
- Εργασίες και συντήρηση πράσινων κτιρίων.
 - LEED για τα υπάρχοντα κτίρια: εργασίες και συντήρηση.
- Πράσινη Ανάπτυξη στη Γειτονιά.
 - LEED για την ανάπτυξη της γειτονιάς (LEED-ND).
- Πράσινος Σχεδιασμός και κατασκευή.
 - LEED για Σπίτια (LEED-H).

Η LEED είναι ένα εργαλείο σχεδιασμού και όχι εργαλείο μέτρησης της απόδοσης. Επίσης δεν είναι ακόμη εξαρτώμενο από το κλίμα, αν και στις νεώτερες εκδόσεις ελπίζεται να μετριαστεί μερικώς αυτή η αδυναμία. Λόγω αυτού του γεγονότος οι σχεδιαστές / κατασκευαστές ενός έργου μπορούν να επιτύχουν βαθμολόγηση υλικών ακόμη και αν αυτά δεν είναι τα καταλληλότερα για την περιοχή ή το κλίμα.

Το LEED είναι ένα εργαλείο μέτρησης για τα πράσινα κτίρια που αναπτύσσεται και συνεχώς τροποποιείται από τους εργαζόμενους στον πράσινο κατασκευαστικό κλάδο. Ωστόσο, τα πιστοποιημένα σύμφωνα με τη LEED κτίρια έχουν πιο αργή διείσδυση στις μικρές ή και μεγάλες αγορές. Επίσης, κάποια κριτική δείχνει ότι η LEED ως σύστημα διαβάθμισης δεν είναι ευαίσθητη και δεν είναι αρκετά ευέλικτη όσον αφορά τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Μια άλλη ένσταση είναι ότι το κόστος της πιστοποίησης, απαιτεί χρήματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν ένα κτίριο υπό κατασκευή ακόμα πιο βιώσιμο. Πολλοί κριτικοί έχουν αναφέρει ότι η τήρηση και τα έξοδα πιστοποίησης έχουν αυξηθεί ταχύτερα από την υποστήριξη του συστήματος από την USGBC.

Για τα υπάρχοντα κτίρια η LEED έχει αναπτύξει το LEED-EB. Πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι τα κτίρια που μπορούν να επιτύχουν βαθμονόμηση σύμφωνα με την LEED-EB. Η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να μετράται με βάση τις άμεσες και έμμεσες μειώσεις διοξειδίου του άνθρακα ή άλλες ισοδύναμες. Σε αυτές

περιλαμβάνονται οι εκπομπές που σχετίζονται με την κατανάλωση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας που παραδίδεται, επί τόπου καύση ορυκτών καυσίμων, και ανεξέλεγκτες εκπομπές ψυκτικών (Πηγή:<https://new.usgbc.org/leed/rating-systems/existing-buildings>).

Οι αποδιδόμενοι από το LEED χαρακτηρισμοί είναι «αργυρή, χρυσή ή πλατινένια (Silver, Gold και Platinum) πιστοποίηση». Η μέθοδος έχει σκοπό να παρέχει στους ιδιοκτήτες και φορείς ενός κτιρίου ένα συνοπτικό πλαίσιο για τον προσδιορισμό και την εφαρμογή πρακτικών και μετρήσιμων μεγεθών για τον σωστό οικολογικό σχεδιασμό κτιρίων, την κατασκευή τους, τις δραστηριότητες εντός αυτών και τις λύσεις συντήρησης.

Ένας από τους βασικούς στόχους της LEED, (όπως και όλων των άλλων συστημάτων για το θέμα αυτό), είναι η αναγνώριση και ενθάρρυνση των παραγόντων της οικοδομικής ανάπτυξης που υπερβαίνουν τα πρότυπα περιβαλλοντικής πρακτικής. Κατά συνέπεια, σημαντικό είναι να γνωρίζουμε ποια είναι η αρχική τιμή σε κάθε χώρα, καθώς τα πρότυπα στον τομέα του περιβάλλοντος είναι πιθανό να διαφέρουν κατά το ίδιο ποσοστό. Η υπόθεση είναι ότι η συνήθης πρακτική στις περισσότερες περιοχές της αειφορίας στην Αμερική είναι σε χαμηλότερο επίπεδο από ό, τι στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Ως εκ τούτου, ένα κτίριο LEED Platinum μπορεί να επιτύχει πιστοποίηση BREEAM απλά «ΚΑΛΗ», η σχετική δυσκολία στην επίτευξη αυτών των αξιολογήσεων μπορεί να είναι πολύ παρόμοια. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που καλύπτουν θέματα που δεν περιλαμβάνονται στο “BREEAM Offices” προς το παρόν.

Μία από τις βασικές διαφορές μεταξύ LEED και BREEAM είναι η χρήση της ανάλυσης κύκλου ζωής. Αυτήν την περίοδο η LEED χρησιμοποιεί μια προσεγγιστική λίστα ελέγχου για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των υλικών που ενσωματώνονται. Αυτό είναι μια υπερβολική απλούστευση, η οποία οδηγεί δυνητικά σε ανακρίβειες. Το USGBC αναπτύσσει επί του παρόντος μια προσέγγιση η οποία θα επιτυγχάνει την εκτίμηση των υλικών με περισσότερη ακρίβεια με τη χρήση της μεθόδου Ecopoints / Green Guide Method που αναπτύχθηκε από την BRE.

Τα πιστοποιημένα σύμφωνα με τη LEED κτίρια υποτίθεται ότι χρησιμοποιούν πιο αποτελεσματικά τους πόρους σε σύγκριση με τα συμβατικά κτίρια. Τα πιστοποιημένα σύμφωνα με τη LEED κτίρια συχνά παρέχουν υγιεινό περιβάλλον εργασίας και διαβίωσης, το οποίο συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας και βελτίωση της

υγείας των εργαζόμενων. Το USGBC έχει καταρτίσει ένα μακρύ κατάλογο των ωφελειών της εφαρμογής μιας στρατηγικής LEED, η οποία κυμαίνεται από τη βελτίωση του αέρα και της ποιότητας των υδάτων έως τη μείωση των στερεών αποβλήτων, προς όφελος των ιδιοκτητών, των ενοίκων, και της κοινωνίας στο σύνολό της.

Ο οδηγός αναφοράς για τον Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό LEED (Leadership in Energy and Environmental Design Reference Guide) αναλύει το σύστημα διαβάθμισης που βαθμολογεί κτίρια για τη συνολική περιβαλλοντική επίδοσή τους. Ο οδηγός αναφοράς διαιρείται σε περιβαλλοντικές κατηγορίες σταθμισμένης σημασίας όπως είναι (Πηγή: [https://www.usgbc.org /drupal/legacy/usgbc/docs/LEEDdocs/Projects/LEED-EB%20Pilot%20Certification%20Process.pdf](https://www.usgbc.org/drupal/legacy/usgbc/docs/LEEDdocs/Projects/LEED-EB%20Pilot%20Certification%20Process.pdf)) :

- η βιώσιμη τοποθεσία (22%),
- η ορθολογική χρήση του νερού (8%),
- η ενέργεια και η ατμόσφαιρα (27%),
- τα υλικά και τους πόρους (20%),
- η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (23%),
- και της καινοτομίας και της διαδικασίας σχεδιασμού.

Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, τις οποίες η ομάδα σχεδιασμού και της κατασκευής πρέπει να προσπαθούν να εφαρμόσουν. Υπάρχει μια βαθμονόμηση (credit) που συνδέεται με κάθε κατευθυντήρια γραμμή και όσο πιο πολύ αυτή ακολουθείται τόσο το καλύτερο επιτυγχάνει τους περιβαλλοντικούς στόχους σχεδιασμού σύμφωνα με το LEED. Η κλίμακα διαβάθμισης των 0 έως 69 βαθμών κατατάσσεται σε τέσσερα επίπεδα: πλατίνα (52 μονάδες ή περισσότερο), χρυσός (39 - 51 βαθμοί), ασήμι (33 έως 38 βαθμούς) και απλής πιστοποίησης (26 έως 32 μονάδες) - κατά φθίνουσα σειρά της περιβαλλοντικής ευαισθησίας.

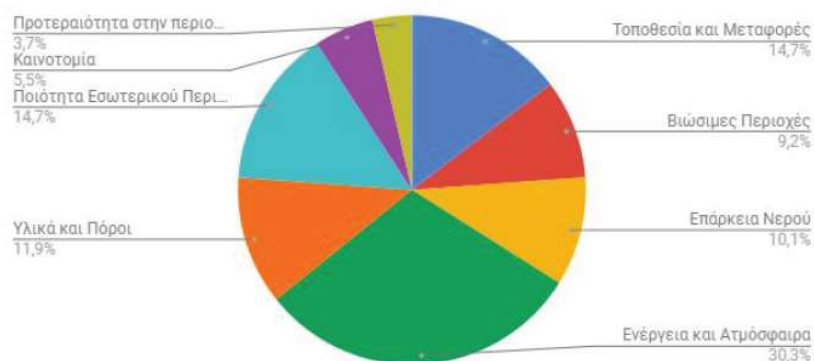
Τα μέλη του Συμβουλίου “Green Building Council”, που αντιπροσωπεύουν όλους τους τομείς της οικοδομικής βιομηχανίας ανέπτυξαν και συνεχίζουν να βελτιώνουν το LEED. Τα συστήματα διαβάθμισης ορίζουν οκτώ σημαντικούς τομείς με τα υπό-κριτήρια τους:

Περιβαλλοντικές παράμετροι που υπεισέρχονται στην μέθοδο LEED

- Τοποθεσία και διασυνδέσεις
 - Επιλογή περιοχής
 - Κοινοτικοί πόροι
 - Συμπαγής ανάπτυξη
- Αειφορικές περιοχές
 - Διαχείριση περιοχής
 - Εξωραϊσμός
 - Διαχείριση επιφανειακών υδάτων
 - Καταπολέμηση μη τοξικών παρασίτων
- Αποδοτικότητα του νερού
 - Επαναχρησιμοποίηση του ύδατος
 - Αρδευτικό σύστημα
 - Εσωτερική χρήση του νερού
- Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος
 - Εξαερισμός καυστήρα
 - Έλεγχος υγρασίας
 - Εξαερισμός εξωτερικού αέρα
 - Τοπική διάθεση καυσαερίων
 - Παροχή / διαμονή αέρα
 - Παροχή φιλτραρίσματος αέρα
 - Έλεγχος λοιμώξεων
 - Προστασία Ραδονίου
 - Προστασία από τις εκπομπές των οχημάτων
- Υλικά και Πόροι
 - Μέγεθος οικίας
 - Αποτελεσματική διαμόρφωση υλικού
 - Τοπικοί πόροι
 - Ανθεκτικότητα σχεδιασμού
 - Περιβαλλοντικά προϊόντα
 - Η διαχείριση των αποβλήτων
- Ενέργεια και Κλίμα

- Μόνωση
- Διήθηση αέρος
- Παράθυρα
- Στενότητα αγωγών
- Θέρμανση και ψύξη χώρων
- Θέρμανση νερού
- Φωτισμός
- Συσκευές
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Διαχείριση ψυκτικών ουσιών
- Εναισθητοποίηση ιδιοκτητών των κατοικιών
 - Εκπαίδευση ιδιοκτητών
- Καινοτομία και διαδικασία σχεδιασμού
 - Πρωτοποριακός σχεδιασμός.

Η έκδοση LEED v4 για νέα κτίρια τριτογενούς τομέα (BD&C) περιλαμβάνει ένα πλήθος ζητημάτων (“issues”), τα οποία οργανώνονται σε οχτώ περιβαλλοντικές κατηγορίες (“environmental sections”). Ορισμένα από τα ζητήματα καλούνται προαπαιτούμενα και πρέπει να ικανοποιούνται ώστε το έργο να αξιολογηθεί κατά LEED. Ο καθορισμός των προαπαιτούμενων που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη εξαρτάται από το σκοπό του έργου που μελετάται κάθε φορά. Στο πλαίσιο κάθε ζητήματος διατίθεται ένας αριθμός πόντων. Ο μέγιστος αριθμός πόντων που είναι διαθέσιμος σε μια περιβαλλοντική κατηγορία δείχνει τη σημασία της στην αξιολόγηση κάθε έργου και εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες και τη χρήση αυτού του έργου. Έτσι προκύπτουν έμμεσα τα σχετικά βάρη των περιβαλλοντικών κατηγοριών όπως φαίνονται στο Σχήμα 4.3 (Πηγή: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version>).



Σχήμα 4.3: Τα σχετικά βάρη των περιβαλλοντικών κατηγοριών του LEED v4 BD&C

Ακόμα, για να γίνει η αξιολόγηση ενός κτιρίου πρέπει να πληρούνται ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις, οι οποίες σχετίζονται με το είδος του κτιρίου και τη τοποθεσία του. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής (Πηγή: <https://www.usgbc.org/credits/new-construction/v4/minimum-program-requirements>):

1) Το κτίριο πρέπει να βρίσκεται σε μόνιμη τοποθεσία (για παράδειγμα τα τροχόσπιτα δεν αξιολογούνται με το LEED).

2) Τα όρια του έργου πρέπει να είναι σαφή (στα όρια του έργου που αξιολογείται με το LEED περιλαμβάνονται όλες οι γειτονικές εκτάσεις που σχετίζονται με το έργο και υποστηρίζουν τις τυπικές του λειτουργίες).

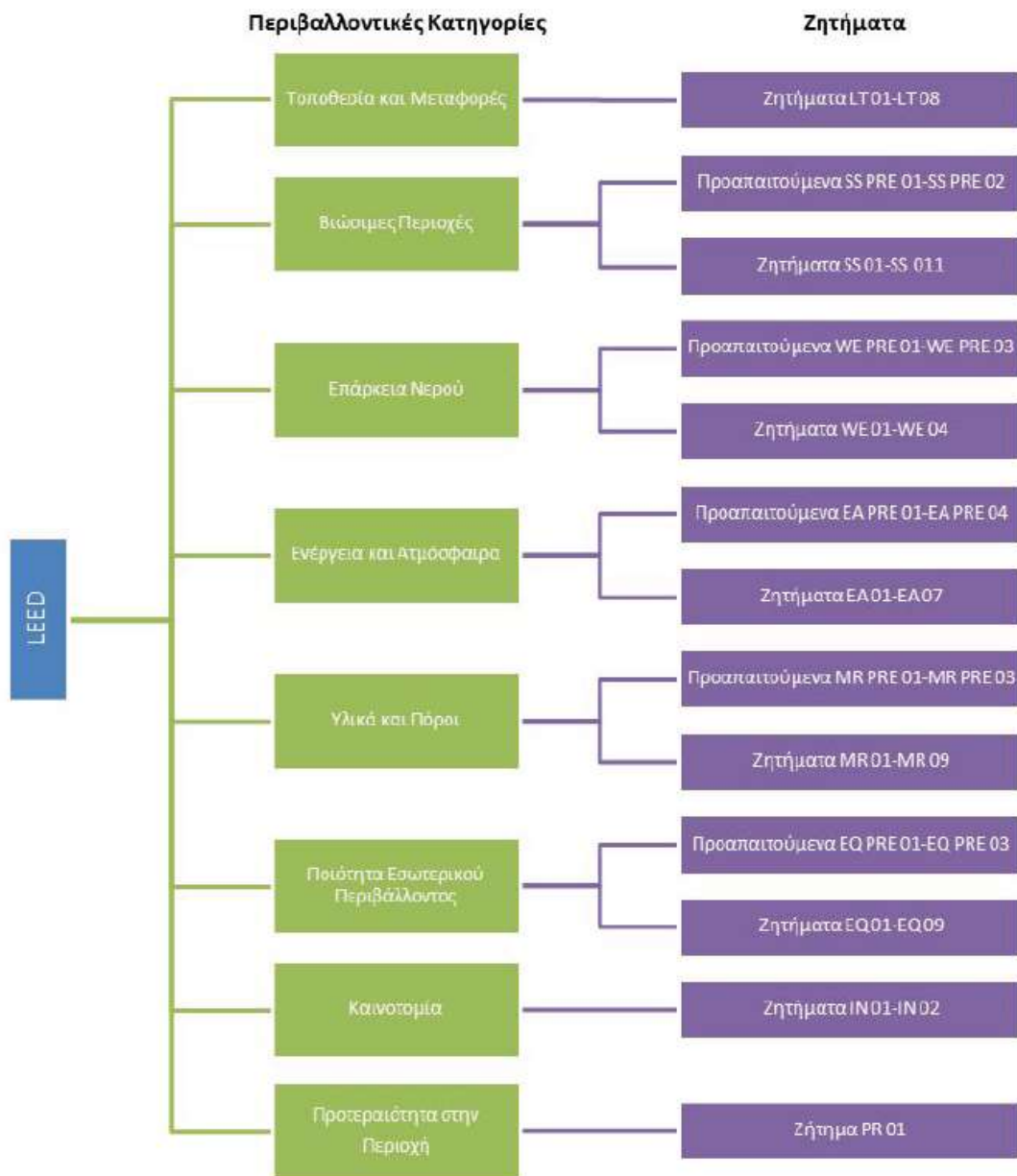
3) Το έργο πρέπει να είναι τουλάχιστον 93 τετραγωνικά μέτρα για να αξιολογηθεί. Εφόσον πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις, προκύπτει ο συνολικός βαθμός ως άθροισμα των πόντων που αποδόθηκαν στο κτίριο από την αξιολόγηση των επί μέρους ζητημάτων (Σχήμα 4.4) και βάσει αυτού το κτίριο κατατάσσεται σε μία από τις κατηγορίες κατάταξης κατά LEED (Εικόνα 4.1) (Πηγή: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version>).

Τέλος, η μέθοδος LEED παρέχει υπηρεσίες κατάρτισης και ανάπτυξης του έργου. Η διαδικασία επαλήθευσης αποτελείται από τέσσερις φάσεις, δηλαδή επιθεώρησης, δοκιμών επιδόσεων, βαθμολόγησης και πιστοποίησης. Σε όλες τις φάσεις, η συμμετοχή του παρόχου είναι υποχρεωτική.

Εξαιτίας της απλότητας του συστήματος βαθμολόγησης είναι εύκολο να υπολογιστεί ο βαθμός της αντιμετώπισης κάθε θέματος.

Συχνά, όταν ένα κτίριο μπαίνει στη διαδικασία αξιολόγησης από το LEED το κόστος του αρχικού σχεδιασμού και της κατασκευής αυξάνεται. Ένας λόγος για το υψηλότερο κόστος είναι ότι οι αρχές της βιώσιμης κατασκευής δεν μπορεί να είναι καλά κατανοητές από τους επαγγελματίες του σχεδιασμού του έργου. Ωστόσο, οι υψηλότερες αρχικές δαπάνες μπορούν πράγματι να μετριαστούν από την εξοικονόμηση πόρων που παραγοντοποιούνται με την πάροδο του χρόνου. Μελέτες έχουν δείξει ότι μια πρώτη αρχική επένδυση ύψους 2% επιπλέον θα αποφέρει πάνω από δέκα φορές την αρχική επένδυση στο σύνολο του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Επιπλέον, η USGBC έχει δηλώσει την υποστήριξη στο έργο «Αρχιτεκτονικής 2030», μια προσπάθεια που έχει θέσει ως στόχο για χρήση των μη ορυκτών καυσίμων, ή καυσίμων που δεν εκπέμπουν αέρια θερμοκηπίου μέχρι το 2030.



Σχήμα 4.4: Δομή του LEED v4



Εικόνα 4.1: Κατηγορίες κατάταξης κτιρίων κατά LEED

4.6.3. Η μέθοδος BREEAM

Η μέθοδος BREEAM είναι ένα σύστημα περιβαλλοντικής αξιολόγησης, που επικρατεί κυρίως στη Βρετανία και σε κάποιο βαθμό στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 90 από την Building Research Establishment (BRE) και θεωρείται ότι είναι το πρώτο σύστημα κατάταξης για την αξιολόγηση των κτιρίων που βασίζεται σε περιβαλλοντικά θέματα. Η μέθοδος BREEAM ξεκίνησε σταδιακά να συμπεριλαμβάνει στην αξιολόγησή της διάφορες κατηγορίες κτιρίων, όπως γραφεία, εμπορικά κτίρια, νοσοκομεία, κατοικίες, σχολεία και κτίρια υποδομών. Πριν εξετάσουμε τη μέθοδο BREEAM ας δούμε σύντομα τη συμβολή της BRE στην οικοδομική βιομηχανία. Ιδρύθηκε το 1921 για να βοηθήσει στην πρόοδο και βελτίωση του δομημένου περιβάλλοντος και για την επίτευξη του σκοπού αυτού ασχολήθηκε με τα παρακάτω (Πηγή: <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>):

- Την πιστοποίηση και τον έλεγχο του δομημένου περιβάλλοντος σχετικά με την ποιότητα του παρεχόμενου χώρου και της περιβαλλοντικής συνείδησής του, παρέχοντας ταυτόχρονα υπηρεσίες συμβούλου για τη χρήση των νέων τεχνολογιών.
- Έρευνα στις περιοχές που συνδέονται με τους κτιριακούς κανονισμούς στο Ηνωμένο Βασίλειο.
- Ζητήματα πυρασφάλειας.
- Την δομική ακεραιότητα και αλληλεπίδραση μεταξύ κτιρίου και ιδιοκτήτη.

- Την εκπαίδευση ανθρώπινου δυναμικού σε ένα ευρύ φάσμα θεμάτων συνδεδεμένων με το δομημένο περιβάλλον.

Η μέθοδος Breeam (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) θεωρείται ως η παγκοσμίως κορυφαία και πιο διαδεδομένη μέθοδος εκτίμησης περιβαλλοντικής απόδοσης για τα κτίρια, με τον μεγαλύτερο αριθμό πιστοποιημένων κτιρίων και εγγεγραμμένων αξιολογητών. Θέτει λοιπόν το πρότυπο για την καλύτερη πρακτική στον αειφόρο σχεδιασμό και έχει γίνει το de facto μέτρο που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της περιβαλλοντικής επίδοσης ενός κτιρίου.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι ένα από τα προτερήματα της μεθόδου Breeam είναι η πρακτική εφαρμογή της και από πλευράς ισχυρών τεχνικών και εμπειρικών κατασκευαστικών κανόνων αλλά και από πλευράς εμπειρογνομόνων, με συνεχή παροχή συμβουλών και πληροφοριών από τους προηγούμενους.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της μεθόδου Breeam, σε διεθνές επίπεδο αυτή τη φορά, είναι ότι μιας και είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη μέθοδος στις τοπικές συνθήκες, μπορεί να αποτελέσει μέτρο σύγκρισης μεταξύ των χωρών.

Πολύ σημαντικό στοιχείο επίσης είναι ο έλεγχός της από ένα ανεξάρτητο συμβούλιο αειφορικής ανάπτυξης, το οποίο αντιπροσωπεύει μεγάλο τμήμα των ενδιαφερομένων φορέων του κλάδου των κατασκευών.

Πρέπει τέλος να αναφέρουμε ότι αν και σήμερα υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα αξιολόγησης σε όλο τον κόσμο, με το καθένα προσαρμοσμένο στον τομέα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, τα περισσότερα από αυτά έχουν ως βάση τη μέθοδο αξιολόγησης Breeam.

Περίληπτικά αναφέρουμε παρακάτω του κύριους στόχους της μεθόδου Breeam:

- Ο μετριασμός των επιπτώσεων των κτιρίων στο περιβάλλον.
- Η ικανότητα κατηγοριοποίησης των κτιρίων σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά οφέλη.
- Η αύξηση της ζήτησης των αειφόρων κτιρίων.
- Η εξασφάλιση της βέλτιστης περιβαλλοντικής πρακτικής για την κατασκευή κτιρίων.
- Ο ορισμός κριτηρίων και προτύπων, με σκοπό την υπέρβαση εκείνων που απαιτούνται από τους κανονισμούς και την αγορά, έτσι ώστε να προσφέρουν

καινοτόμες λύσεις που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων.

- Η αύξηση της ενημέρωσης των ιδιοκτητών, σχεδιαστών και επιχειρηματιών για τα οφέλη των κτιρίων με μειωμένη επίπτωση στο περιβάλλον.
- Η δυνατότητα επίδειξης της προόδου των διάφορων οργανισμών ως προς την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων τους.

Η μεθοδολογία BREEAM υπολογίζει μια περιβαλλοντική αξιολόγηση απονέμοντας πόντους για την ικανοποίηση μιας σειράς κριτηρίων, τα οποία εφόσον τηρούνται, θα οδηγήσουν σε μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτιρίου και σε αύξηση των περιβαλλοντικών οφελών του. Κάθε ένα από τα κριτήρια ισοδυναμούν συνήθως με ένα πόντο εκτός και αν υπάρχει μεγάλη διακύμανση της απόδοσης των κτιρίων που πληρούν τις απαιτήσεις των κριτηρίων.

Για παράδειγμα, η μείωση των εκπομπών CO₂ ισοδυναμεί με 15 πόντους που χορηγούνται σε μια κλίμακα που εκτείνεται από ένα πόντο για ένα κτίριο μόλις πάνω από το ελάχιστο επίπεδο απαίτησης του οικοδομικού κανονισμού του Ηνωμένου Βασιλείου, μέχρι 15 πόντους για ένα κτίριο το οποίο έχει μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα κριτήρια αυτά διακρίνονται σε δέκα κατηγορίες σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 4.2 (Πηγή: <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/>) .

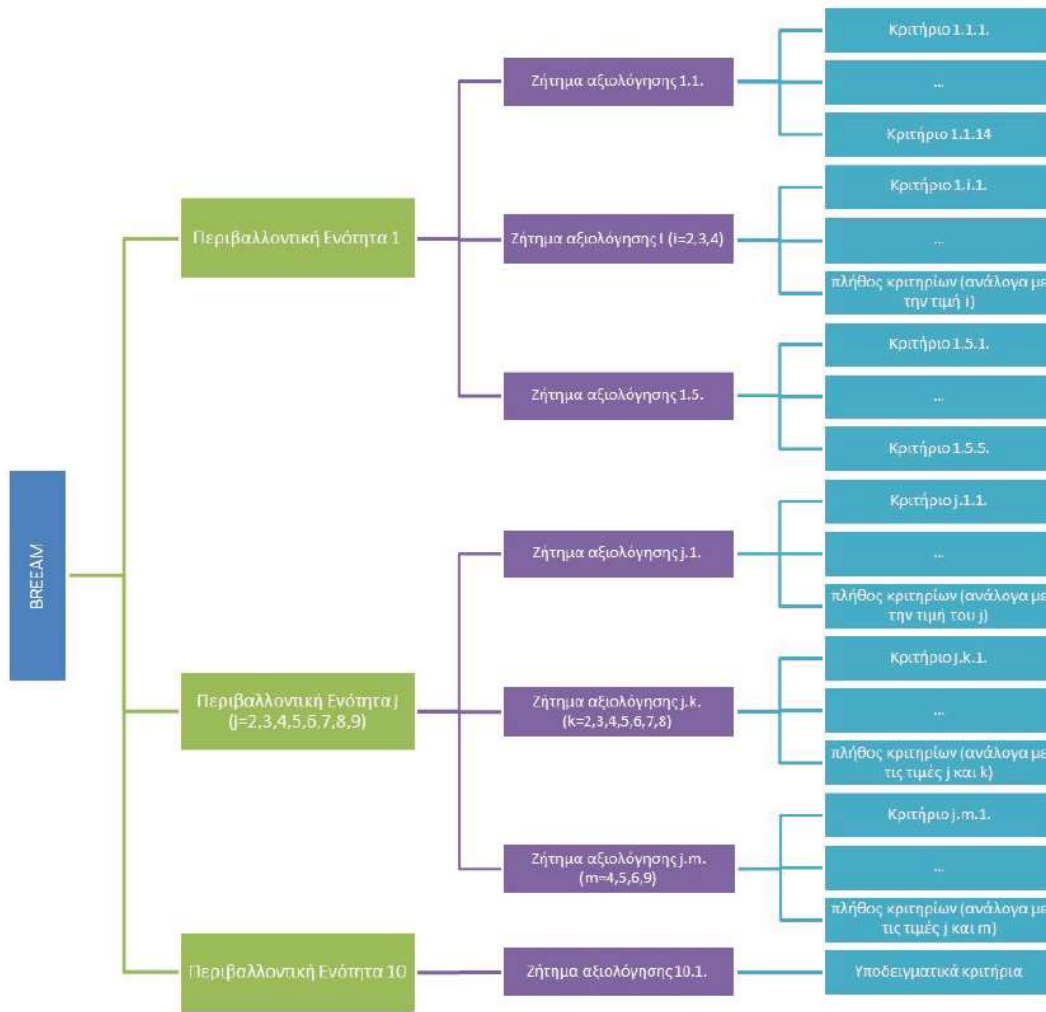
Πίνακας 4.2: Περίληψη των κατηγοριών της μεθόδου Breeam με τα κύρια ζητήματα διερεύνησής τους.

| | |
|--|--|
| <p>Διοίκηση – Διαχείριση:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Προμήθειες. • Επιρροές Εργοταξίου. • Ασφάλεια. | <p>Απόβλητα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κατασκευαστικά Απόβλητα • Ανακύκλωση Εδαφικών Υλικών (πχ. χρήση για σκυρόδεμα). • Εγκαταστάσεις Ανακύκλωσης. |
| <p>Υγεία και Ευεξία:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Φυσικός Φωτισμός. • Θερμική Άνεση Κατοίκων • Ηχομόνωση. • Εσωτερικός Αέρας και Νερό. • Φωτισμός. | <p>Ρύπανση:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κίνδυνος Πλημύρας. • Εκπομπές μονοξειδίου του Αζώτου (NOx). • Μόλυνση Νερού. • Φωτορύπανση και Ηχορύπανση. |
| <p>Ενέργεια:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εκπομπές CO₂. • Τεχνολογίες Χαμηλού ή Μηδαμινού Άνθρακα. • Καταγραφή Ενέργειας. • Αποτελεσματικά Κτιριακά Συστήματα Ενέργειας. | <p>Χρήση Γής και Οικολογίας:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Επιλογή Τοποθεσίας. • Προστασία Οικολογικών Χαρακτηριστικών. • Αύξησης Οικολογικής Αξίας. |
| <p>Μεταφορές:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σύνδεση με το Δίκτυο Δημόσιων Συγκοινωνιών. | <p>Υλικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Επίδραση του Κύκλου Ζωής των Υλικών. |

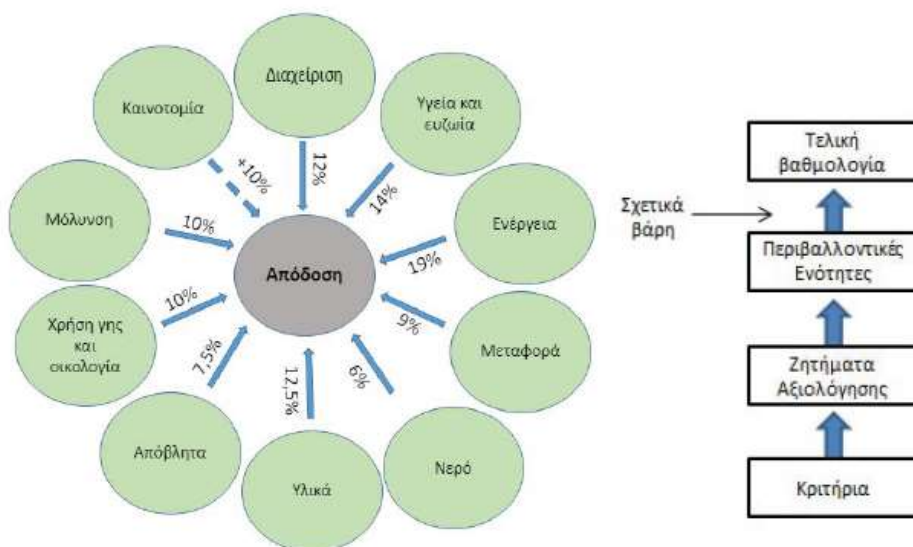
| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Εγκαταστάσεις Πεζών και Ποδηλατιστών. • Σχέδια Μετακίνησης και Πληροφορίες. | <ul style="list-style-type: none"> • Επαναχρησιμοποίηση Υλικών. • Προέλευση Υλικών. |
| <p>Νερό:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κατανάλωση Νερού. • Εύρεση Διαρροών. • Επαναχρησιμοποίηση Νερού και Ανακύκλωση. | <p>Καινοτομίες:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υποδειγματικά Επίπεδα Απόδοσης. • Χρήση των Επαγγελματικών Διαπιστεύσεων της μεθόδου Breeam. • Νέες Τεχνολογίες και Διαδικασίες Κατασκευής. |

Καθεμία από αυτές τις περιβαλλοντικές κατηγορίες σταθμίζονται ανάλογα με τη σημασία τους ως προς τους περιβαλλοντικούς στόχους που έχουν τεθεί. Διορθωτικοί συντελεστές εφαρμόζονται στη βαθμολογία κάθε κατηγορίας. Μόλις αθροίζονται όλες μαζί δίνουν την περιβαλλοντική βαθμολογία. Η δομή του εργαλείου απεικονίζεται σχηματικά στα Σχήματα 4.5 και 4.6.

Τελικά, η βαθμολογία σύμφωνα με την Breeam εξάγεται αναλόγως της τιμής που έχει επιτευχθεί. Αυτό το αποτέλεσμα, στη συνέχεια μεταφράζεται σε βαθμολογία 1-5 αστερών, με 5 αστερία να αντιστοιχούν στο υψηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικών επιδόσεων (κλίμακα: Ικανοποιητική (25%), Καλή (40%), Πολύ Καλή (55%), Πάρα Πολύ Καλή (70%) και Εξαιρετική (85%)).



Σχήμα 4.5: Δομή του BREEAM International



Σχήμα 4.6: Περιβαλλοντικές κατηγορίες και τα σχετικά τους βάρη

4.6.4. Η μέθοδος DGNB

Η μέθοδος DGNB (German Sustainability Building Council). Η κατασκευή και η αγοραπωλησία ακινήτων βρίσκονται σε φάση αλλαγής: η ενεργειακή απόδοση, η προστασία πόρων, η υγεία κατοικιών και χώρου εργασίας, η διατήρηση της αξίας και η μείωση του κινδύνου είναι τώρα στο επίκεντρο. Οι γενικές όροι και τα συμφέροντα της αγοράς μεταβάλλονται. Ως εκ τούτου, τα μελλοντικά κτίρια θα σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο (Πηγή: http://www.dgnb-system.de/en/schemes/scheme-overview/?pk_campaign=en_sysloopnewschemes).

Βιώσιμη ανάπτυξη σημαίνει να οικοδομήσουμε με έξυπνο τρόπο: Το ενδιαφέρον εστιάζεται σε μια συνολική αντίληψη για την ποιότητα που εξυπηρετεί το κτίριο, τα ακίνητα καθώς και την κοινωνία γενικότερα. Η Βιώσιμη ιδιότητα είναι επωφελής για το περιβάλλον, τη διατήρηση των πόρων, την άνεση και την υγιεινή για τους χρήστες, και ταιριάζει ιδανικά στο κοινωνικό-πολιτιστικό περιβάλλον τους. Κατά τον ίδιο τρόπο, στέκονται για την οικονομική αποδοτικότητα και τη μακροπρόθεσμη αξία διατήρησης. Οι βιώσιμες ιδιότητες είναι οικονομικά αποδοτικές λόγω του χαμηλότερου λειτουργικού κόστους συντήρησης. Ως αποτέλεσμα το πρόσθετο κόστος σχεδιασμού και κατασκευής συνήθως θα αποσβένεται σε λίγα χρόνια.

Στο πλαίσιο αυτό, το Γερμανικό Συμβούλιο για την Αειφορία των Κτιρίων (German Sustainability Building Council, DGNB) μαζί με το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Μεταφορών, Κατασκευών και Αστικής Ανάπτυξης (Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, BMVBS) ανέπτυξαν ένα εθελοντικό σύστημα πιστοποίησης για τα βιώσιμα κτίρια. Αυτό αναπτύχθηκε από ειδικούς του τομέα των κατασκευαστών και μεσιτών και δίνει ένα σαφή προσανατολισμό για το μέλλον στον οικοδομικό τομέα.

Η γερμανική πιστοποίηση για τ' αειφόρα κτίρια, ως ένα αξιοκρατικό σύστημα αξιολόγησης, καλύπτει όλα τα σχετικά θέματα της αειφόρου δόμησης. Το γερμανικό σύστημα πιστοποίησης είναι διαθέσιμο για κτίρια γραφείου και διοίκησης. Παράλληλα, ένα ευέλικτο σύστημα κατάταξης αναπτύσσεται βήμα-βήμα για άλλους τύπους κατασκευών, ενώ η πρακτική εμπειρία αποκτιέται με δοκιμές που συμμετέχουν ειδικοί για την διαδικασία ανάπτυξης. Κινητήρια δύναμη και συντονιστής στην προσπάθεια

αυτή υπήρξε ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός DGNB (Πηγή: <https://www.dgnb-system.de/en/>).

Η DGNB θεωρεί τον εαυτό της ως κεντρικό οργανωτή της ανταλλαγής γνώσεων, επαγγελματικής κατάρτισης, καθώς και της ευαισθητοποίησης του κοινού για την αειφόρο ανάπτυξη στην Γερμανία. Το επίκεντρο του DGNB είναι η ανάπτυξη του συστήματος πιστοποίησης. Η διαδικασία είναι να συλλέγει στοιχεία για την ορθή συνεκτίμηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων (π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων, τη δυνατότητα ανακύκλωσης, ποιότητα εσωτερικού αέρα και άλλα).

Το πιστοποιητικό βασίζεται στην έννοια του αναπόσπαστου σχεδιασμού που καθορίζει, σε πρώιμο στάδιο, τους στόχους της αειφόρου δόμησης. Με τον τρόπο αυτό, τα βιώσιμα κτίρια μπορούν να σχεδιαστούν με βάση την τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογίας και μπορούν να δηλώσουν την ποιότητά τους με αυτό το νέο πιστοποιητικό.

Οι στόχοι για το κτίριο και γενικότερα τον αειφόρο σχεδιασμό ακινήτων, την κατασκευή και τη λειτουργία του δομημένου περιβάλλοντος είναι (Πηγή: http://www.dgnbssystem.de/en/schemes/scheme_overview/?pk_campaign=en_syslooperwschemes):

- Εξοικονόμηση πόρων κατά την κατασκευή και τη λειτουργία
- Η εξέταση ολόκληρου του κύκλου ζωής ενός κτιρίου
- Βελτιστοποίηση της διαχείρισης του κινδύνου.

Χρησιμοποιείται ως εργαλείο για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των κτιρίων σ' αυτό με συνολική προοπτική την ποιότητα. Όπως δημιουργήθηκε είναι εύκολο να κατανοηθεί το σύστημα βαθμολόγησης της γερμανικής πιστοποίησης για τ' αειφόρο κτίριο, καλύπτει όλα τα σχετικά θέματα της αειφόρου δόμησης, και τα βραβεία που δίνονται για τα κτίρια είναι: χάλκινο, ασημένιο και χρυσό.

Η μέθοδος απευθύνεται σε νέες κατασκευές όπως (Πηγή: <https://www.dgnb.de/en/>):

- Γραφεία και διοικητικά κτίρια νέα και προϋπάρχοντα
- Εμπορικά κέντρα
- Οικιστικά συγκροτήματα (από δέκα διαμερίσματα και πάνω)
- Βιομηχανικά κτίρια
- Ινστιτούτα
- Υπάρχοντα κτίρια.

Η στάθμιση μεμονωμένων κριτηρίων για κάθε προφίλ περιλαμβάνει ξεχωριστά τη βαθμονόμηση του ορίου αναφοράς και των τιμών / στόχων. Σε εκπαιδευτικά κτίρια, για παράδειγμα, η ακουστική άνεση παίζει πιο σημαντικό ρόλο από ό, τι σε βιομηχανικά κτίρια. Επίσης, σε κτίρια γραφείων, οι απαιτήσεις για την ποιότητα εσωτερικού αέρα είναι υψηλότερες από ό, τι σε εμπορικά κτίρια. Οι πολλαπλοί έλεγχοι ποιότητας και μια συνολική πρακτική εξέταση καταλήγουν σε ένα νέο προφίλ, ακριβώς προσαρμοσμένο στις ανάγκες της συγκεκριμένης αγοράς.

Περεταίρω το πιστοποιητικό είναι εφικτό εάν πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Ολοκληρωμένος σχεδιασμός
- State – of – the - art τεχνολογία
- Ευφυείς εφαρμογές.

Η Προ-πιστοποίηση προωθεί τη βελτίωση του κτιρίου και προσφέρει τα πλεονεκτήματα της εμπορίας. Το κίνητρο για την δημιουργία αειφορικών κατασκευών συνίσταται στη μείωση την κατανάλωσης νερού, ξύλου, εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, της χρήσης ενέργειας και των υλικών πόρων.

Ενώ τα πλεονεκτήματα του ολοκληρωμένου σχεδιασμού:

- Βελτίωση της διαχείρισης κινδύνου
- Μεγαλύτερη διαφάνεια και σαφήνεια σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή
- Υψηλότερη ασφάλεια στην επίτευξη των στόχων απόδοσης κτιρίου μετά την ολοκλήρωση της
- Υψηλότερη ποιότητα κατασκευής.

Όσον αφορά την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, η εσωτερική μέτρηση της ποιότητας του αέρα πρέπει να διενεργείται το πολύ 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του κτιρίου. Στη συνέχεια, μια σειρά οριακών τιμών για προσμείξεις ιχνοστοιχείων αέρα πρέπει να είναι σεβαστές. Η χρήση προϊόντων χαμηλής εκπομπής στο εσωτερικό του κτιρίου είναι χρήσιμη για την επίτευξη αυτού του στόχου, αλλά σε αντίθεση με άλλα συστήματα πιστοποίησης, η επιλογή των προϊόντων χαμηλής εκπομπής δεν είναι άμεσα συνδεδεμένη με το κέρδος πόντων για την πιστοποίηση DGNB.

Η βάση της DGNB αποτελείται από ένα άριστα δομημένο κεντρικό σύστημα που περιλαμβάνει τα βασικά κριτήρια της αειφόρου δόμησης. Το σύστημα του DGNB βαθμολογεί

6 βασικούς τομείς και περίπου δέκα υπό-κριτήρια του κάθε τομέα (Πηγή: <https://www.dgnb-system.de/en/>).

1. οικονομική ποιότητα,
2. οικολογική ποιότητα,
3. κοινωνική ποιότητα,
4. ποιότητα τοποθεσίας,
5. τεχνική ποιότητα,
6. ποιότητα διαδικασίας.

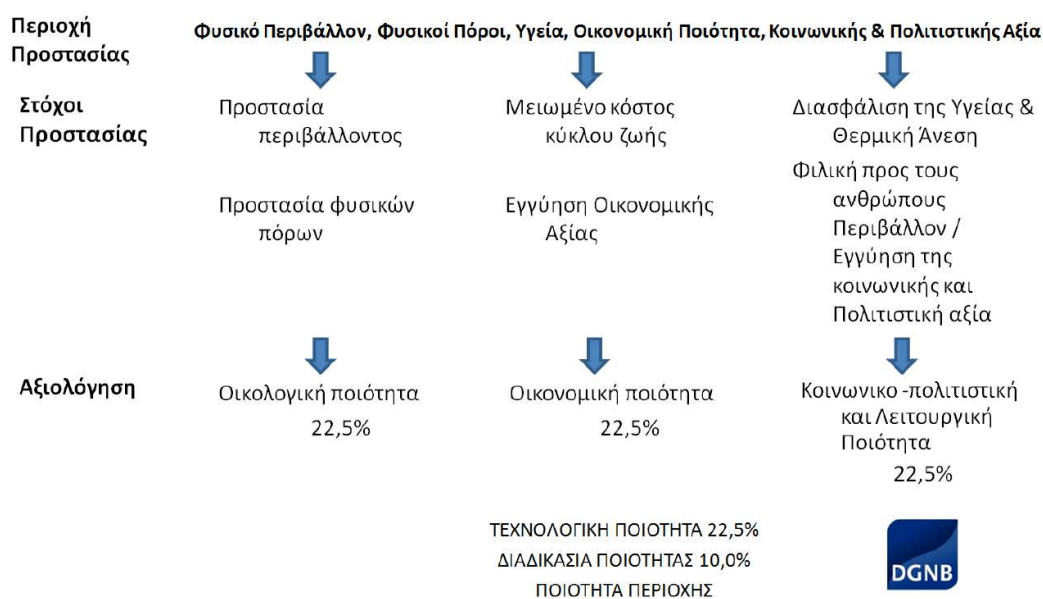
Αναλυτικότερα τα έξι κριτήρια με τα αντίστοιχα υπό-κριτήρια τους (Πηγή: <https://www.dgnb-system.de/en/>):

- Το πρώτο κριτήριο από τα έξι είναι η οικονομική ποιότητα που περιλαμβάνει 2 μόνο υπό-κριτήρια. Αυτά είναι:
 1. Κόστος κύκλου ζωής (Life Cycle Costs: LCC) κτιρίου
 2. Σταθερότητα τιμής.
- Το δεύτερο κριτήριο είναι η Οικολογική Ποιότητα που περιέχει 12 υπό-κριτήρια. Αυτά είναι:
 1. Πιθανότητα θέρμανσης του πλανήτη (Global Warming Potential, GWP)
 2. Πιθανότητα καταστροφής όζοντος (Ozone Depletion Potential, ODP)
 3. Πιθανότητα φωτοχημικής δημιουργίας όζοντος, (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP)
 4. Πιθανότητα Οξύτητας
 5. Πιθανότητα ευτροφισμού (Eutrophication Potential (EP))
 6. Κίνδυνοι για το τοπικό περιβάλλον
 7. Άλλες επιπτώσεις στο παγκόσμιο περιβάλλον
 8. Μικροκλίμα
 9. Απαιτήσεις μη-ανανεώσιμης πρωτογενούς ενέργειας (PEne)
 10. Συνολικές πρωτογενείς ενεργειακές απαιτήσεις και το ποσοστό των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
 11. Κατανάλωση πόσιμου νερού και δημιουργία λυμάτων
 12. Χρήσεις περιοχής.
- Το 3ο κριτήριο είναι η κοινωνική - πολιτιστική και λειτουργική ποιότητα που περιέχει 15 υπό-κριτήρια. Τα οποία είναι:

1. Θερμική άνεση το χειμώνα
 2. Θερμική άνεση το καλοκαίρι
 3. Εσωτερική Υγιεινή
 4. Ακουστική Άνεση
 5. Οπτική Άνεση
 6. Επιρροές χρήστη
 7. Σχεδιασμός Οροφής
 8. Ασφάλεια και κίνδυνος αποτυχίας
 9. Προσβασιμότητα χωρίς εμπόδια
 10. Απόδοση Επιφανειών
 11. Σκοπιμότητα μετατροπής
 12. Προσβασιμότητα
 13. Άνεση ποδηλάτων
 14. Διασφάλιση της Ποιότητας του Σχεδιασμού και Αστικής Ανάπτυξης στον διαγωνισμό
 15. Τέχνη στην αρχιτεκτονική.
- Το 4ο κριτήριο είναι η ποιότητα της τοποθεσίας με τα παρακάτω 6 υπό-κριτήρια:
1. Κίνδυνοι περιοχής
 2. Περιστάσεις κατά – εναντίον της περιοχής
 3. Εικόνα και προϋπόθεση για τη θέση και γειτονιά
 4. Σύνδεση με Δίκτυα Μεταφορών
 5. Εγγύτητα σε εγκαταστάσεις σχετικές με τη χρήση
 6. Ανάπτυξη Υποδομών.
- Η τεχνική ποιότητα είναι το 5ο κριτήριο και αυτή περιλαμβάνει 5 υπό-κριτήρια:
1. Πυροπροστασία
 2. Προστασία από το θόρυβο
 3. Ποιότητα του κελύφους του κτιρίου
 4. Ευκολία καθαρισμού και συντήρησης της κατασκευής
 5. Ευκολία αποδόμησης, ανακύκλωσης και διάλυσης.
- Η ποιότητα διαδικασίας είναι το 6ο και τελευταίο κριτήριο της DGNB μεθόδου με τα παρακάτω 8 υπό-κριτήρια:

1. Ποιότητα της Προετοιμασίας του Έργου
2. Ολοκληρωμένος σχεδιασμός
3. Βελτιστοποίηση και πολυπλοκότητα της προσέγγισης σχεδιασμού
4. Αποδεικτικά στοιχεία της αειφορίας κατά τη διάρκεια της πρόσκλησης προσφοράς και της ανάθεσης
5. Καθιέρωση προϋποθέσεων για μια βελτιωμένη χρήση και λειτουργίας
6. Χώρος / διαδικασία κατασκευής
7. Ποιότητα εργολάβων / προεπιλογής
8. Συστηματική ανάθεση.

Πέραν αυτών δίνεται κάποια βαρύτητα σε κάθε κριτήριο και υπό-κριτήριο. Ένα γενικό διάγραμμα βαρύτητας δίνεται με το παρακάτω Σχήμα 4.7, που αναλύει τις 6 βασικές κατηγορίες (Πηγή: <https://www.dgnb-navigator.de/?language=en>).



Σχήμα 4.7: Στάθμιση - Βάρος των Περιοχών Αξιολόγησης

Συμπαραστατικά, αυτή η μέθοδος βλέπει ότι υπάρχει ένα παγκόσμιο πρόβλημα που απαιτεί λύση σε παγκόσμιο επίπεδο. Προσπαθεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς για ένα σύστημα που όμως θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιείται από όλους οπότε θα πρέπει να περιέχει περισσότερες πληροφορίες και περισσότερες λύσεις που όμως να είναι συγκρίσιμες και ισότιμες. Αυτό όμως απαιτεί πολλά στοιχεία και πολλές δοκιμές μέχρι τα αποτελέσματα να είναι τα επιθυμητά. Ο λόγος αυτής της δυσκολίας

είναι ότι οι διάφορες περιοχές απαιτούν διαφορετικές λύσεις, μιας που κάθε περιοχή έχει διαφορετικά: κλιματολογικά, κοινωνικά, πολιτιστικά, τεχνικά, νομικά, πολιτικά και οικονομικά προβλήματα.

4.6.5. Η μέθοδος CASBEE

Οι Ιάπωνες έχουν παράδοση στενών σχέσεων μεταξύ της κυβέρνησης και της βιομηχανίας. Η Japan SBC διοργανώθηκε για να ηγηθεί μιας συνεργασίας ακαδημαϊκών, βιομηχανικών και κυβερνητικών προσπαθειών για τη δημιουργία ενός εγκεκριμένου πράσινου συστήματος εκτίμησης οικοδόμησης. Το αποτέλεσμα ονομάζεται η "Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency: Συνολικό Σύστημα Αξιολόγησης για την περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων», πιο γνωστό ως CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment), και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός έργου. Σύμφωνα με τον καθηγητή Shuzo Murakami, Πρόεδρο της Japan SBC, το "CASBEE δημιουργεί κίνητρα στους ιδιοκτήτες των κτιρίων, τους σχεδιαστές και τους χρήστες για την ανάπτυξη υψηλής ποιότητας αειφόρων κτιρίων. Το σύστημα πληρεί τόσο τις πολιτικές απαιτήσεις όσο και τις ανάγκες της αγοράς για την επίτευξη μιας βιώσιμης κοινωνίας. Σύμφωνα με το CASBEE, όλοι όσοι επιθυμούν την έκδοση οικοδομικής αδείας πρέπει να υποβάλουν τα απαιτούμενα στοιχεία, μέρος των οποίων εμφανίζεται σε δημόσιο ιστότοπο. Κατά το τέλος του 2005, αρκετές μεγάλες τοπικές κυβερνήσεις, συμπεριλαμβανομένων των Nagoya, Osaka και Yokohama έχουν εισαγάγει το CASBEE για τις δικές τους τοπικές ρυθμιστικές οδηγίες, και υπάρχουν περισσότερα από 80 έργα που εκτελούνται σύμφωνα με την CASBEE μόνο στην Nagoya. Το πρώτο εργαλείο αξιολόγησης εκδόθηκε το 2002 και αναφερόταν σε κτίρια γραφείων. Στην συνέχεια, ακολούθησε η έκδοση για νέες κατασκευές το 2003, η έκδοση για τα υπάρχοντα κτίρια το 2004 και η έκδοση για ανακαινίσεις το 2005. Την έκδοση του πρώτου εργαλείου ακολούθησαν μεταγενέστερες εκδοχές της μεθόδου. Το 2008, με σκοπό να προωθηθούν προσπάθειες για τη μείωση του CO₂, το οποίο είναι η πρωταρχική αιτία για την υπερθέρμανση του πλανήτη, δημοσιεύτηκε το CASBEE for New Construction (έκδοση του 2008). Στο CASBEE for New Construction ενσωματώθηκαν διάφορα μέτρα σχετικά με τη μείωση της ενέργειας λειτουργίας των κτιρίων και των εκπομπών CO₂ στα μέτρα παρεμπόδισης

της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Το 2010 δημοσιεύτηκε το CASBEE for New Building (έκδοση του 2010), στο οποίο δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση σε προσπάθειες για την εξοικονόμηση ενέργειας, για τη χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και για κτίρια με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Επιπλέον, το CASBEE περιλαμβάνει εργαλεία αξιολόγησης που του επιτρέπουν να πιστοποιήσει μια κατοικία, ένα σύνολο κτιρίων, μια αστική περιοχή ή και μια ολόκληρη πόλη. Επιπροσθέτως, υπάρχουν εκδόσεις που εξυπηρετούν ειδικές περιπτώσεις και σε αυτές ανήκουν η έκδοση για τη προώθηση στην αγορά και αυτή για την αξιολόγηση του φαινομένου αστικής νησίδας (Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132301000348>, CASBEE for Building (New Construction) , IBEC, Japan, 2014).

Η CASBEE ξεκίνησε για πρώτη φορά το 2004 από την Japan Sustainable Building. Είναι μια ιαπωνική περιβαλλοντική μέθοδος αξιολόγησης κτιρίων, που βασίζεται στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδόσεών τους. Η CASBEE αναπτύχθηκε στηριζόμενη σε τρεις κύριες έννοιες (Πηγή: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_housing.htm) :

- Πρώτον, είναι σχεδιασμένη για την αξιολόγηση των κτιρίων με βάση την διάρκεια του κύκλου ζωής τους.
- Δεύτερον, λαμβάνει το περιβαλλοντικό φορτίο (L) και την ποιότητα της απόδοσης κτιρίου (Q) ως τους βασικούς σκοπούς αξιολόγησης.
- Τρίτον, εισάγει ένα νέο δείκτη, ονομαζόμενο BEE (building environmental efficiency) που σχετίζεται με την οικολογική αποτελεσματικότητα. Το BEE ορίζεται ως Q / L και δείχνει το συνολικό αποτέλεσμα της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτηρίων.

Το Q διαιρείται περαιτέρω σε τρία στοιχεία για την αξιολόγηση(Πηγή: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_housing.htm) :

- Q1, εσωτερικό περιβάλλον
- Q2, ποιότητα των υπηρεσιών
- Q3, υπαίθριο περιβάλλον στο χώρο του κτιρίου.

Ομοίως το L χωρίζεται σε:

- L1, ενέργεια
- L2, πόροι και τα υλικά
- L3, εκτός του περιβάλλοντος χώρου.

Το CASBEE μπορεί να εφαρμοστεί σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, τα οποία σε γενικές γραμμές χωρίζονται σε κατοικίες ή όχι. Η μέθοδος αποτελείται από ένα σύνολο τεσσάρων βασικών εργαλείων για την αξιολόγηση, δηλαδή(Πηγή: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_city.htm):

- CASBEE για προ-σχεδιασμό (CASBEE-PD),
- CASBEE για την κατασκευή νέων κτιρίων (2004) (CASBEE-NC),
- CASBEE για τα υφιστάμενα κτίρια (CASBEE-EB) και
- CASBEE για την ανακαίνιση κτιρίων (CASBEE-RN),

τα οποία αντιστοιχούν στα επιμέρους στάδια του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Αναλυτικότερα (Πηγή:<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>):

- Η CASBEE για προ-σχεδιασμό (CASBEE-PD) είναι ένα εργαλείο που στοχεύει στο να βοηθήσει τους ιδιοκτήτες, τους αρχιτέκτονες και πολεοδόμους κατά την φάση του προ-σχεδιασμού του έργου και εξυπηρετεί δύο βασικούς ρόλους:
 - να βοηθήσει στην κατανόηση θεμάτων που αφορούν τις βασικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου και την επιλογή ενός κατάλληλου χώρου, και
 - για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του έργου κατά το στάδιο προ-σχεδιασμού.
- Η CASBEE για την κατασκευή νέων κτιρίων (CASBEE-NC), είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιεί ως σύστημα ελέγχου την αυτο-αξιολόγηση που επιτρέπει στους αρχιτέκτονες και τους μηχανικούς να αυξήσουν την BEE τιμή του κτιρίου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού του. Κάνει εκτιμήσεις με βάση τις προδιαγραφές σχεδιασμού και την αναμενόμενη απόδοση. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο σήμανσης. Με αυτό το εργαλείο μέρη που εμπλέκονται στη διαδικασία σχεδιασμού είναι σε θέση να εφαρμόσουν τις στρατηγικές διόρθωσης προς μια υψηλότερη τιμή BEE, ως εκ τούτου μια πιο αποτελεσματική απόδοση για το κτίριο.
- Η CASBEE για υφιστάμενα κτίρια (CASBEE-EB) είναι εργαλείο αξιολόγησης υπάρχοντος κτιρίου, με βάση τα αρχεία της διαχείρισης του περιβάλλοντος για τουλάχιστον ένα έτος μετά την ολοκλήρωσή του.
- Τέλος, η CASBEE για ανακαίνιση κτιρίων (CASBEE-RN) είναι εργαλείο, το οποίο αφορά επίσης τα υπάρχοντα κτίρια για τα οποία όμως μπορούν όμως με

βάση αυτό να γίνουν προτάσεις για αναβαθμισμένο και περιβαλλοντικά αποδοτικότερο κτίριο η κτιρίων.

Το εργαλείο CASBEE δεν λαμβάνει υπόψη τις αισθητικές παραμέτρους σχεδιασμού ή τις οικονομικές παραμέτρους, δηλαδή την εκτίμηση του κόστους και της κερδοφορίας, ή οποιεσδήποτε άλλες κοινωνικές παραμέτρους.

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται παραπάνω βαθμολογούνται σύμφωνα με τα κριτήρια βαθμολόγησης που καθορίζονται σε ένα έντυπο, σε κλίμακα 1 έως 5. Προκειμένου να παραχθεί το αποτέλεσμα της αξιολόγησης για το κτίριο ως σύνολο, παρουσιάζεται μια συγκεντρωτική βαθμολογία, με το μέσο όρο των βαθμολογιών για κάθε είδος, σύμφωνα με την αναλογία των εμβαδών των χώρων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε δύο μορφές,

Το πρώτο φύλλο παρουσιάζει την βαθμολογία της καθεμιάς από τις Q και L υποκατηγορίες και το δεύτερο φύλλο παρουσιάζει τα αποτελέσματα για κάθε τομέα, όπως χάρτες ραντάρ, ιστογράμματα και αριθμητικά στοιχεία για το Q (περιβαλλοντική ποιότητα και την απόδοση του κτιρίου) και η LR (μείωση του φορτίου του κτιρίου). Η BEE, που υπολογίζεται επίσης σε αυτό το στάδιο, παρουσιάζει μια συνολική αξιολόγηση της περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας του κτιρίου.

Ειδικότερα για την 2η κατηγορία - CASBEE για Νέες Κατασκευές (NC): Η CASBEE για Νέες Κατασκευές (NC) είναι μια σύνθετη μέθοδος υπολογισμού. Όπως και η BREEAM, η CASBEE χρησιμοποιεί συντελεστές για την εξισορρόπηση της αξίας αντιμετώπισης ζητημάτων με τον αριθμό των διαθέσιμων μέτρων (όσο περισσότερα μέτρα διατίθενται για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης τόσο περισσότερο οι πιστώσεις μπορούν να αναπτυχθούν, αλλά αυτό δεν αντικατοπτρίζει απαραίτητα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αντιμετώπισης των θεμάτων. Ωστόσο, οι διορθωτικοί συντελεστές που εφαρμόζονται στην CASBEE είναι πολύ πιο πολύπλοκες από ότι στις BREEAM, LEED ή Green Star. Διορθωτικοί συντελεστές εφαρμόζονται σε κάθε κατηγορία. Οι κατηγορίες περιλαμβάνουν «εσωτερικό περιβάλλον», «υπαίθριο περιβάλλον έργου», «Ενέργεια» και «Πόρους & Υλικά». Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν θέματα-τίτλοι, όπως «Ικανότητα Υπηρεσιών», «φυσικός και τεχνητός Φωτισμός» και «θερμικό φορτίο κτιρίου» με το οποίο ένα άλλο στρώμα διορθωτικών συντελεστών εφαρμόζονται. Σύμφωνα με αυτά τα θέματα-τίτλους υπάρχουν επιμέρους θέματα, συμπεριλαμβανομένων των «θόρυβος», «αερισμός» και

«χρήση ανακυκλωμένων υλικών" στο οποίο εφαρμόζεται ένα άλλο στρώμα διορθωτικών συντελεστών.

Η τελική στρώση των διορθωτικών συντελεστών εφαρμόζεται στα επιμέρους ζητήματα που συγκεντρώνονται υπό καθένα από τα επιμέρους ζητήματα. Τα θέματα αυτά περιλαμβάνουν "ρυθμός ανανέωσης του αέρα», «παρακολούθηση του CO₂», «Adaptability of Floor Plate: Προσαρμοστικότητα των Ορόφων", κλπ. Όλα τα ζητήματα χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους όπως φαίνονται στα Σχήματα 4.8 και 4.9 (Πηγή:<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>):

- Μετρήσεις Ποιότητας Q και
- Μέτρα μείωσης φορτίου LR.

Μόλις η αξιολόγηση έχει ολοκληρωθεί υπολογίζεται το αποτέλεσμα. Για τα περισσότερα από αυτά τα υποθέματα είναι δυνατόν να επιτευχθεί βαθμολογία από 1 έως 5 βαθμούς, το μηδέν δεν είναι διαθέσιμο αν και σε ένα μικρό αριθμό περιπτώσεων, ένας βαθμός μπορεί να αφαιρεθεί από την αξιολόγηση. Αυτό αποτρέπει μια αρνητική βαθμολογία για το Q ή το LR. Μετά την αξιολόγηση το τελικό σκορ παρουσιάζεται ως BEE (Building Environmental Efficiency). Υπάρχουν πέντε διαφορετικές ειδικότητες στις οποίες διατίθεται:

- Γ: BEE από μηδέν έως 0,4
- B-: BEE των 0,5 - 0,99
- B: BEE από 1 έως 1,49
- A: BEE των 1,5 - 2,99
- S: BEE του 3,0 –

Η βαθμολογία και η κατάταξη εμφανίζονται με διαφορετικούς τρόπους στο λογιστικό φύλλο που δίνει μεγαλύτερη ευελιξία στον τρόπο που οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, οδηγεί επίσης σε μια μεγαλύτερη δυνατότητα για σύγκυση και έλλειψη σαφήνειας.

Υπάρχει ένας αριθμός πιστωτικών μονάδων που φαίνονται να χορηγούνται για τη συμμόρφωση με τους Ιαπωνικούς Κανονισμούς Κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των (Πηγή:<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>):

- Q1.4.2.1 «Βαθμός Εξαερισμού» - 3 από 5 βαθμούς, όπου ο ρυθμός παροχής φρέσκου αέρα είναι ο ελάχιστος για την ικανοποίηση των Προτύπων.

- Q2.1.1.3 «χωρίς φραγμούς φύτευση: Barrier free planting» - 3 από 5 βαθμούς, εφόσον ο σχεδιασμός πληροί το ελάχιστο επίπεδο που απαιτείται βάσει του νόμου
- Q2 2.1.1 «αντισεισμική ικανότητα» - 3 από 5 για τη συμμόρφωση με τον οικοδομικό κανονισμό
- LR2 1.2.1 3 από 5 βαθμούς όπου δεν υπάρχουν «συστήματα για τη χρήση του βρόχινου νερού».

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι βαθμοί χορηγούνται ακόμη και αν το κτίριο δεν περιλαμβάνει κανένα σχετικό σύστημα ή χαρακτηριστικό συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω (Πηγή:<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>):

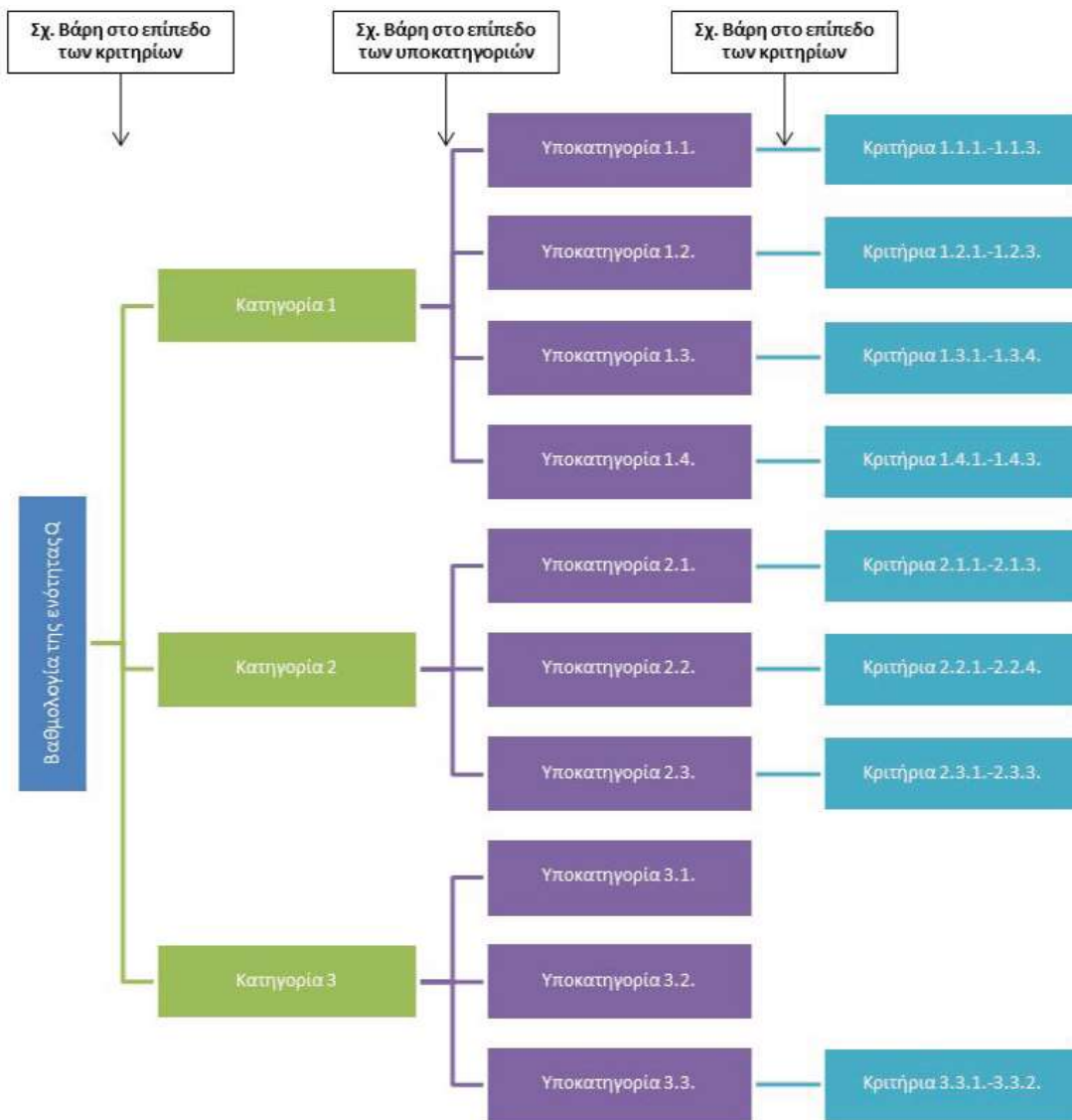
- Q1 4.2.2 « απόδοση φυσικού αερισμού» - Σημεία μπορούν ακόμα να χορηγούνται σε περίπτωση που δεν υπάρχουν αποτελεσματικά ανοίγματα για φυσικό αερισμό στους χώρους όπου τα παράθυρα δεν μπορούν να ανοίξουν.
- Q2 3.3.6 «Παροχή εφεδρικού χώρου ασφαλείας» - 3 από 5 βαθμοί χορηγούνται σε περίπτωση που δεν υπάρχει προγραμματισμένος χώρος για εφεδρικό εξοπλισμό.
- Q2 2.1.2 « χρησιμοποιούνται συστήματα σεισμικής μόνωσης και απόσβεσης κραδασμών» - 3 από 5 βαθμοί χορηγούνται σε περίπτωση που δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα ή δεν έχει καθοριστεί.

Υπάρχει ένας αριθμός πιστωτικών μονάδων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε ακραίες περιπτώσεις ή περιπτώσεις, όπως η "ευκολία των πιστώσεων ανανέωσης» και «πιστώσεις αξιοπιστίας". Αυτά έχουν σχέση κυρίως με την Ιαπωνία, δεδομένου ότι βρίσκεται σε σειсмоγενή περιοχή και έχει τυφώνες, αλλά δεν θα ήταν χρήσιμα σε άλλες κλιματικές ζώνες. Εάν το κτίριο δεν είναι σε σεισμική περιοχή αυτές οι πιστώσεις μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε εφαρμογές υψηλής ασφάλειας, όπως τα κέντρα δεδομένων, ή για τις βασικές υπηρεσίες όπως τα νοσοκομεία. Υπάρχουν επίσης (στο CASBEE) πολλές πιστώσεις που καλύπτουν θέματα που δεν περιλαμβάνονται στο BREEAM προς το παρόν. Οι πιο σχετικές σε σχέση με το πλαίσιο του Ηνωμένου Βασιλείου είναι οι εξής (Πηγή:<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>):

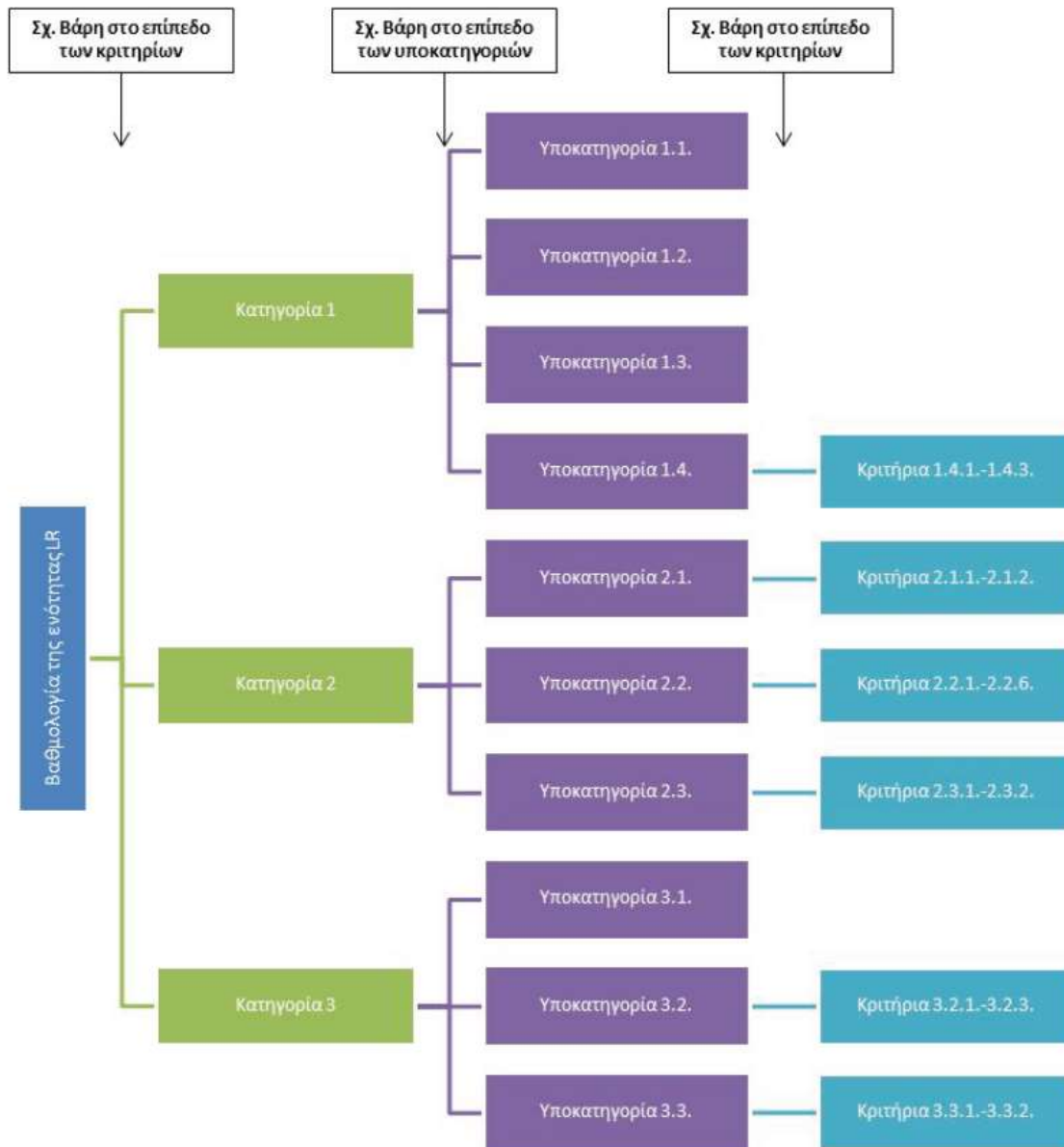
- Q1 2,2 Υγρασία Ελέγχου – η μεγαλύτερη βαθμολογία δίνεται όταν τα επίπεδα υγρασίας μπορούν να κρατηθούν στο 50% όλη τη διάρκεια του έτους.

- Q2 3.1.1 Ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε σχέση με το ύψος ορόφων – μέγιστη βαθμολογία για 3,9m ύψος ορόφων.
- Q2 3.1.2 Ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε σχέση με τη διάταξη του δαπέδου – μέγιστη βαθμολόγηση όπου ο λόγος μήκος τοίχου είναι μικρότερος από 0,1. (λόγος αναλογίας μήκους = (Μήκος περιμετρικών τοίχων (μ) + διάρκεια της φόρτωσης στη φέρουσα τοιχοποιία (m)) / καθαρό εμβαδόν (m²).
- Q2 3.2 Ευελιξία και προσαρμοστικότητα για όρια φόρτισης δαπέδου – μέγιστη βαθμολογία για την περίπτωση όπου υπήρχε επιτρεπόμενο φορτίο δαπέδου και είναι μεγαλύτερο από 4500N/m².

Συνολικά υπάρχουν 44 μονάδες στο CASBEE που δεν έχουν ισοδύναμη βαθμολογία με το BREEAM.



Σχήμα 4.8: Διάρθρωση του CASBEE for Building (New construction) για την αξιολόγηση της απόδοσης της ενότητας Q



Σχήμα 4.9: Διάρθρωση του CASBEE for Building (New construction) για την αξιολόγηση της απόδοσης της ενότητας LR

4.6.6. Η μέθοδος GREEN STAR

Η πρώτη έκδοση του Green Star αναπτύχθηκε το 2003 σε μια εταιρική σχέση μεταξύ Sinclair Knight Merz και του BRE. Μιας και το BREEAM χρησιμοποιήθηκε ως βάση του Green Star, τα δύο συστήματα είναι πολύ παρόμοια. Ωστόσο, προσαρμογές έχουν γίνει προκειμένου να αντικατοπτρίζονται οι διαφορές μεταξύ Αυστραλίας και Ηνωμένου Βασιλείου, όπως διαφορές μεταξύ κλίματος, τοπικού περιβάλλοντος και του

τρόπου κατασκευής. Από το ξεκίνημα του Green Star, η GBCA (Green Building Council Australia) έχει προσαρμόσει τη μεθοδολογία αξιολόγησης έτσι ώστε να έρθει πιο κοντά στη προσέγγιση LEED. Σήμερα υπάρχουν 5 διαφορετικές εκδόσεις της μεθοδολογίας για την αξιολόγηση σε διάφορα στάδια της μελέτης και κατασκευής, από το σχεδιασμό μέχρι το πέρας του έργου. Η μέθοδος αυτή αναλύει κτίρια Εκπαίδευσης, Υγειονομικής περίθαλψης, Βιομηχανικά, Μονάδες Κατοικιών, Γραφεία, Εσωτερικούς χώρους, Δημόσια Κτίρια και εμπορικά κέντρα (Πηγή:<https://www.abcb.gov.au/Resources/All-Resources>).

Το σύστημα Green Star εφαρμόζεται σε μεγάλο εύρος περιοχών και διαφορετικών κλιματικών ζωνών. Αυτό καθιστά το έργο του καθορισμού των κριτηρίων που ισχύουν σε όλα τα κλίματα, μεγαλύτερη πρόκληση. Το Green Star καλύπτει ορισμένες κατηγορίες που αξιολογούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αποτελούν άμεση συνέπεια των σχεδίων επιλογής τοποθεσίας, τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση. Οι εννέα κατηγορίες που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο όλων των πράσινων μέτρων διαβάθμισης Green Star είναι (Πηγή: <https://new.gbca.org.au/green-star/certification-process/>) :

- Διαχείριση: Συντελεστής διεύθυνσης για την υιοθέτηση των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης από τη σύλληψη του έργου μέσω του σχεδιασμού, την κατασκευή, τη λειτουργία, τη ρύθμιση και τη λειτουργία.
- Εσωτερική Ποιότητα Περιβάλλοντος: Συντελεστής στόχου μείωσης εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου από το κτίριο σε λειτουργία με την αντιμετώπιση της μείωσης της ενεργειακής ζήτησης, της αποδοτικής χρήσης και την παραγωγή από εναλλακτικές πηγές.
- Ενέργεια: Συντελεστής περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μαζί με την ευεξία - άνεση των ατόμων και την απόδοση με την αντιμετώπιση του φωτισμού και των ρύπων.
- Μεταφορές: Συντελεστής επιβράβευσης της μείωσης της ζήτησης για ιδιωτικά αυτοκίνητα και της αποθάρρυνσης της χρήσης του αυτοκινήτου για καθημερινή μετακίνηση και την ενθάρρυνση της χρήσης εναλλακτικών μεταφορών.
- Νερό: Συντελεστής μείωσης χρήσης του πόσιμου νερού μέσω αποδοτικού σχεδιασμού των κατασκευαστικών υπηρεσιών, την επαναχρησιμοποίηση των

υδάτων και υποκατάσταση πόσιμου νερού με άλλες πηγές νερού (ειδικά ομβρίων υδάτων).

- Υλικά: Συντελεστής στόχου κατανάλωσης πόρων μέσω επιλογής υλικών, τις πρωτοβουλίες της επαναχρησιμοποίησης και αποτελεσματικών πρακτικών διαχείρισης.
- Χρήση Γης & Οικολογία: Συντελεστής αντιμετώπισης των επιπτώσεων ενός σχεδίου στο οικοσύστημα, αποθαρρύνοντας την υποβάθμιση και ενθαρρύνοντας την αποκατάσταση της χλωρίδας και πανίδας.
- Εκπομπές: Συντελεστής σημείου αντιμετώπισης ρύπανσης από τα κτίρια και τις χρήσεις τους στην ατμόσφαιρα, καθώς και των τοπικών οικοσυστημάτων.
- Καινοτομία: Συντελεστής ανταμοιβής της καινοτομίας που προωθεί τη μετάβαση του κατασκευαστικού κλάδου στην αειφόρο ανάπτυξη.

Αυτές οι κατηγορίες χωρίζονται σε μικρότερες, Καθεμία από τις οποίες αντιμετωπίζει μια πρωτοβουλία η οποία βελτιώνει ή έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις περιβαλλοντικές επιδόσεις. Απονέμονται πόντοι σε κάθε πίστωση για τις ενέργειες που αποδεικνύουν ότι το έργο έχει επιτύχει τους γενικούς στόχους της Green Star.

Μόλις αξιολογούνται όλα τα ζητούμενα, αποδίδονται τα αντίστοιχα μόρια σε κάθε κατηγορία και υπολογίζεται το ποσοστό έτσι στη συνέχεια εφαρμόζονται περιβαλλοντικοί παράγοντες στάθμισης της Green Star. Αυτοί ποικίλλουν ανάλογα με τα κράτη και τα εδάφη ώστε να αντικατοπτρίζουν διαφορετικές περιβαλλοντικές ανησυχίες σε όλη την Αυστραλία. Η βαθμολογία κάθε κατηγορίας υπολογίζεται σύμφωνα με: $\text{βαθμολογία κατηγορίας} = \text{Βαθμολογία Κατηγορίας (\%)} \times \text{συντελεστή βάρους (\%)} / 100$.

Το συνολικό σκορ προσδιορίζεται από το άθροισμα των βαθμολογιών από τις κατηγορίες συν τυχόν Σημεία καινοτομίας (που δεν είναι βαθμολογημένα) που ενδέχεται να έχουν χορηγηθεί. Η μέγιστη δυνατή βαθμολογία είναι 100 με επιπλέον 5 βαθμούς που διατίθενται για την καινοτομία.

Η Green Star βαθμολογία καθορίζεται από τη σύγκριση της συνολικής βαθμολογίας με την κλίμακα διαβάθμισης που φαίνεται παρακάτω (Πηγή: <https://new.gbca.org.au/green-star/certification-process/>).

- Ένα Αστέρι: 10 έως 19 βαθμοί
- Δύο Αστέρια: 20 έως 29 βαθμοί

- Τρία Αστέρια: 30 έως 44 βαθμοί
- Τεσσάρα Αστέρια: 45 έως 59 βαθμοί βέλτιστη πρακτική (Best Practice)
- Πέντε Αστέρια: 60 έως 74 βαθμοί (Αριστείο)
- Έξι Αστέρια: 75 + πόντοι μέγιστη απόδοση (world leader)

4.6.7. Η μέθοδος HQE

Η μεθοδολογία HQE αναπτύχθηκε στη Γαλλία. Η Γαλλική HQE είναι μια προσέγγιση για την προώθηση και την πιστοποίηση των βιώσιμων κτιρίων, σύμφωνα με το HQE (Haute Qualité Environnementale). Κίνητρα για την κατοχή HQE πιστοποίησης του κτιρίου είναι να επιτευχθεί υψηλότερη αξία στην ισορροπία ενός κτιρίου, ή καλύτερες πωλήσεις ή καλύτερη τιμή μίσθωσης, με την αειφορία ως πρόσθετο επιχείρημα, ή για την προώθηση της κοινής γνώμης για την εταιρεία που εκμεταλλεύεται HQE πιστοποίηση κτιρίου, ή για την προώθηση του περιβάλλοντος και την υγεία. Κίνητρα για την κατοχή HQE πιστοποίησης του κτιρίου είναι η ίδια όπως και για LEED. Ενσωματώνει ένα μεγάλο αριθμό παραμέτρων, απαιτεί έναν τρόπο διαχείρισης των εργασιών εμπνευσμένο από το διεθνές πρότυπο ISO 14001. Η HQE ξεκίνησε το 1996, και έχει προγραμματιστεί να επιτρέπει στους προγραμματιστές και τους ιδιοκτήτες του έργου να αποδέχονται επιλογές κατασκευής κατάλληλες για την αειφόρο ανάπτυξη, σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός κτιρίου (την κατασκευή, την εκτέλεση, τη χρήση, τη συντήρηση, τη μετατροπή και το τέλος της ζωής). Στην HQE ορίζονται 14 στόχοι που αναφέρονται ρητώς στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις που ένα κτίριο, νέο ή υπό αποκατάσταση, πρέπει να πληρούν.

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε όλες τις φάσεις σχεδιασμού, δηλαδή
(Πηγή:https://books.google.gr/books?id=pYzTAAAAQBAJ&dq=what+are+CERTIVE+A+CERQUAL+CEQUAMI&hl=el&source=gbs_navlinks_s):

- Της απόφασης κατασκευής για ένα κτίριο
- Του σχεδιασμού
- Της κατασκευής
- Της χρήσης του κτιρίου, και
- Του τέλους κύκλου ζωής του κτιρίου.

Υπάρχουν 15 στόχοι ("cibles") για τους οποίους τα επίπεδα: 'υψηλής απόδοση', 'απόδοση' ή 'βάση' μπορούν να επιτευχθούν, σε συνδυασμό με τη συλλογή βαθμών

για την εκπλήρωση των HQE προδιαγραφών. Αυτό σχετίζεται με διάφορες περιβαλλοντικές πτυχές π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας και των πόρων, τη δυνατότητα ανακύκλωσης, ποιότητα εσωτερικού αέρα.

Προσδιορισμός των μολυσμένων περιοχών πριν από την κατασκευή, βέλτιστες πρακτικές κατασκευής ενός κτιρίου βασισμένες στην προσβασιμότητα, την ωφελιμότητα, τις πληροφορίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων και υπηρεσιών όπως:

- η ενέργεια που χρησιμοποιείται σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου (ενσωματωμένη ενέργεια, η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή, κλπ.),
- το νερό που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια κάθε φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου,
- τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων του κύκλου ζωής του κτιρίου,
- τις εκπομπές και τη ρύπανση που παράγεται κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων του κύκλου ζωής του κτιρίου και
- το συνολικό κόστος του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων, χρησιμότητα, συντήρηση, διάρκεια ζωής, καθώς επίσης λαμβάνει υπόψη τη ρύπανση που αποφεύχθηκε, η καλύτερη προστασία της υγείας και την αποφυγή των αερίων θερμοκηπίου.

Χρησιμοποιώντας το πρότυπο ISO 14001, οι κατασκευαστές καθορίζουν και ελέγχουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου. Το EIC θα μπορούσε να περιγράψει την απαίτηση για μια HQE μέθοδο, η οποία ορίζεται ως ένα εθελοντικό βήμα πέρα από τη ρύθμιση. Η κύρια αναφορά είναι η γαλλική ρύθμιση για το κτίριο, το οποίο έχει συμπληρωθεί με το EIC. Η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί (Πηγή : <https://www.qualitel.org/professionnels/>):

- την οργάνωση του έργου, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 και
- την επιλογή των απαιτήσεων, οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση του κτιρίου, καθώς και τη περιβαλλοντική πολιτική των κατασκευαστών, για την άνεση και την υγεία των χρηστών.

Η ένωση HQE δημοσίευσε το 1997 ένα επίσημο κείμενο που περιέχει το πλαίσιο της HQE μεθόδου. Τα κείμενα αυτά είναι γενικά για όλα τα κτίρια και περιλαμβάνουν δύο μέρη:

- Ένα μέρος για να διαχειριστεί την εφαρμογή της μεθόδου βασίζεται στις έννοιες του ISO14001.
- Ένα μέρος το οποίο περιγράφει το πλαίσιο του κάθε περιβαλλοντικού ζητήματος των ανησυχιών, οι απαιτήσεις που απαιτούνται για την άσκηση της εφαρμογής της μεθόδου HQE.

Τα κείμενα του HQE, προς το παρόν, δεν περιέχουν ειδικές παραμέτρους, δείκτες, ή τα περιβαλλοντικά επίπεδα των επιδόσεων. Οι κατασκευαστές διατηρούν το δικαίωμα της επιλογής να καθορίσουν ορισμένα επίπεδα της περιβαλλοντικής επίδοσης.

4.6.8. Η μέθοδος VERDE

Η VERDE είναι μια Ισπανική μέθοδος για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των κτιρίων. Έχει αναπτυχθεί από την Ένωση Αρχιτεκτόνων της Ισπανίας Η μέθοδος ισχύει σε νέα κτίρια διαφόρων τύπων, δηλαδή κατοικίες, γραφεία, εμπορικά, ξενοδοχεία, νοσοκομεία και εκπαιδευτικά. Η VERDE έχει σχεδιαστεί για να επιτρέψει αξιολογήσεις σε διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου. Η μέθοδος περιλαμβάνει τρεις φάσεις:

- HV1, η αξιολόγηση της φάσης προ-σχεδιασμού καταδεικνύει τη δυναμική της βιώσιμης απόδοσης στο μέλλον για το έργο, βάσει των διαθέσιμων πληροφοριών κατά το τέλος της φάσης προ-σχεδιασμού.
- HV2, η εκτίμηση στη φάση του σχεδιασμού και κατασκευής έχει σκοπό να δείξει τις μελλοντικές δυνατότητες βιώσιμης εκτέλεσης του σχεδίου, βάσει των διαθέσιμων πληροφοριών κατά το τέλος της φάσης σχεδιασμού ή στο τέλος της κατασκευής αλλά σε κάθε περίπτωση πριν από την πληρότητα της κατασκευής.
- HV3, η αξιολόγηση κατά τη φάση λειτουργίας έχει ως στόχο να παράσχει μια αντικειμενική και πραγματική ένδειξη της πραγματικής απόδοσης του έργου και τα αποτελέσματα μπορεί να είναι χρήσιμα για σκοπούς πιστοποίησης.

Προς το παρόν, μόνο το VERDE-HV2, που αφορά το στάδιο του σχεδιασμού και της κατασκευής, έχει ολοκληρωθεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση

περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι βασικοί στόχοι και οι παράμετροι του εργαλείου παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω. Το σύστημα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα των ζητημάτων βιώσιμου κτιρίου, περιβαλλοντικές φορτίσεις, εξάντληση πόρων, τις εκπομπές στον αέρα, το νερό και στερεά απόβλητα, τοπικές και περιφερειακές επιπτώσεις, παράγοντες που επηρεάζουν το περιβάλλον του κτηρίου, ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος και ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, καθώς και κοινωνικές και οικονομικές πτυχές.

Βασίζεται κυρίως στην SB Tool χρησιμοποιώντας Σημεία αναφοράς και τα βάρη πιστωθεί για κάθε κριτήριο. Τα κριτήρια αξιολόγησης κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες: αυτές που μπορούν να εκφράζονται ως αριθμητικές τιμές και άλλα που είναι καλύτερα που περιγράφεται στο κείμενο με βάση παραμέτρους. Μια κατ' αξία εισήχθη από το 0 έως 5, με 0 αντιπροσωπεύει την κλίμακα αναφοράς, ελάχιστη αποδεκτή απόδοση και των πέντε που αντιπροσωπεύουν βέλτιστη πρακτική, και μέγιστη απόδοση που επιτυγχάνεται με την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία με προσιτό κόστος.

4.6.9. Η μέθοδος Green Mark Method BCA

Το BCA Green Mark ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2005 ως μια πρωτοβουλία να παρακινήσει τη βιομηχανία δομικών κατασκευών της Σιγκαπούρης προς πιο φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια. Έχει ως στόχο την προώθηση της βιωσιμότητας στο δομημένο περιβάλλον και να τονώσουν την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των σχεδιαστών και των κατασκευαστών από τη στιγμή της σύλληψης και σχεδιασμού ενός έργου, καθώς και κατά τη διάρκεια της κατασκευής του (Πηγή: https://www.bca.gov.sg/green_mark/pdf/GM2015_NewBuildings_NRB_Pilot.pdf).

Το BCA Green Mark είναι ένα σύστημα εκτίμησης πράσινης οικοδόμησης για την αξιολόγηση ενός κτιρίου για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και επιδόσεις του. Έχει υιοθετηθεί και υποστηρίζεται από την Εθνική Υπηρεσία Περιβάλλοντος. Προβλέπει ένα συνολικό πλαίσιο για την αξιολόγηση των επιδόσεων των κτιρίων και την προστασία του περιβάλλοντος. Στα κτίρια απονέμεται το BCA Green Mark στηρίζεται σε πέντε βασικά κριτήρια (Πηγή: https://www.bca.gov.sg/green_mark/pdf/GM2015_NewBuildings_NRB_Pilot.pdf):

- Ενεργειακή απόδοση.

- Αποδοτική χρήση του νερού.
- Τοποθεσία / Πρόγραμμα Ανάπτυξης & Διαχείρισης (Διαχείριση & Λειτουργία υφιστάμενων κτιρίων).
- Καλή Εσωτερική Ποιότητα Περιβάλλοντος & Προστασία Περιβάλλοντος.
- Καινοτομία.

Σύμφωνα με το σύστημα αξιολόγησης Green Mark, χορηγούνται πόντοι (βαθμοί) για την ενσωμάτωση των φιλικών προς το περιβάλλον χαρακτηριστικών. Η αξιολόγηση προσδιορίζει σχέδια, εφόσον πληρούνται συγκεκριμένοι στόχοι. Η συμμόρφωση με ένα ή περισσότερα υποδεικνύει ότι το κτίριο είναι πιθανό να είναι περισσότερο φιλικό προς το περιβάλλον από τα κτίρια όπου δεν εφαρμόστηκαν οι κανόνες. Ο συνολικός αριθμός των σημείων που λαμβάνονται υπόψιν αποτελεί ένδειξη της περιβαλλοντικής φιλικότητας στο σχεδιασμό των κτιρίων.

Η διαδικασία αξιολόγησης αποτελείται από μια αρχική εκτίμηση που οδηγεί στην απονομή του πράσινου σήματος. Στη συνέχεια, τα κτίρια υποχρεούνται να έχουν ανά τριετία αξιολόγηση. Αυτό γίνεται για να εξασφαλιστεί ότι τα κτίρια εξακολουθούν να είναι καλά συντηρημένα. Στα κτίρια απομένονται Platinum, Gold PLUS, Gold Certified ή βαθμολογία ανάλογα με τους πόντους που επιτυγχάνονται. Εκτός από την επίτευξη των ελάχιστων σημείων σε κάθε κλίμακα διαβάθμισης, το έργο πρέπει να πληροί όλες τις προ-απαιτούμενες συνθήκες, και η βαθμολογία τουλάχιστον το 50% των σημείων σε κάθε κατηγορία, εκτός από την κατηγορία Καινοτομία (Πηγή: https://www.bca.gov.sg/green_mark/pdf/GM2015_NewBuildings_NRB_Pilot.pdf).

Η BCA Green Mark έχει κριτήρια αξιολόγησης για δύο κυρίως κατηγορίες: Νέα και υφιστάμενα κτίρια. Το καθεστώς για το νέο κτίριο θα δώσει τη δυνατότητα στους παράγοντες της οικιστικής ανάπτυξης να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν πράσινα, αειφόρα κτίρια, τα οποία μπορούν να προωθήσουν την εξοικονόμηση ενέργειας, την εξοικονόμηση νερού, υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον και την έγκριση του πρασίνου για τα έργα τους.

Το καθεστώς για τα υφιστάμενα κτίρια δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες και διαχειριστές τους να επιτύχουν τους στόχους της αειφόρου λειτουργίας και να μειωθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις των κτιρίων τους για το περιβάλλον και την υγεία των ενδιαφερόμενων σ' αυτά σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους.

Για τα νέα κτίρια που αξιολογούνται στο πλαίσιο της Green Mark απαιτείται ανά τριετία αξιολόγηση για να διατηρήσουν το καθεστώς Green Mark. Η αξιολόγηση θα γίνεται με βάση τα υφιστάμενα κριτήρια κατά τη διάρκεια της τριετούς εκτίμησης. Τα υπάρχοντα κτίρια, θα πρέπει να αξιολογηθούν βάσει των υφιστάμενων κριτηρίων κτιρίων εφόσον δεν υποβάλλονται σε ένα μείζον πρόγραμμα ανακαίνισης.

4.6.10. Η μέθοδος HK BEAM

HK-BEAM ανήκει και λειτουργεί από την εταιρεία HK-BEAM έναν ανεξάρτητο μη κερδοσκοπικό οργανισμό του οποίου τα μέλη προέρχονται από τις πολλές επαγγελματικές ομάδες που ασχολούνται με την κατασκευή κτιρίων του Χονγκ Κονγκ. Η HK-BEAM καλύπτει (Πηγή: <https://hkgbc.org.hk/eng/about-us/what-is-green-building/index.jsp>) :

- την υγιεινή, την υγεία, την άνεση και τέρψη
- τη χρήση της γης, οι επιπτώσεις στην περιοχή και τις μεταφορές
- η χρήση των υλικών, η ανακύκλωση και διαχείρισης απορριμμάτων
- την ποιότητα των υδάτων, την ανακύκλωση και
- ενεργειακή αποδοτικότητα, διαχείριση.

Μια εκτίμηση βάσει των κανόνων της HK-BEAM είναι εθελοντική, παρέχοντας μια ανεξάρτητη πιστοποιημένη βαθμολόγηση των επιδόσεων για ένα κτίριο με σαφώς καθορισμένους όρους. Η HK-BEAM καλύπτει όλα τα είδη των νέων και υφιστάμενων κτιρίων: κατοικίες, εμπορικά, εκπαιδευτικά, και βιομηχανικά κτίρια. Ενσωματώνει και αποδέχεται παραδειγματικές πρακτικές στον προγραμματισμό, σχεδιασμό, κατασκευή, λειτουργία, διαχείριση και λειτουργία της συντήρησης και της διατήρησης των κτιρίων στο πλαίσιο του πυκνοκατοικημένου Χονγκ Κονγκ, κυρίως της ανάπτυξης πολυώροφων κτιρίων.

Το σημείο αναφοράς (μηδενικό επίπεδο πίστωσης) για συγκεκριμένα κριτήρια απόδοσης καθορίζεται με αναφορά σε νομικές απαιτήσεις, η οποία μπορεί να απαιτείται ως προϋπόθεση. Η HK-BEAM χρησιμοποιεί τοπικά πρότυπα επιδόσεων, κώδικες και οδηγούς, εφόσον υπάρχουν (π.χ. ποιότητα του εσωτερικού αέρα). Σε περίπτωση που αυτά δεν είναι διαθέσιμα (π.χ. θόρυβος επιπτώσεων) χρησιμοποιούνται διεθνή ή εθνικά πρότυπα, κώδικες και οδηγοί. Όταν υπάρχουν διαφορές ως προς τα κριτήρια απόδοσης που καθορίζονται από τις διάφορες αρχές η HK-BEAM γενικά αποφεύγει τον

καθορισμό των κριτηρίων απόδοσης (π.χ. Θερμική άνεση), επιτρέποντας στον πελάτη να καθορίσει τι θεωρεί κατάλληλο για την κατασκευή του. Μια οποιαδήποτε αξιολόγηση από την HK-BEAM επιδιώκει να αποδείξει ότι τα συγκεκριμένα επίπεδα απόδοσης είναι αποδεκτά και έχουν επιτευχθεί. Σε περίπτωση που πρότυπα επιδόσεων δεν είναι σαφώς καθορισμένα (π.χ. χρήση ενέργειας) η HK-BEAM καθορίζει τα δικά της Σημεία αναφοράς για τις επιδόσεις με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και τη συναίνεση των ενδιαφερομένων. Οι πιστωτικές μονάδες αξιολόγησης κατοχυρώνονται για την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων απόδοσης. Η πρόθεση είναι τα κριτήρια αξιολόγησης να ενημερώνονται περιοδικά, σύμφωνα με τις διαθέσιμες νέες πληροφορίες και τις νομικές απαιτήσεις όπως εξελίσσονται (Πηγή: <https://hkgbc.org.hk/eng/about-us/what-is-green-building/index.jsp>).

Δεδομένου ότι η μέθοδος Περιβαλλοντικής Εκτίμησης HK-BEAM ξεκίνησε το 1996, ο αριθμός των εθελοντικά πιστοποιημένων κτιρίων ή συγκροτημάτων έφθασε το 2006 το 100 που καλύπτουν περίπου 6 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα του δομημένου χώρου.

5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

5.1. Γενικά

Σήμερα η συσχέτιση των προϊόντων με τις περιβαλλοντικές παροχές γίνεται όλο και περισσότερο μια στρατηγική υπόθεση για τον τομέα των δουλειών. Αυτό μπορεί να φανεί από τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συστημάτων διαχείρισης σε όλο τον κόσμο, όπου τα συστήματα τείνουν να εστιάσουν όλο και περισσότερο στη σπουδαιότητα της εκτίμησης της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων και των υπηρεσιών. Το ενδιαφέρον γύρω από τις περιβαλλοντικές υποθέσεις μεγαλώνει και σε άλλους τομείς της κοινωνίας, καθώς μεγαλώνει και η περιβαλλοντική συνείδηση του κοινού (Πηγή: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=520&language=el-GR>).

Η βελτίωση των περιβαλλοντικών συστημάτων διαχείρισης απαιτούν από τους επιχειρηματίες και τους οργανισμούς να έχουν αξιόπιστες πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές πτυχές των προϊόντων και των υπηρεσιών, έτσι ώστε να μπορούν να θέτουν τις πληροφορίες στα δικά τους πλαίσια και να λαμβάνουν τις δικές τους αποφάσεις.

Ο γενικότερος σκοπός της Περιβαλλοντικής Δήλωσης Προϊόντος (EPD) είναι να παρέχει συγκεκριμένες, επαληθευμένες και συγκρίσιμες πληροφορίες για να καλυφθούν οι διάφορες ανάγκες εντός ενός οργανισμού, συμπεριλαμβάνοντας τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, τον οικο-σχεδιασμό και την πράσινη αγορά. Το διεθνές σύστημα EPD φιλοδοξεί να βοηθήσει και να υποστηρίξει τους διάφορους οργανισμούς στο να κοινοποιήσουν την περιβαλλοντική επίδοση των προϊόντων τους (αγαθά και υπηρεσίες) με ένα αξιόπιστο και κατανοητό τρόπο (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011):

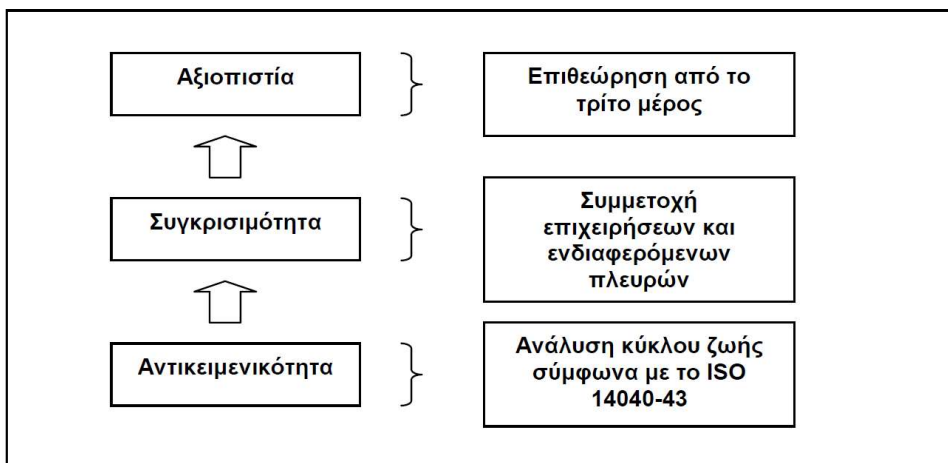
- Προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σε κάθε ενδιαφερόμενο οργανισμό, σε κάθε χώρα για τη βελτίωση και κοινοποίηση του συστήματος EPD, σύμφωνα με το ISO 14025, και
- Υποστηρίζοντας άλλα προγράμματα EPD (εθνικά, περιφερειακά κ.α.), αναζητώντας συνεργασία και αρμονία, και βοηθώντας τους οργανισμούς να διευρύνουν τη χρήση των δικών τους συστημάτων EPD στη διεθνή αγορά.

Το διεθνές σύστημα EPD είναι μέλος του δικτύου της περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντων «Παγκόσμιο πρότυπο III» (Global Type III Environmental Product

Declarations Network (GEDnet) και συνεργάζεται για να πετύχει τους στόχους του GEDnet.

Ως περιβαλλοντική δήλωση προϊόντος ορίζονται “Τα περιβαλλοντικά ποσοτικά δεδομένα ενός προϊόντος με κατηγορίες των παραμέτρων, βασισμένων στη σειρά ISO 14040, χωρίς να αποκλείονται πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες”.

Η EPD προσθέτει καινούργιες κατευθύνσεις στην αγορά, πληροφορώντας για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών, με χαρακτηριστικά κλειδιά. Υπάρχει αριθμός πλεονεκτημάτων και για τους οργανισμούς που φτιάχνουν περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντων και για αυτούς που τελικά χρησιμοποιούν τις πληροφορίες αυτών των δηλώσεων (Σχήμα 5.1) (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>).



Σχήμα 5.1: Χαρακτηριστικά στάδια των περιβαλλοντικών δηλώσεων (EPD)

Η Περιβαλλοντική Δήλωση για ένα προϊόν αποτελεί διάφανη διαδικασία όσον αφορά τη δήλωση των επιπτώσεων του προϊόντος σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του. Η περιβαλλοντική δήλωση παρέχει τις πληροφορίες που χρειάζονται για να αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός συνόλου οικοδομικών εργασιών ή εργασιών πολιτικής μηχανικής στο περιβάλλον. Το κλειδί για τις περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντος είναι ότι παρέχουν διάφανη, ανεξάρτητη και αναπαραγωγική ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών και παρέχουν λεπτομερή στοιχεία με βάση ακριβή δεδομένα και αριθμητικά στοιχεία. Ως «διαβατήριο», οι Περιβαλλοντικές Δηλώσεις Προϊόντων

αποτελούν τη βάση για το σχεδιασμό των πράσινων κτιρίων και άλλων έργων πολιτικής μηχανικής (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>).

Τα χαρακτηριστικά κλειδιά των περιβαλλοντικών δηλώσεων προϊόντων είναι (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011):

- Αντικειμενικότητα: Το διεθνές σύστημα EPD βασίζεται στην απαίτηση να χρησιμοποιεί διεθνώς αποδεχόμενες και έγκυρες μεθόδους για την ανάλυση κύκλου ζωής (LCA). Αυτή η απαίτηση κάνει πιθανή την ανίχνευση και την εστίαση στις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις με μια ολιστική αντίληψη που οδηγεί σε συνεχείς βελτιώσεις.
 - Αξιοπιστία: Είναι απαραίτητη η κριτική εξέταση, η έγκριση και η υποστήριξη από έναν ανεξάρτητο επιστήμονα.
 - Αμεροληψία: Στο διεθνές σύστημα EPD δεν υπάρχει περιβαλλοντική προτίμηση, αξιολόγηση και προκαθορισμένα επίπεδα περιβαλλοντικής απόδοσης.
 - Συγκρισιμότητα: Το EPD κάνει δυνατή τη σύγκριση, μέσω της εδραίωσης αυτού που ονομάζεται κανόνες κατηγορίας προϊόντων (Product Category Rules – PCRs) για επιλεγμένες ομάδες προϊόντων και υπηρεσιών. Οι PCRs περιγράφουν την αρμονικότητα των κανόνων της ανάλυσης κύκλου ζωής για τη συλλογή δεδομένων, τη μεθοδολογία, τους υπολογισμούς και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
 - Ανοιχτό σε όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες: Το σύστημα EPD επιτρέπει να γίνονται αιτήσεις για όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες.
 - Ανοιχτό σε όλες τις ενδιαφερόμενες πλευρές: Οι περισσότερες πτυχές του συστήματος μπορούν να διαχειριστούν εύκολα, μέσω πληροφοριών που είναι ανοικτές σε όλους μέσω του διαδικτύου.
 - Περιβαλλοντικές πτυχές: Το σύστημα EPD παρέχει τη δυνατότητα να συμπεριλαμβάνονται αξιολογήσεις βασικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
 - Είναι διδακτικό: Το σύστημα EPD έχει τη φιλοδοξία να βοηθήσει στην ερμηνεία των πληροφοριών, εξηγώντας τους διάφορους όρους, ορισμούς, έννοιες και τις γενικές πληροφορίες των σημαντικών περιβαλλοντικών πτυχών.
- Οι κυριότερες αρχές του συστήματος EPD είναι οι εξής (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011):
- Εθελοντικότητα: Δεν είναι υποχρεωτικό απέναντι στη φύση

- Διαφάνεια: Διαφάνεια σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης και χρήσης του προγράμματος
- Πρόσβαση σε όλες τις ενδιαφερόμενες πλευρές: Ανοιχτό απέναντι σε όλες τις εφαρμογές, εκπληρώνοντας τις απαιτήσεις του προγράμματος
- Ανοιχτός διάλογος και συσκέψεις για τους κανόνες κατηγορίας προϊόντων (Product Category Rules – PCRs): Υπάρχουν επίσημες και ανοικτές συσκέψεις, για την λήψη εισροών και τα σχολίων, πάνω στα προτεινόμενα έγγραφα PCR από όλες τις ενδιαφερόμενες πλευρές
- Λειτουργικότητα προϊόντος: Για να διασφαλιστεί η λειτουργικότητα του προϊόντος, λαμβάνονται υπόψη η μελλοντική χρήση αυτού και τα σχετικά επίπεδα απόδοσης
- Βασισμένο επιστημονικά: Η βελτίωση του συστήματος EPD βασίζεται σε επιστημονικά δεκτές προσεγγίσεις της ανάλυσης κύκλου ζωής, με έκφραση των ενδεικτικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με το προϊόν
- Εμπιστευτικότητα: Εγγυάται πλήρη εμπιστευτικότητα σε συγκεκριμένες πληροφορίες, αν το έχει ζητήσει κάποιος οργανισμός
- Οικονομική αποδοτικότητα: Αυτή βασίζεται σε ανοικτά, καλά εδραιωμένα και διεθνώς αναγνωρισμένα συστήματα για την επαλήθευση και την καταχώριση.

5.2. Πλεονεκτήματα από τη δημιουργία και χρήση του συστήματος EPD

Το σύστημα EPD είναι εφαρμόσιμο για όλους τους τύπους των προϊόντων και υπηρεσιών, με καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτού είναι (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011) & (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>):

- Για αυτούς που δηλώνουν τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες τους, δίνοντας πληροφορίες στην αγορά: Το σύστημα δίνει την ευκαιρία να δοθούν ποσοτικές και επαληθευμένες πληροφορίες για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων, από την πλευρά της ανάλυσης του κύκλου ζωής. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:
 - Τρόπος ελέγχου του προϊόντος: Αυτός γίνεται μέσω της χρήσης επιστημονικά δεκτών και έγκυρων μεθόδων που βασίζονται στα διεθνή πρότυπα που αφορούν την ανάλυση κύκλου ζωής

- Μη επιλεκτική και ουδέτερη μέθοδος: Δεν είναι προκαθορισμένα τα επίπεδα της περιβαλλοντικής απόδοσης
 - Προσαρμοστική μέθοδος: Γίνονται αλλαγές και βελτιώσεις των περιβαλλοντικών δηλώσεων, εφόσον πρώτα επαληθευτούν.
- Για αυτούς που χρησιμοποιούν τις πληροφορίες της δήλωσης για διάφορους σκοπούς: Εφόσον οι πληροφορίες που δίνει η δήλωση για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων είναι επαληθευμένες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή πληροφοριών για διάφορους σκοπούς. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:
- Συγκρισιμότητα: Τα στοιχεία της δήλωσης είναι συγκρίσιμα, μιας και οι πληροφορίες μαζεύονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπολογίζονται, με διεθνώς αποδεκτούς κανόνες υπολογισμού
 - Αξιοπιστία: Αυτή διασφαλίζεται μέσω της εξέτασης, κριτικής και έγκρισης από ανεξάρτητο επιστήμονα
 - Ακρίβεια: Οι πληροφορίες ανανεώνονται συνεχώς μέσω διεθνώς αποδεκτών διαδικασιών.

Το σύστημα EPD παρέχει μια βάση για την υγιεινή σύγκριση προϊόντων και υπηρεσιών, μέσω της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Η περιβαλλοντική δήλωση αντανακλά τη συνεχή περιβαλλοντική βελτίωση των προϊόντων και των υπηρεσιών μέσα στο χρόνο και έχει την ικανότητα να επικοινωνεί και να προσθέτει σχετικές περιβαλλοντικές πληροφορίες για την αλυσίδα προμήθειας ενός προϊόντος.

Στην αγορά υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη για ποσοτικές περιβαλλοντικές πληροφορίες. Ο τομέας της αγοράς, όπως και άλλα μέρη της κοινωνίας έχουν ανάγκη από διεθνώς αναγνωρισμένα συστήματα προσέγγισης, που να επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των σχετικών και αξιόπιστων πληροφοριών πάνω στην περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων. Το σύστημα EPD συνεχώς βελτιώνεται με τελικό στόχο να πετύχει αυτές τις απαιτήσεις και να ικανοποιήσει αυτές τις ανάγκες.

Το σύστημα EPD δέχεται τις αιτήσεις πολλών εταιριών και οργανισμών, η περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων τους και των υπηρεσιών τους στην αγορά να μπορεί να ανανεώνεται με τυχόν βελτιώσεις. Από τη στιγμή που το περιεχόμενο της δήλωσης μπορεί να μετατραπεί και να ανανεωθεί έτσι ώστε να αντανακλά κάθε στιγμή τις βελτιώσεις που προκύπτουν, το σύστημα EPD μπορεί να θεωρηθεί ένα δυναμικό και ζωντανό εργαλείο επικοινωνίας. Σήμερα στην αγορά δεν υπάρχουν άλλα γενικά

αποδεκτά περιβαλλοντικά εργαλεία επικοινωνίας που να προσφέρουν όλες αυτές τις δυνατότητες.

Το σύστημα EPD στηρίζεται σε ένα κοινό τύπο εκθέσεων που δεν περιλαμβάνει κρίσεις βασισμένες στην αξία. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες των πληροφοριών να ερμηνεύουν και να αξιολογούν τις πληροφορίες σύμφωνα με τις δικές τους προοπτικές και προτιμήσεις, ανεξάρτητα των εθνικών, γεωγραφικών και τεχνικών προϋποθέσεων. Σαν αποτέλεσμα ένας οργανισμός χρειάζεται μόνο μια δήλωση για να απευθυνθεί σε ένα ευρύ και ποικιλόμορφο παγκόσμιο κοινό.

Το διεθνές σύστημα EPD βασίζεται στο διαδίκτυο και είναι εύκολα προσιτό. Έτσι δίνει την δυνατότητα σε κάθε οργανισμό να μεταδίδει πληροφορίες για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων τους με άμεσο τρόπο. Για αυτό το λόγω θεωρείται ένας αποτελεσματικός, και από άποψη χρόνου και από άποψη κόστους, τρόπος μετάδοσης των πληροφοριών προς κάθε ενδιαφερόμενο μέρος.

Θεωρείται ένα χρήσιμο εργαλείο για την πράσινη αγοραστική δύναμη και αγορά και για τον τομέα της αγοράς, αλλά και για αυτόν του κοινού. Η περιβαλλοντική δήλωση μπορεί να περιέχει διάφορους τύπους πληροφοριών, όπως για παράδειγμα την περιεκτικότητα των επικίνδυνων ουσιών, πληροφορίες για την αποσύνθεση, ανάκτηση και ανακύκλωση των χρησιμοποιούμενων προϊόντων και των απορριμμάτων που προκύπτουν. Υπάρχουν πλεονεκτήματα στον τρόπο με τον οποίο δίνονται οι διάφορες πληροφορίες, μέσω της δήλωσης, τόσο για τους παραγωγούς, όσο και για τους καταναλωτές. Τα πλεονεκτήματα για τους παραγωγούς, τους εισαγωγείς και τους προμηθευτές είναι τα εξής (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011) & (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>):

- κοινός τύπος των εκθέσεων: αυτός ο τύπος υποστηρίζεται από πολλούς οργανισμούς
- το μεγάλο εύρος των δυνατοτήτων μετάδοσης των πληροφοριών: το σύστημα είναι διαθέσιμο σε ανοικτή ακρόαση, μέσω της επικοινωνίας που βασίζεται στο διαδίκτυο
- η διεθνής αναγνώριση: Οι περιβαλλοντικές δηλώσεις είναι ουδέτερες και εδραιωμένες σε διεθνές επίπεδο, εξασφαλίζοντας ότι οι πληροφορίες που δίνονται είναι συμβατές, με τις διεθνώς συμφωνημένες απαιτήσεις για τα

περιβαλλοντικά σήματα και δηλώσεις, επιτρέποντας μια δίκαιη κρίση από αυτούς που λαμβάνουν τις πληροφορίες.

Τα πλεονεκτήματα για τους αγοραστές, τους εμπόρους λιανικής πώλησης και τους πελάτες είναι τα εξής (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011) & (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>):

- Η εύκολη πρόσβαση σε επαληθευμένες πληροφορίες: οι πληροφορίες είναι εύκολα προσβάσιμες, ανανεώνονται συνεχώς και είναι επαληθευμένες
- Η παροχή και άλλων σημαντικών πληροφοριών: Το σύστημα επιτρέπει την πρόσβαση και σε άλλες πληροφορίες, σχετικές με τη δήλωση, κάνοντας ευκολότερη την ερμηνεία της
- Η δυνατότητα για δίκαιη κρίση: Το σύστημα παρέχει όλο και περισσότερες δυνατότητες για τεκμηριωμένες και δίκαιες κρίσεις κατά τη σύγκριση της περιβαλλοντικής απόδοσης προϊόντων και υπηρεσιών.

Σήμερα πολλοί οργανισμοί δείχνουν να εστιάζουν στις δηλώσεις προϊόντων και η μέθοδος EPD δείχνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα στρατηγικό εργαλείο για διαφορετικούς τύπους περιβαλλοντικής δουλειάς των εταιριών. Η μέθοδος, περιλαμβάνοντας μια συγκροτημένη και καλά ορισμένη διαδικασία, που βασίζεται στην ανάλυση του κύκλου ζωής για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δίνει στους οργανισμούς τη δυνατότητα να έχουν αξιόπιστη και ανανεώσιμη γνώση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, κάνοντας τους πιο ανταγωνιστικούς για τους παρακάτω σκοπούς (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011):

- Να δείξει καλή γνώση και έλεγχο της βελτίωσης των προϊόντων: από τη στιγμή που στις μέρες μας η γνώση των διάφορων περιβαλλοντικών πτυχών που συνδέονται με τα προϊόντα αυξάνεται συνεχώς, οι περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντων θα παίζουν σημαντικό ρόλο στις στρατηγικές μετάδοσης πληροφοριών στην αγορά. Κάνοντας χρήση αυτών των δηλώσεων οι εταιρίες και οι οργανισμοί θα είναι σε θέση να αποδείξουν τον έλεγχο και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων και των υπηρεσιών τους σε κάθε ενδιαφερόμενο. Επίσης σήμερα υπάρχει μια όλο και μεγαλύτερη ανάγκη για περιβαλλοντικές πληροφορίες που να βασίζονται στην ανάλυση του κύκλου ζωής και να καλύπτουν όλες τις φάσεις της ζωής, από την αρχική εξόρυξη των υλικών μέχρι την τελική διάθεση. Με την χρήση της μεθόδου EPD είναι εύκολο

να γίνει η συλλογή και χρησιμοποίηση των πληροφοριών που βασίζονται στην ανάλυση κύκλου ζωής. Αυτό σημαίνει για τις εταιρίες οικονομία στο χρόνο και το χρήμα.

- Να εισάγει τον οικολογικό σχεδιασμό στην ανάπτυξη των προϊόντων: Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων εκφράζονται με διάφορους τρόπους, όπως είναι η κατανάλωση ενέργειας, η συμβολή στην κλιματική αλλαγή, η κατανάλωση υλικών και πρώτων υλών, τα τελικά απορρίμματα και η απελευθέρωση επικίνδυνων υλικών. Ο οικολογικός σχεδιασμός, που σημαίνει την ένταξη των περιβαλλοντικών ζητημάτων στη φάση του σχεδιασμού, αποτελεί αποδεκτά έναν καλό τρόπο βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων. Βασισμένο στις πληροφορίες από την ανάλυση του κύκλου ζωής, το σύστημα EPD μπορεί να αποδειχθεί μια καλή μεθοδολογία, επιστημονικά τεκμηριωμένης, ανίχνευσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι πληροφορίες που δίνει το σύστημα και είναι βασισμένες στην ανάλυση του κύκλου ζωής είναι απαραίτητες για πολλές εταιρίες ώστε να προχωρήσουν στον οικολογικό σχεδιασμό και στη βελτίωση των προϊόντων τους.
- Διευκόλυνση στην πραγματοποίηση και συντήρηση των εργασιών αποδοτικής περιβαλλοντικής διαχείρισης: Τα τελευταία δέκα χρόνια η υποχρέωση εφαρμογής περιβαλλοντικών συστημάτων διαχείρισης (environmental management systems – EMS) οδήγησε σε αύξηση της απαίτησης για αποδεκτές διαδικασίες προσδιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Μέχρι τώρα συνήθως κατά την εφαρμογή των EMS δινόταν μικρή βαρύτητα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω οικονομίας στο κόστος. Παρόλα αυτά σε βάθος χρόνου είναι δύσκολο να βρεθούν αυτές. Η μεθοδολογία EPD δίνει επιστημονικά τεκμηριωμένες πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές πτυχές και επιπτώσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σωστή εφαρμογή των περιβαλλοντικών συστημάτων διαχείρισης. Η χρήση της μεθοδολογίας σημαίνει για την εταιρία λιγότερες προσπάθειες και οικονομία στο κόστος.

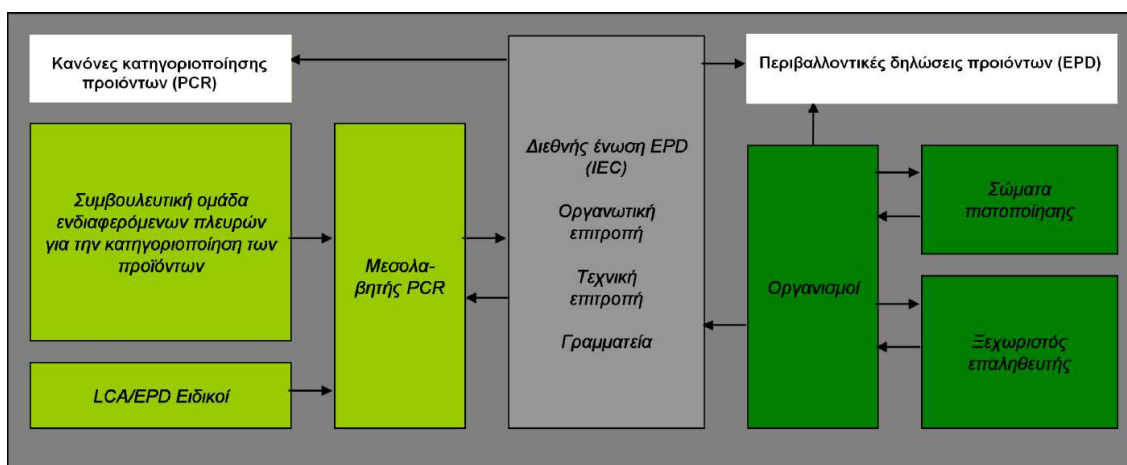
5.3. Οργανισμός απόδοσης περιβαλλοντικών δηλώσεων

Το διεθνές σύστημα EPD στηρίζεται σε μια οργανωτική δομή που περιέχει διάφορα μέρη σε πολλά επίπεδα, σε πολλές χώρες. Αυτά ασχολούνται με ξεχωριστά, αλλά

αλληλένδετα θέματα και έχουν διαφορετικές ευθύνες που χωρίζονται σε τριών ειδών εργασίες (Παπαδόπουλος Α.Μ.,2011):

- Διεθνής ένωση για τις δηλώσεις EPD (The International EPD Cooperation – IEC): αυτή είναι ο οργανωτής του προγράμματος, που έχει να κάνει με τη διοίκηση του συστήματος EPD. Αποτελείται από την οργανωτική επιτροπή (Steering Committee – SC), την τεχνική επιτροπή (Technical Committee – TC), από μια ομάδα επιθεώρησης των κανόνων κατηγορίας των προϊόντων (Product Category Rules – PCRs) και από μια γραμματεία που χειρίζεται τις συνηθισμένες διοικητικές δουλειές.
- Βελτίωση των κανόνων κατηγορίας προϊόντων (PCR): Ο πρόεδρος της επιτροπής PCR συντονίζει τη δουλειά των ειδικών πάνω σε θέματα ανάλυσης κύκλου ζωής και κανόνων κατηγορίας προϊόντων (LCA/PCR) και της αντίστοιχης συμβουλευτικής ομάδας.
- Επαλήθευση της περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντων (EPD): υπάρχουν ομάδες που ελέγχουν την επάρκεια των απαιτήσεων των οργανισμών και αυτών που επαληθεύουν, των ελεγκτών και των οργανισμών που δημιουργούν τις περιβαλλοντικές δηλώσεις των προϊόντων.

Ένα διάγραμμα ροής πάνω στη δομή του οργανισμού, βασισμένο σε αυτών των τριών ειδών εργασίες φαίνεται στο Σχήμα 5.2. Το γκρι κουτάκι αντιστοιχεί στην πρώτη κατηγορία εργασιών, τα κουτάκια με ανοικτό πράσινο αντιστοιχούν στη δεύτερη κατηγορία και τα κουτάκια με σκούρο πράσινο στην τρίτη κατηγορία.



Σχήμα 5.2: Διάγραμμα ροής της δομής του οργανισμού (EPD)

5.4. Τρόπος απόκτησης περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντων

Η απόκτηση, εγγραφή και διατήρηση μιας περιβαλλοντικής δήλωσης EPD είναι μια βήμα προς βήμα διαδικασία που περιέχει (Πηγή: <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>):

- Τη συλλογή γενικών πληροφοριών για τις απαιτήσεις που είναι απαραίτητες για τη δήλωση, δεδομένων και άλλων περιβαλλοντικών πληροφοριών
- Τη προμήθεια των πληροφοριών που απορρέουν από την ανάλυση κύκλου ζωής και άλλων περιβαλλοντικών πληροφοριών που θα περιέχονται στη δήλωση
- Διεξαγωγή μιας ανεξάρτητης μελέτης των δεδομένων
- Εγγραφή της δήλωσης
- Συνεχής ανανέωση της δήλωσης και απόδειξη της συμβατότητας.

Συλλογή γενικών πληροφοριών για τις απαιτήσεις που είναι απαραίτητες για τη δήλωση δεδομένων και άλλων περιβαλλοντικών πληροφοριών

Τα συστήματα EPD διαχειρίζονται από ένα αρμόδιο σώμα που είναι μια εταιρία, ή ένας βιομηχανικός τομέας, ή ένα ανεξάρτητο σώμα. Το αρμόδιο σώμα είναι υπεύθυνο για να κάνει δημοσίως διαθέσιμες τις γενικές οδηγίες περιγράφοντας το γενικό στόχο, τη μεθοδολογική δομή, τα στοιχεία του προγράμματος και τα καθήκοντα για τη συνεργασία με τις ενδιαφερόμενες πλευρές. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι γενικές οδηγίες είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα του αρμόδιου σώματος.

Αυτές περιγράφουν τις απαιτήσεις για τα απαραίτητα υποχρεωτικά δεδομένα και τη συλλογή δεδομένων και άλλων περιβαλλοντικών πληροφοριών που μπορεί να περιέχονται. Από την πλευρά της μεθοδολογίας υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις:

- Γενικές μεθοδολογίες που περιγράφονται στις γενικές οδηγίες
- Μέθοδοι που βασίζονται στην ανάλυση του κύκλου ζωής για να περιγράψουν την περιβαλλοντική απόδοση
- Ειδικές απαιτήσεις προϊόντων (PCRs) που περιγράφουν μια αρμονική προσέγγιση της ανάλυσης κύκλου ζωής για ξεχωριστές ομάδες προϊόντων και τύπους υπηρεσιών. Οι ομάδες αυτές μπορεί να διαφέρουν στην περιβαλλοντική τους απόδοση και αυτό πρέπει να αντανακλάται στην περιβαλλοντική δήλωση.

Οι κανόνες υπολογισμού που περιγράφονται στα έγγραφα PCR είναι συμπληρωματικοί αυτών που βασίζονται στην ανάλυση κύκλου ζωής και έχουν ως στόχο να διασφαλίσουν τη συνοχή της συλλογής δεδομένων και τον χειρισμό αυτών για συγκεκριμένες ομάδες προϊόντων και τύπους υπηρεσιών.

Αυτή τη στιγμή ένας όλο και μεγαλύτερος αριθμός χωρών συνεργάζονται με στόχο την εναρμόνιση των κανόνων PCR και τη διεθνή τους αποδοχή, ώστε να προμηθευτεί η αγορά με ένα παγκόσμιο σετ εγκεκριμένων εγγράφων PCR. Μια τέτοια προσπάθεια είναι ο στόχος του δικτύου της περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντων «Παγκόσμιο πρότυπο III» (Global Type III Environmental Product Declarations Network (GEDnet). Στο κοντινό μέλλον επιδιώκεται οι εταιρίες και οι οργανισμοί σε όλο τον κόσμο να έχουν εύκολη πρόσβαση στα διεθνώς συμφωνημένα έγγραφα PCR, ώστε να τα χρησιμοποιούν ως βάση για τους υπολογισμούς της ανάλυσης του κύκλου ζωής. Αυτή τη στιγμή αυτή η ευκαιρία είναι διαθέσιμη μέσω λίγων υπάρχουσών συστημάτων EPD.

Αν οι γενικώς αποδεχόμενοι κανόνες PCR δεν υπάρχουν, θα πρέπει να προετοιμαστούν και να επικυρωθούν. Ένα αρμόδιο σώμα είναι υπεύθυνο για τη γενική διαχείριση της βελτίωσης των καινούργιων εγγράφων PCR. Συνιστάται οι κανόνες PCR να προετοιμάζονται μέσω ανοικτών συνελεύσεων με συμμετοχική διαδικασία, ώστε να διασφαλίζεται η εκμετάλλευση της ειδικής γνώσης των προϊόντων και η εμπειρογνομοσύνη από όλες τις ενδιαφερόμενες εταιρίες και ινστιτούτα.

Η προετοιμασία των εγγράφων PCR είναι καλύτερα να γίνεται από εταιρίες και οργανισμούς που έχουν βαθειά γνώση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων και των υπηρεσιών που είναι υπό μελέτη.

Παροχή πληροφοριών βασισμένων στην ανάλυση κύκλου ζωής και άλλου τύπου πληροφοριών που πρέπει να περιέχονται στη δήλωση EPD

Η παροχή των πληροφοριών που βασίζονται στην ανάλυση κύκλου ζωής και άλλου τύπου πληροφοριών που πρέπει να περιέχονται στη δήλωση EPD είναι το κύριο μέρος της διαδικασίας ανάπτυξης μιας δήλωσης EPD. Οι οδηγίες που υπάρχουν για να βοηθούν στην ανάπτυξη των πληροφοριών συνήθως περιγράφονται σε τρία διαφορετικά είδη εγγράφων. Ο σκοπός αυτών των εγγράφων είναι (Πηγή: <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/>):

- Να είναι ικανά να ακολουθούν διεθνώς αποδεχόμενες μεθόδους για την περιγραφή της περιβαλλοντικής απόδοσης προϊόντων και υπηρεσιών. Οι υπολογισμοί πρέπει να βασίζονται στην ανάλυση του κύκλου ζωής (LCA).
- Να είναι ικανά να χρησιμοποιούν τις δηλώσεις για την επίτευξη των σκοπών. Οι υπολογισμοί, οι μέθοδοι και οι προϋποθέσεις που χρησιμοποιούνται πρέπει να ακολουθούν κάποιες αρμονικές διαδικασίες της ανάλυσης κύκλου ζωής
- Να είναι ικανά να συγκεντρώνουν πληροφορίες για όλη την αλυσίδα προμήθειας και να συγκρίνουν πληροφορίες από δηλώσεις διαφορετικών προϊόντων, της ίδιας κατηγορίας όμως. Για αυτό χρειάζονται οι ειδικές απαιτήσεις των προϊόντων PCRs που βρίσκονται στην ιστοσελίδα του αρμόδιου σώματος.

Η περιγραφή της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας βασίζεται στην ανάλυση του κύκλου ζωής. Αυτή είναι μια τεχνική για να έχουμε πρόσβαση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Πηγή: <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/>) :

- Ορισμός του σκοπού και του εύρους της μελέτης
- Συλλογή της ανάλυσης απογραφής και των εισερχόμενων και εξερχόμενων δεδομένων του συστήματος
- Εκτίμηση των βασικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα αντικείμενα της μελέτης.

Σε πολλές περιπτώσεις ένα μεγάλο μέρος πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας στους υπολογισμούς της ανάλυσης κύκλου ζωής το έχουν οι εταιρίες και οι οργανισμοί. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρειάζεται μόνο ένα συγκεκριμένο ποσοστό των συμπληρωματικών πληροφοριών. Αν οι πληροφορίες για τους υπολογισμούς της ανάλυσης κύκλου ζωής δεν υπάρχουν, χρησιμοποιούνται κοινές βάσεις δεδομένων.

Τα περισσότερα συστήματα EPD απαιτούν να περιέχονται στις δηλώσεις συγκεκριμένες πληροφορίες. Οι δηλώσεις πολλές φορές δίνουν την ευκαιρία να περιέχονται πολλοί τύποι άλλων σχετικών πληροφοριών. Έτσι στις δηλώσεις πολλές φορές εκτός από την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων ή των υπηρεσιών, περιέχονται περιβαλλοντικές πληροφορίες για την εταιρία και τη γενικότερη

περιβαλλοντική της πολιτική. Οι δηλώσεις χωρίζονται σε διάφορα μέρη, όπως για παράδειγμα:

- Περιγραφή της εταιρίας ή του οργανισμού και του προϊόντος ή της υπηρεσίας
- Το περιεχόμενο της δήλωσης
- Μια δήλωση περιβαλλοντικής απόδοσης
- Πληροφορίες για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση
- Πληροφορίες από την εταιρία/οργανισμό και τον εξωτερικό επαληθευτή.

Η περιγραφή της εταιρίας ή του οργανισμού και του προϊόντος ή της υπηρεσίας μπορεί να περιέχει για παράδειγμα συγκεκριμένες πληροφορίες για τη διαδικασία παραγωγής και πληροφορίες για το περιβαλλοντικό προφίλ της εταιρίας, όπως π.χ. η ύπαρξη συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Το περιεχόμενο της δήλωσης μπορεί να έχει μια λίστα των σχετικών υλικών και χημικών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής ή περιέχονται στο ίδιο το υλικό.

Η δήλωση περιβαλλοντικής απόδοσης μπορεί να περιέχει πληροφορίες για τη χρήση πόρων, τις εκπομπές ρύπανσης και τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την παραγωγή απορριμμάτων. Ένα παράδειγμα πιθανών κεφαλαίων της δήλωσης δίνεται παρακάτω (Πηγή: <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/>):

- Κατανάλωση και μείωση πόρων
 - Κατανάλωση φυσικών και υλικών πόρων
 - Ανανεώσιμες πηγές
 - Μη-ανανεώσιμες πηγές
 - Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας / ενεργειακοί πόροι
 - Ενεργειακές πηγές άνθρακα, πετρελαίου ή φυσικού αερίου
 - Ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές
 - Ουράνιο για πυρηνική ενέργεια
 - Ενέργεια από την καύση απορριμμάτων
 - Χρήση γης
 - Υδάτινοι πόροι.
- Πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Κλιματική αλλαγή / εκπομπές θερμοκηπτικών αερίων
 - Καταστροφή της ζώνης του όζοντος / μείωση στρατοσφαιρικού όζοντος / εκπομπές αερίων που βλάπτουν το όζον
 - Μετατροπή της γης και των υδάτινων πόρων σε όξινα / εκπομπές όξινων αερίων
 - Ευτροφισμός / θρεπτικός εμπλουτισμός
 - Σχηματισμός φωτοχημικών οξειδωτικών.
- Παραγωγή απορριμμάτων
- Παραγωγή επικινδύνων απορριμμάτων
 - Παραγωγή μη-επικίνδυνων απορριμμάτων.

Οι πληροφορίες για την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση πρέπει να εστιάζουν στις πληροφορίες που είναι σημαντικές για τη διάλυση και την ανακύκλωση. Πρέπει να υπάρχουν πληροφορίες για τον τρόπο χειρισμού των απορριμμάτων και την υλική και ενεργειακή ανάκτηση από την ανακύκλωση. Οι πληροφορίες πρέπει να περιέχουν επίσης και μια αναφορά σε άλλες δράσεις που μπορεί να αναλάβει ο χρήστης ώστε να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι πληροφορίες από την εταιρία/οργανισμό μπορεί να περιέχουν συγκεκριμένες πτυχές που θέλει να αναδείξει αυτή π.χ. αν το προϊόν ή η υπηρεσία καλύπτει διάφορα είδη περιβαλλοντικών κριτηρίων για την οικολογική σήμανση ή πληροφορίες για την περιβαλλοντική υγεία και ασφάλεια.

Διεξαγωγή ανεξάρτητης κριτικής των δεδομένων

Ένα μέρος του συστήματος EPD είναι συνήθως η κριτική των δεδομένων από έναν ανεξάρτητο επαληθευτή. Αυτός απαιτείται σύμφωνα με τους κανόνες, οι οποίοι αναφέρουν ότι τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς της ανάλυσης του κύκλου ζωής πρέπει να εξετάζονται αν είναι να χρησιμοποιηθούν για συγκρίσεις.

Η επαλήθευση πρέπει να διασφαλίζει ότι η εταιρία ή οργανισμός έχει μια αξιόπιστη και συνεχώς ανανεώσιμη επεξεργασία των δεδομένων και των άλλων πληροφοριών που περιέχονται στη δήλωση.

Ένα τρίτο μέρος, το σώμα πιστοποίησης μπορεί να διεξάγει την εξέταση. Υπάρχουν πολλά τέτοια σώματα επικύρωσης των δηλώσεων.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της μελέτης της ανάλυσης κύκλου ζωής για επαλήθευση οφείλει να είναι περιεκτική με όλες τις διαδικασίες που ακολουθήθηκαν κατά τη διεξαγωγή της έρευνας. Πρέπει να υπάρχουν παραπομπές για τους γενικούς κανόνες EPD που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση στους υπολογισμούς και για τα έγγραφα PCR. Οποιαδήποτε απόκλιση από αυτές τις πηγές πρέπει να περιγράφεται και να δικαιολογείται.

Ένα κατάλληλο σχήμα για την παρουσίαση περιέχει τα ακόλουθα (Πηγή: <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/>):

- Η παρουσίαση της δήλωσης πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο, που να διευκολύνει την εξέταση από τον επαληθευτή με προσοχή στην ακρίβεια και τη συνάφεια των δεδομένων
- Τα αποτελέσματα από την ανάλυση της απογραφής πρέπει να παρουσιάζονται ξεχωριστά σε μορφή πίνακα και να περιέχουν περιλήψεις των διάφορων παραμέτρων για τις διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής
- Τα αποτελέσματα από την ανάλυση κύκλου ζωής πρέπει να παρουσιάζονται με τέτοιο τρόπο που να διευκρινίζεται η διαδικασία υπολογισμού από τη ροή δεδομένων μέχρι την τελική επεξεργασία των δεδομένων.

Είναι προτιμότερο οι παρακάτω τύπου πληροφορίες να είναι διαθέσιμες για εξέταση από τον επαληθευτή:

- Η παρουσίαση της μελέτης της ανάλυσης κύκλου ζωής
- Η περιγραφή των δεδομένων
- Το σχήμα και η μορφή της δήλωσης.

Η παρουσίαση της μελέτης της ανάλυσης κύκλου ζωής πρέπει να περιέχει:

- Τα αποτελέσματα από την ανάλυση απογραφής που περιέχουν τα όρια του συστήματος, οι κανόνες κατανομής, οι διαδικασίες συλλογής των δεδομένων και οι διαδικασίες για την επαλήθευση των δεδομένων
- Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση των επιπτώσεων που περιέχουν την κατανάλωση πόρων, την ταξινόμηση και τον χαρακτηρισμό
- Τα αποτελέσματα από τις ήδη υπάρχουσες κριτικές που περιέχουν την ερμηνεία τους, τις συστάσεις και τα συμπεράσματα.

Η περιγραφή των δεδομένων είναι προτιμότερο να περιέχει:

- Την τεκμηρίωση των διαδικασιών που περιέχονται στην ανάλυση κύκλου ζωής στο συνολικό επίπεδο για να είναι διαθέσιμα στη χρήση των υπολογισμών
- Τον τύπο των ειδικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και των πληροφοριών που χρησιμοποιήθηκαν από πηγές
- Το χειρισμό των δεδομένων και τις διαδικασίες διασφάλισης ποιότητας.

Το σχήμα και η μορφή της δήλωσης μπορεί να περιέχουν:

- Τις υποχρεωτικές πληροφορίες
- Άλλες περιβαλλοντικές πληροφορίες όπως π.χ. μια λίστα των υλικών και των χημικών ουσιών, πληροφορίες για την απελευθέρωση τοξικών ουσιών και πληροφορίες για τη συντήρηση και την ανακύκλωση
- Εθελοντικές πληροφορίες, όπως π.χ. αν το προϊόν είναι συμβατό με τους κανονισμούς κάποιων στάνταρ, η ύπαρξη περιβαλλοντικής σήμανσης κ.α.

Εγγραφή των δηλώσεων

Η εγγραφή των δηλώσεων γίνεται από ένα αρμόδιο σώμα, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επίσημη έκδοση των δηλώσεων στο διαδίκτυο, τόσο σε εθνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Για την εγγραφή της δήλωσης και της απόκτησης της άδειας ο οργανισμός πρέπει να προμηθεύσει το αρμόδιο σώμα με έγγραφες βεβαιώσεις της συμμόρφωσης της αίτησης με τις απαιτήσεις του προγράμματος. Όλα τα δεδομένα πρέπει να έχουν επαληθευμένη ποιότητα.

Συνεχής ενημέρωση των πληροφοριών των δηλώσεων και απόδειξη συμβατότητας

Η εταιρία ή ο οργανισμός μπορεί να θέλει να διορθώσει ή να τροποποιήσει τις πληροφορίες της δήλωσης. Αυτό μπορεί να απαιτηθεί αν έχουμε βελτίωση στην περιβαλλοντική απόδοση του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Σε αυτή την περίπτωση η εταιρία ή ο οργανισμός μπορεί να ξεκινήσει μια επανεξέταση των πληροφοριών. Στη συνέχεια γίνεται γνωστοποίηση των ζητούμενων αλλαγών της δήλωσης στο αρμόδιο σώμα.

Η εταιρία ή ο οργανισμός είναι υπεύθυνη για τη διασφάλιση της διατήρησης της συμβατότητας με τις απαιτήσεις του προγράμματος. Αφού εκδοθεί η δήλωση και δοθεί η άδεια, η εταιρία/οργανισμός πρέπει να πληροφορήσει το αρμόδιο σώμα για τυχόν αλλαγές στις διαδικασίες παρασκευής του προϊόντος έτσι ώστε να ελεγχθεί αν

διατηρείται η συμβατότητα με το πρόγραμμα και το περιεχόμενο της δήλωσης. Αν η συμβατότητα δεν διατηρείται το αρμόδιο σώμα αναγκάζει την εταιρία/οργανισμό να ξεκινήσει διορθωτικές δράσεις.

6. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

6.1. Αρχές ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι απαραίτητος τόσο σε κλίμακα κτιρίου όσο και σε κλίμακα οικοδομικού τετραγώνου και ολόκληρης της πόλης. Στόχος του είναι η δημιουργία πολεοδομικών συνόλων με ευνοϊκό μικροκλίμα και άνετους εξωτερικούς χώρους, καθώς και η μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων στον κτιριακό τομέα. Το μικροκλίμα μιας περιοχής επηρεάζεται από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, άνεμος και υγρασία, όπως και οι ημερήσιες και οι εποχιακές τους διαφοροποιήσεις, είναι οι παράμετροι, που κρίνεται απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό. Το δομημένο περιβάλλον, η τοπογραφία, η βλάστηση, ο προσανατολισμός και η γεωμετρία των κτιρίων, τα υλικά αλλά και τα χρώματα προσδιορίζουν τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον όρο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτιρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική τα πρώτα χρόνια της εμφάνισής της επικρίθηκε, αμφισβητήθηκε και πολλές φορές απορρίφθηκε από πολλούς αρχιτέκτονες. Τα πράγματα όμως στις μέρες μας έχουν διαφοροποιηθεί πολύ, καθώς πολλοί από τους παλιούς πολέμιους της είναι σήμερα ένθερμοι υποστηρικτές της, ενώ παράλληλα προστέθηκαν και νέοι επιστήμονες που υποστήριξαν την τάση αυτή. Επιπλέον πολλοί μελετητές μέσα από έρευνες και μελέτες συνέχισαν τη γνώση και μετέδωσαν τα κατάλληλα εργαλεία στους ειδικούς για να πετύχουν τον καλύτερο σχεδιασμό των κτιρίων (Πηγή: <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25339&locale=el>).

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα με τελικό σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές.

Η βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα εύρη φάσμα παραμέτρων όπως ο

προσανατολισμός, η κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους αλλά και η ορθή επιλογή των υλικών.

Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι περιορισμένη. Με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν, τα κτίρια μπορούν να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί ο θόρυβος. Όλα τα παραπάνω συνδέονται με το Βιοκλιματικό Σχεδιασμό και συμβάλλουν στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να αποτελούν απειλή για τις επόμενες γενιές.

6.2. Σκοπός οικολογικής δόμησης

Βασικός σκοπός της οικολογικής δόμησης είναι η προσαρμογή του κτιρίου στα κλιματικά και εν γένει περιβαλλοντικά δεδομένα, ώστε να εξασφαλιστεί ικανοποιητική ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος με τη μικρότερη δαπάνη ενέργειας, χωρίς όμως να στερηθούν οι ένοικοι την άνεση και την λειτουργικότητα των σπιτιών τους. Στοχεύει στην αξιοποίηση όλων των θετικών παραμέτρων που μπορεί να λάβει υπόψη, όπως είναι (Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>):

- Η μελέτη του μικροκλίματος μιας περιοχής
- Η θέση του κτιρίου
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου
- Η χρήση οικοδομικών υλικών φιλικά προς το περιβάλλον.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της εξοικονόμησης ενέργειας βασίζονται στα παρακάτω (Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>):

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος

προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες.

- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες.
- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων που οδηγεί στη μείωση των απωλειών, δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κάτι που προκαλεί τη μείωση των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση καταφέροντας έτσι να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου οικονομικότερα και χωρίς μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις.

6.3. Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια

Τα σύγχρονα κτίρια έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα ενεργοβόρα. Ο κτιριακός τομέας, στην ΕΕ καταναλώνει το 40% της ενέργειας ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό είναι 30%. Ο άνθρωπος περνά το 80% της ζωής του μέσα στο εσωτερικό κτιρίων οπότε και η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος έχει άμεση επίδραση και στην υγεία του. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με την επιβάρυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων με συνέπειες στην υγεία των ενοίκων (Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm).

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ειδικών συσκευών. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο με 116 Mtoe, στη συνέχεια με το πετρέλαιο 99 Mtoe, με τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe. Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των πηγών καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που ευθύνονται για το αίσθημα της θερμικής άνεσης χωρίζονται σε περιβαλλοντικούς και προσωπικούς.

Οι περιβαλλοντικοί είναι (Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm):

- Η ταχύτητα του αέρα
- Η μέση εξ ακτινοβολίας θερμοκρασία
- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- Η πίεση των υδρατμών του ατμοσφαιρικού αέρα.

Οι προσωπικοί παράγοντες από την είναι (Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm):

- Η θερμοκρασία του δέρματος
- Ο ρυθμός εφίδρωσης
- Η μονωτική ικανότητα του ρουχισμού
- Ο ρυθμός μεταβολισμού του σώματος και
- Η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος.

Τα συμπεράσματα όσον αφορά την κατοικία είναι ότι όλοι οι χώροι πλην του καθιστικού δεν απαιτούν τίποτα παραπάνω από μία γενική θέρμανση. Οι αυξημένες ανάγκες των λουτρών καλύπτονται από την μελέτη θέρμανσης. Το καθιστικό όμως,

λόγω πολύωρης ακινησίας σε αυτό, έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις και πρέπει να προβλέπεται συμπληρωματική θέρμανση η οποία μπορεί να έχει τη μορφή τζακιού ή ενδοδαπέδια ηλεκτρική θέρμανση. Πρωταρχικά όμως, η αρχιτεκτονική μελέτη πρέπει να καθορίσει τη θέση του καθιστικού σε ικανή απόσταση από τα κουφώματα, μακριά από ρεύματα και σε όσο γίνεται μεγαλύτερη επαφή με εσωτερικούς τοίχους. Γενικότερα για την μόνωση σε αραιοκατοικημένες περιοχές ή χαμηλής δόμησης όπου οι κατοικίες είναι εκτεθειμένες σε βόρειους ανέμους καλό θα ήταν οι βόρειοι τοίχοι να μονώνονται καλά και τα εξωτερικά κουφώματα να είναι μικρά σε διαστάσεις.

6.4. Κριτήρια σχεδιασμού

Τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται, αλλά και αυτά που ανακαινίζονται, πρέπει να καταναλώνουν όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια και μάλιστα αυτή να παράγεται από ΑΠΕ, ώστε το ενεργειακό τους ισοζύγιο να πλησιάζει στο μηδέν. Παρακάτω αναφέρονται βασικές ενεργειακές κατευθύνσεις για τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος, στο εσωτερικό του κτιρίου και στον περιβάλλοντα χώρο που αφορούν στο σχεδιασμό, στην οικοδομική και στις εγκαταστάσεις ενός κτιρίου, ώστε αυτό να είναι όσο το δυνατό λιγότερο ενεργοβόρο. Αφορούν άλλοτε σε καινούρια και άλλοτε σε υφιστάμενα κτίρια κατά περίπτωση και προφανώς δεν είναι πάντα εφικτό να πραγματοποιηθούν, λόγω των ιδιομορφιών του κάθε κτίσματος (θέση κτιρίου, σχήμα οικοπέδου, γειτνίαση κ.λπ.) (Ανδρεαδάκη Ελένη, 2006).

6.4.1. Κλιματικές συνθήκες

Τα πρώτα στοιχεία που πρέπει να εξετάζονται κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου, είναι οι κλιματικές συνθήκες, δηλαδή η εξωτερική θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η κίνηση του ήλιου, η ηλιοφάνεια και οι νεφώσεις, ο άνεμος και οι βροχοπτώσεις.

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μέσες μηνιαίες, ημερήσιες ή και ωριαίες τιμές θερμοκρασίας για κάθε μήνα του χρόνου. Η διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του ημερονυχτίου και τη διάρκεια του έτους αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες για την επιλογή του πάχους της μόνωσης και των χαρακτηριστικών των ανοιγμάτων.

Η γνώση της τροχιάς και της θέσης του ήλιου, που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της περιοχής, είναι απαραίτητη για τη μελέτη του φυσικού φωτισμού του κτιρίου και της σκίασης του. Σε περιόδους με χαμηλές θερμοκρασίες η σκίαση πρέπει να μειώνεται για να γίνεται εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας στη θέρμανση εσωτερικών χώρων, ενώ σε περιόδους με υψηλές θερμοκρασίες η σκίαση είναι απαραίτητη (Ανδρεαδάκη Ελένη, 2006)..

Η γνώση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του ανέμου είναι επίσης σημαντική, τόσο για τη χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, όσο και την τοποθέτηση των ανοιγμάτων. Τα επίπεδα ηλιοφάνειας καθώς και οι νεφώσεις, αποτελούν σημαντικά στοιχεία για το φυσικό φωτισμό, αλλά και για την εγκατάσταση ηλιακών θερμικών συστημάτων και φωτοβολταϊκών.

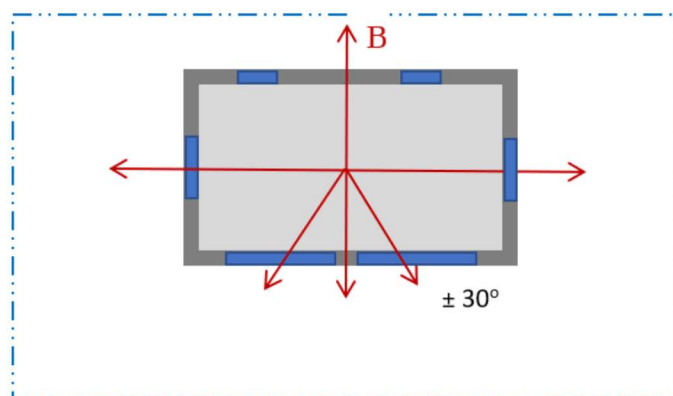
Τα επίπεδα βροχόπτωσης είναι χρήσιμα για το σχεδιασμό του κτιρίου, τη χωροθέτηση του στο οικόπεδο και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του μέτρου συλλογής βρόχινου νερού.

6.4.2. Προσανατολισμός και χωροθέτηση

Για την εύκρατη ζώνη, ο καλύτερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με την αντίστοιχη σε ανατολή και δύση για την περίοδο του χειμώνα. Για το καλοκαίρι μειώνεται σχεδόν στο μισό για τις νότιες επιφάνειες σε σχέση με τις ανατολικές και δυτικές. Έτσι η χωροθέτηση ενός νέου κτιρίου σ' ένα οικόπεδο πρέπει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του. Επιτρέπονται αποκλίσεις ανατολικά ή δυτικά του νότου έως $\pm 30^\circ$. Στην περίπτωση που το οικόπεδο βρίσκεται εντός σχεδίου πόλης ή οικισμού και έχει δυσμενή προσανατολισμό, δηλαδή έχει ελεύθερες όψεις μόνον σε ανατολή και δύση, τότε η δυνατότητα νότιου προσανατολισμού μπορεί να επιτευχθεί με προεξοχές στο κέλυφος, των οποίων η όψη στρέφεται προς το νότο (Πηγή: <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfccebacebbceb9cebcceb1cf84ceb9cebacebfcf831.pdf>).

6.4.3. Σχήμα του κτίσματος

Για το εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, το καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, γιατί προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για την συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Η αναλογία βάθους προς πλάτος της κάτοψης πρέπει να είναι $\approx 1/1,5$ (Σχήμα 6.1). Παράλληλα επιβάλλεται σκίαση της νότιας πλευράς, ώστε το καλοκαίρι που ο ήλιος είναι ψηλότερα να μην μπορεί να περάσει στο εσωτερικό του σπιτιού. Οι δυσμενείς προσανατολισμοί ανατολής – δύσης, καλό είναι να έχουν περιορισμένη επιφάνεια και συνεπώς μικρότερη επιβάρυνση από τον καλοκαιρινό ήλιο (Πηγή: <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfccebbcebb9cebcceb1cf84ceb9cebacebfcf831.pdf>).



Σχήμα 6.1: Σχήμα κτίσματος, χωροθέτηση και μέγεθος ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό

6.4.4. Εσωτερική διαρρύθμιση χώρων -κατάσταση θερμικής οπτικής και ακουστικής άνεσης

Το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων, αποτελεί το πιο σύνηθες περιβάλλον για τον άνθρωπο. Μολονότι ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες τα ποσοστά διαφέρουν από χώρα σε χώρα, έχει υπολογιστεί, ότι ο σύγχρονος τρόπος διαβίωσης επιβάλλει στον άνθρωπο να βρίσκεται σε κτίρια περισσότερο από το 80% του διαθέσιμου χρόνου του, είτε για εργασιακούς σκοπούς είτε για ξεκούραση και διασκέδαση. Συνεπώς, το περιβάλλον, που επικρατεί εντός των κτιρίων έχει καταλυτική σημασία για την ποιοτική

διαβίωση. Τα βασικά κριτήρια, που διαμορφώνουν την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι η άνεση και η υγιεινή. Άνεση ορίζεται η κατάσταση σωματικής και πνευματικής ευεξίας. Έχει παρατηρηθεί, ότι ορισμένοι αντικειμενικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα του αέρα, ο φωτισμός, οι ήχοι, η θέα και τα χρώματα ευνοούν το αίσθημα της άνεσης σε ένα χώρο. Άρα, η άνεση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί και υπάρχει, για παράδειγμα, η θερμική, η οπτική και η ακουστική άνεση. Η υγιεινή εξαρτάται από την παρουσία ή μη παθογόνων παραγόντων, δηλαδή παραγόντων, που μπορούν να επηρεάσουν την υγεία του ανθρώπου. Τέτοιους παράγοντες αποτελούν η εσωτερική αέρια ρύπανση, η αυξημένη υγρασία και ο κακός φωτισμός.

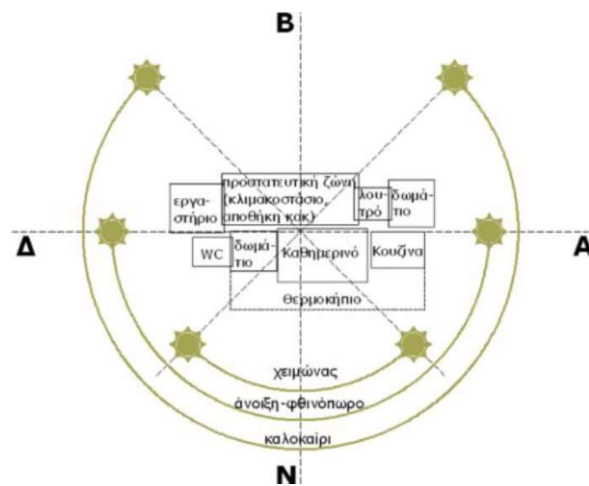
Η διαμόρφωση της ποιότητας στο εσωτερικό περιβάλλον ενός χώρου εξαρτάται κυρίως από τις εξωτερικές συνθήκες, το κέλυφος του κτιρίου, το περιεχόμενο και τη χρήση του. Ως σύνολο παραμετρικών συνθηκών, το εσωτερικό περιβάλλον βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον. Επομένως, οι τιμές των συνθηκών, που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ποιότητας στο εσωτερικό ενός χώρου επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων στο εξωτερικό του. Οι αλληλεπιδράσεις των παραγόντων αυτών, εντός και εκτός του κτιρίου, συντελούνται μέσω του κελύφους του κτιρίου, που αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα της κατασκευής του. Ως όριο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, δέχεται εκατέρωθεν επιδράσεις, τις οποίες οφείλει να ελέγχει και να είναι σε θέση να τις προσαρμόζει, με στόχο την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης και υγιεινής στο εσωτερικό του. Έτσι, οφείλει να είναι αδιαπέραστο σε κάποιους παράγοντες, όπως η βροχή και η εξωτερική ρύπανση, σε κάποιους, όπως το ηλιακό φως να είναι διαπερατό και σε κάποιους να συμπεριφέρεται κατά περίπτωση, για παράδειγμα στη θερμότητα και στον αέρα. Στο βαθμό, που το κέλυφος ανταποκρίνεται στο ρόλο του, η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Διαφορετικά, για την κάλυψη των αποκλίσεων, απαιτείται πολλές φορές η λειτουργία ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (Παπαμανώλης Ν., 2015).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός επεξεργάζεται και προτείνει μεθόδους εξασφάλισης ικανοποιητικής ποιότητας στο εσωτερικό των κτιρίων. Μελετά, δηλαδή, τις υπάρχουσες συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος και προτείνει μεθόδους για τη διαμόρφωσή τους σε ικανοποιητικά επίπεδα. Οι μέθοδοι αυτές αναφέρονται όχι μόνο σε

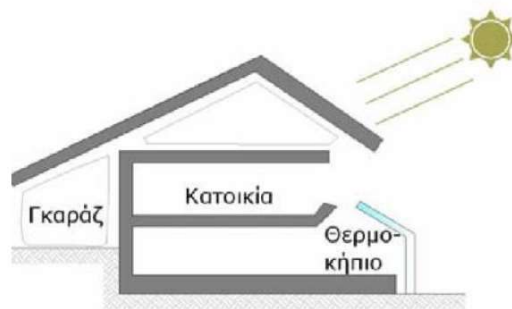
σχεδιαστικές, αλλά και σε κατασκευαστικές επιλογές, οι οποίες κατά ένα μεγάλο ποσοστό αφορούν στο κέλυφος του κτιρίου, είτε με άμεσο είτε με έμμεσο τρόπο. Επίσης, εξετάζει μεθόδους βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του κτιρίου σε συνθήκες ασφάλειας, όπως είναι η ανεμοπροστασία, η πυροπροστασία, η προστασία από κεραυνούς.

Είναι ευνόητο, ότι οι λειτουργίες, που εξασφαλίζουν ένα ποιοτικό εσωτερικό περιβάλλον στο χρήστη ενός κτιρίου, κρίνεται αναγκαίο να επιτελούνται με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και με τη χρήση τεχνικών, που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Το κτίριο καθίσταται ένα σύνθετο ενεργειακό σύστημα, που απαιτεί θερμική, οπτική και ακουστική άνεση (Παπαμανώλης Ν., 2015).

- Εσωτερική διαρρύθμιση. Η θέα, εφόσον υπάρχει, είναι καθοριστικός παράγοντας στη διαρρύθμιση του εσωτερικού του κτιρίου. Στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτίριο προς το βορρά παρά το γεγονός ότι ίσως έτσι αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους. Στην αντίθετη περίπτωση στη βορεινή πλευρά τοποθετούνται οι χώροι που χρησιμοποιούνται λιγότερες ώρες την ημέρα, αφού αυτή η πλευρά του κτιρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή. Συγχρόνως οι χώροι αυτοί λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους και ως χώροι ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των χώρων διημέρευσης. Στη νότια πλευρά τοποθετούνται οι χώροι κύριας και πολύωρης χρήσης. Οι χώροι αυτοί δέχονται τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα και είναι πιο ευχάριστοι και πιο φωτεινοί. Αν αποφασιστεί να ενταχθεί κάποιο παθητικό ηλιακό σύστημα στο κτίσμα, αυτό τοποθετείται στο νότο (Σχήματα 6.2 και 6.3).



Σχήμα 6.2: Βέλτιστη διαρρύθμιση χώρων αναφορικά με τον προσανατολισμό



Σχήμα 6.3: Βέλτιστη τοποθέτηση βοηθητικών χώρων στο βορρά και παθητικών ηλιακών συστημάτων στο νότο

- **Θερμική άνεση.** Ως θερμική άνεση, ορίζεται η κατάσταση, κατά την οποία ο εγκέφαλος εκφράζει ικανοποίηση όσο αφορά στο θερμικό περιβάλλον, διότι δεν αισθάνεται ανεπιθύμητη ζέστη ούτε ανεπιθύμητο κρύο. Η εσωτερική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι σταθερή και κάθε αύξηση της θερμότητας σε αυτό πρέπει να αποβάλλεται. Η διατήρηση αυτής της ισορροπίας στο σώμα καθορίζει τις συνθήκες της θερμικής άνεσης, η οποία εξαρτάται από ένα συνδυασμό φυσικών, οργανικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων (Παπαμανώλης Ν., 2015).
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες θερμικής άνεσης:
 - Θερμοκρασία αέρα.

- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας.
- Ταχύτητα των εσωτερικών ρευμάτων αέρα.
- Σχετική υγρασία.
- Προσωπικοί παράγοντες θερμικής άνεσης:
 - Μεταβολισμός.
 - Ρουχισμός.

Οι εσωτερικοί χώροι ενός κτιρίου μπορούν να διαιρεθούν σε διακριτές θερμικές ζώνες, με συγκεκριμένες συνθήκες θερμικού περιβάλλοντος. Προσδιορίζονται από τις επιφάνειες των δομικών στοιχείων, που διαχωρίζουν κάθε ζώνη από το εξωτερικό περιβάλλον ή μία παρακείμενη ζώνη. Η διαίρεση σε ζώνες απαιτείται σε κτίρια τριτογενούς τομέα με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m² και σε τμήματα κτιρίων μικρού μεγέθους μικτής χρήσης, όπου είτε οι εσωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού των διαφορετικών χώρων του κτιρίου διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 5°C και οι λόγοι των θερμικών κερδών προς τις θερμικές απώλειες διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 0,4 είτε οι θύρες μεταξύ των διαφορετικών χώρων παραμένουν κλειστές.

Οι πιο γνωστοί οργανισμοί, που προτείνουν κι αναπτύσσουν πρότυπα θερμικής άνεσης είναι ο ISO (International Standard Organization), ο ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) και ο CEN (European Committee for Standardization) (Κοσμόπουλος Π., 2008). Αναλυτικότερα:

- Οπτική άνεση. Είναι γεγονός, ότι η οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των ανοιγμάτων στο κέλυφος ενός κτιρίου, επηρεάζει τη διάθεση καθώς και την παραγωγικότητα του χρήστη του κτιρίου. Η οπτική άνεση σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τις ποσοτικές και τις ποιοτικές ανάγκες του χώρου για φωτισμό σε συνδυασμό με τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις του. Ωστόσο, δεν είναι δυνατό να καθοριστεί εύκολα, καθώς πρόκειται για κρίση υποκειμενικών αντιδράσεων με αντικειμενικές παραμέτρους. Ανάλογα με το είδος των εργασιών ή των δραστηριοτήτων, που εκτελούνται στο εσωτερικό ενός κτιρίου, απαιτείται σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού, που να εξασφαλίζει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι παράμετροι, που επηρεάζουν την οπτική άνεση, είναι η αντίθεση (λόγος λαμπρότητων), τα επίπεδα φωτισμού και η ομοιομορφία στην κατανομή τους, η θάμβωση και η θέα. Το πηλίκο της λαμπρότητας στο εσωτερικό ενός κτιρίου, όπως μετράται σε ένα καθορισμένο ύψος εργασίας, συνήθως 1 m πάνω από το έδαφος, προς τη λαμπρότητα στο εξωτερικό του κτιρίου υπό συνθήκες πλήρως νεφосκεπούς ουρανού ονομάζεται παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ). Το μέγεθος αυτό χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό των συνθηκών οπτικής άνεσης στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Εκτός από τις ελάχιστες ή μέγιστες τιμές του ΠΦΦ, που καθορίζουν τα αποδεκτά επίπεδα φωτισμού, σημασία για την οπτική άνεση έχει η ομοιογενής κατανομή των τιμών του ΠΦΦ στο χώρο. Το ανθρώπινο μάτι, δεχόμενο το άμεσο φως, που εκπέμπεται από τις φωτεινές πηγές και το έμμεσο φως από την ανάκλαση του φωτός στις επιφάνειες προσαρμόζεται στη μέση ένταση φωτισμού του οπτικού του πεδίου. Όταν δεχθεί φως από μια πηγή με ένταση φωτισμού πολύ μεγαλύτερη από τη μέση ένταση, χρειάζεται χρόνο, για να προσαρμοστεί, και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται θάμβωση. Θάμβωση προκαλεί και η ανάκλαση του φωτός από την πρόσπτωσή του σε ορισμένες επιφάνειες. Η θάμβωση προκαλεί δυσφορία, γιατί η εικόνα του χώρου γίνεται προσωρινά θολή και κατά συνέπεια, επηρεάζει αρνητικά την οπτική άνεση. Το φως δίνει ζωή σε ένα χώρο, αλλά η ποιότητα του φωτός είναι πιο σημαντική από την ποσότητα. Η επιλογή του σωστού φωτισμού σε ένα κτίριο – φυσικού και τεχνητού - μπορεί να συνεισφέρει όχι μόνο στη σωματική και πνευματική υγεία του χρήστη αλλά και στην κοινωνική του υπόσταση. Το κτίριο χρειάζεται ισορροπία μεταξύ των διαφορετικών ειδών φωτισμού - οι περισσότεροι χώροι απαιτούν καλό γενικό φωτισμό, που μπορεί να παρέχει συνολική φωτεινότητα, και επικεντρωμένο φωτισμό στα επιμέρους σημεία, που παράγεται έργο (Παπαμανώλης Ν., 2015 και Κοσμόπουλος Π., 2008).

- Ακουστική άνεση. Η ακουστική άνεση ενός κτιρίου είναι η ικανότητά του να προστατεύει το χρήστη από θορύβους και να παρέχει ακουστικό περιβάλλον, κατάλληλο για τη διαμονή του ή τις άλλες δραστηριότητές του. Οι στόχοι της ακουστικής άνεσης στα κτίρια, επιτυγχάνονται σε δύο κατευθύνσεις:

- με προστασία από ενοχλητικούς ήχους, προερχόμενους είτε μέσα από το κτίριο είτε από το εξωτερικό περιβάλλον και
- με τη βελτίωση της ακουστικής των εσωτερικών χώρων.

Ο ήχος, μια έννοια, που συνοδεύει όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες, μπορεί να έχει τόσο ευεργετική όσο και ενοχλητική επίδραση. Ο διαχωρισμός μεταξύ ήχου και θορύβου εξαρτάται από το αίσθημα, που προκαλεί. Ο θόρυβος επίσης μπορεί να διαχωριστεί σε εργασιακό, περιβαλλοντικό, κυκλοφοριακό, κτυπογενή και αερόφερτο. Για να θεωρηθεί αποδεκτός ή μη, πρέπει να μετρηθεί και να συγκριθεί με πρότυπα, που έχουν προκύψει από μελέτες και έχουν οριοθετηθεί νομικά.

Για την επίτευξη ακουστικής άνεσης στα κτίρια λαμβάνονται μέτρα ηχοπροστασίας και ηχομόνωσης. (Παπαμανώλης Ν., 2015 και Κοσμόπουλος Π., 2008).

6.4.5. Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού

Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων ενός κτιρίου αποτελούν τον οικονομικότερο, αποδοτικότερο και απλούστερο ηλιακό συλλέκτη το χειμώνα, αρκεί να έχουν προσανατολισμό νότιο ή με απόκλιση $\pm 30^\circ$ ανατολικά ή δυτικά του νότου. Προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότιο προσανατολισμό, μέτριου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα στο βορρά. Για επαρκή φωτισμό και ηλιασμό από νότια ανοίγματα δεν πρέπει το βάθος του χώρου να υπερβαίνει τη διάσταση που ισούται με 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος. Τα ανοίγματα στο βορρά, παρά το προτεινόμενο μικρό μέγεθός τους, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στο σχεδιασμό των κτιρίων, γιατί πέρα από τη διασφάλιση φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, παρέχουν τη δυνατότητα διαμερούς αερισμού το καλοκαίρι, συνεπώς και φυσικού δροσισμού του κτιρίου (Πηγή: <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfccebacebbceb9cebcceb1cf84ceb9cebasebfcf831.pdf>).

6.5. Κέλυφος

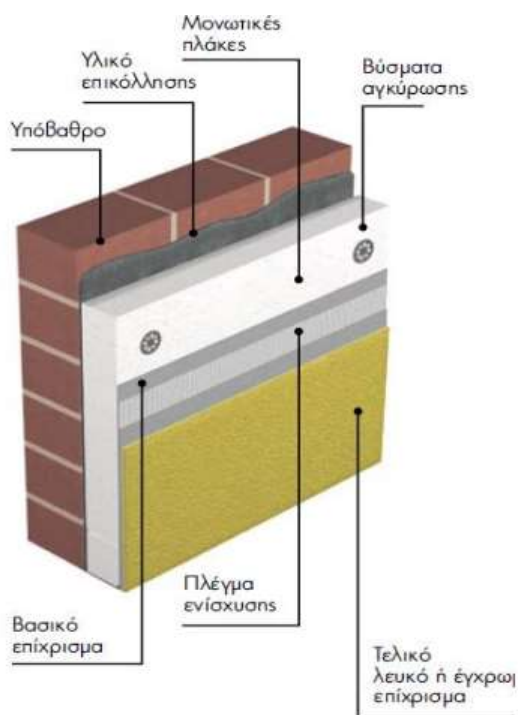
6.5.1. Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα

Η πιο αποτελεσματική «αποθήκη» της ηλιακής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Τα βαριά υλικά, σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, άργιλος, έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα, άρα και ικανότητα αποθήκευσης της πλεονάζουσας θερμότητας και απόδοση της στο εσωτερικό του κτίσματος, σε μεταγενέστερο χρόνο. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους και έμμεσα από την οροφή με την κίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω. Όσο περισσότερη μάζα διαθέτει το κτίριο στο εσωτερικό του, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποθηκεύει, διατηρώντας τη θερμοκρασία του χώρου σταθερή, σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, ενώ παράλληλα περιορίζεται η λειτουργία της βοηθητικής θέρμανσης το χειμώνα, αλλά και της ψύξης το καλοκαίρι (Πηγή: <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfcfacebbceb9cebceeb1cf84ceb9cebacebfcf831.pdf>).

6.5.2. Μόνωση

Η θερμομόνωση του κτιρίου αποτελεί τη βασική θερμική προστασία έναντι των καιρικών συνθηκών, ώστε να υπάρχουν συνθήκες άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Επιβάλλεται προσθήκη κατάλληλου πάχους μόνωσης, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, σε τοίχους, οροφές και δάπεδο, ώστε να επιτυγχάνεται μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας των συμπαγών στοιχείων του κελύφους και συνεπώς μείωση των θερμικών απωλειών. Στα ψυχρά κλίματα η απαίτηση για καλύτερη θερμομόνωση είναι μεγαλύτερη καθώς η θερμοκρασία σχεδιασμού 20° C στο εσωτερικό του κτιρίου, αποκλίνει περισσότερο σε σχέση με τις εξωτερικές θερμοκρασίες. Η περισσότερο επιβαρυσμένη περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του (δώμα, στέγη) γιατί δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ήλιου σε όλη τη διάρκεια της ημέρας (Πηγή: <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfcfacebbceb9cebceeb1cf84ceb9cebacebfcf831.pdf>).

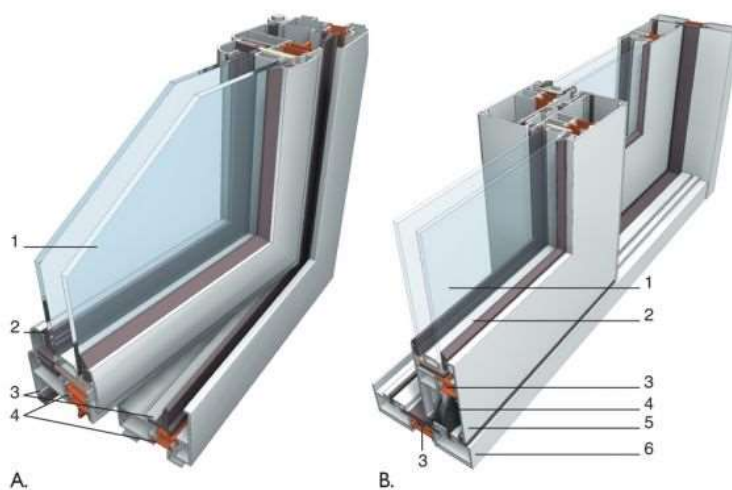
Η θέση της μόνωσης στους τοίχους εξαρτάται από το αν εξυπηρετεί να περικλείει εσωτερικά ή όχι τη θερμική μάζα του κτιρίου. Έτσι για παράδειγμα σε κτίριο που χρησιμοποιείται όλο το χρόνο, συνήθως πρακτική τα τελευταία χρόνια είναι η τοποθέτηση της μόνωσης εξωτερικά του κτίσματος (θερμοπροσόψεις), ώστε να διασφαλίζεται η παγίδευση της αποθηκευμένης ηλιακής ακτινοβολίας (Εικόνα 6.1). Η εξωτερική θερμομόνωση έχει το πλεονέκτημα ότι εφαρμόζεται σε συνεχή επιφάνεια χωρίς διακοπές κι έτσι μειώνεται η επίδραση των θερμογεφυρών στη θερμική συμπεριφορά του κτιριακού κελύφους, εκτός στις περιπτώσεις που είναι αναπόφευκτες, όπως στις θέσεις των προβόλων. Στην περίπτωση που το κτίριο χρησιμοποιείται ως εξοχική κατοικία, είναι καλύτερα η μόνωση να τοποθετείται εσωτερικά στο κτίριο. Επίσης επιβάλλεται κινητή θερμική μόνωση των ανοιγμάτων για νυχτερινή προστασία με χρήση εξώφυλλων (μπορούν να έχουν περσίδες με θερμομόνωση).



Εικόνα 6.1: Εξωτερική μόνωση

6.5.3. Κουφώματα

Προτείνεται χρήση θερμομονωτικών -αεροστεγών κουφωμάτων ανάλογα με την κλιματική ζώνη, με διπλά ή πολλαπλά τζάμια με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, καθώς και τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών και ανεμοθραυστών σε βορεινές εισόδους, για μείωση της διείσδυσης του αέρα (Εικόνα 6.2). Επίσης απαιτείται καλή συναρμογή των αρμών των κουφωμάτων για επίτευξη αεροστεγανότητας.



Εικόνα 6.2: Κουφώματα Α ανοιγόμενο Β συρόμενο

A. Ανοιγόμενο κούφωμα αλουμινίου.

1. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Ελαστικό παρέμβυσμα στεγανοποίησης.
4. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).

B. Συρόμενο κούφωμα αλουμινίου.

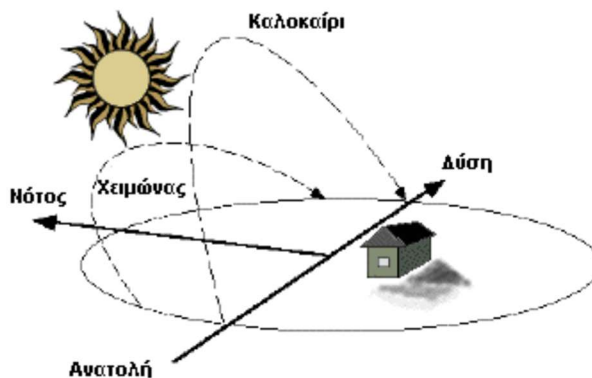
1. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).
4. Μηχανισμός ολίσθησης (ράουλο).
5. Συρόμενο φύλλο.
6. Κάσα κουφώματος με θερμοδιακοπή.

6.5.4. Ηλιοπροστατευτικά πετάσματα - σκίαστρα

Ο τρόπος, με τον οποίο το φως προσπίπτει σε ένα κτίριο δεν είναι στατικός, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα την εποχή, την ώρα της ημέρας, το κλίμα και τον

προσανατολισμό. Ο έλεγχος του φωτός στο εσωτερικό ενός κτιρίου είναι αρκετά πολύπλοκος και απαιτείται εξειδικευμένη γνώση για το σωστό χειρισμό του. Ενώ τα οφέλη της ηλιακής ενέργειας είναι πολλά, υπάρχουν δύο περιπτώσεις, που μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες, προκαλώντας υπερθέρμανση και θάμβωση. Γι' αυτό το λόγο λαμβάνονται μέτρα ηλιοπροστασίας, που είτε εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να προσπέσει στις εξωτερικές επιφάνειες ενός κτιρίου είτε να διαπεράσει τα ανοίγματα του κελύφους του. Η ηλιοπροστασία απαιτείται σε θερμά κυρίως κλίματα, σε μικρά και μέσα γεωγραφικά πλάτη, όπου καταγράφονται υψηλές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας. Εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στις όψεις των κτιρίων, που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Η μελέτη και η χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς σχετίζεται άμεσα με την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως επίσης και με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, η εφαρμογή των οποίων γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική εξαιτίας των οικολογικών προβλημάτων. Οι ζητούμενοι στόχοι του σχεδιασμού συστημάτων ηλιοπροστασίας είναι η αύξηση των επιπέδων του φυσικού φωτισμού, η επίτευξη ομοιομορφίας του φωτισμού, η λογική κατανομή της λαμπρότητας, η μείωση της θάμβωσης και η ρύθμιση των ηλιακών κερδών θερμότητας με προσπάθεια για μείωσή τους κατά τους θερινούς μήνες και αύξηση κατά τους χειμερινούς μήνες (Παπαμανώλης Ν., 2015 και Κοσμόπουλος Π., 2008).

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της θέσης ενός κτιρίου καθορίζουν το είδος και τη μορφή της ηλιοπροστασίας, που θα χρειαστεί. Η ηλιακή γεωμετρία και ο προσανατολισμός είναι οι βασικοί παράγοντες, που επηρεάζουν τις επιλογές του μελετητή. Ηλιακή γεωμετρία είναι η πορεία, που διαγράφει ο ήλιος πάνω από την περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια του έτους. Στο βόρειο ημισφαίριο, κατά τη χειμερινή περίοδο, ο ήλιος κινείται χαμηλά και η πορεία του είναι μικρότερη από αυτή, που διαγράφει το καλοκαίρι. Κατά τη θερινή περίοδο, η ανατολή και η δύση του ήλιου μετατοπίζονται βορειότερα στον ορίζοντα και η πορεία, που ακολουθείται βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψος. Στο νότιο ημισφαίριο, η πορεία του ήλιου είναι η ακριβώς αντίστροφη (Εικόνα 6.3).



Εικόνα 6.3: Ηλιακή Γεωμετρία

Βασική κατηγορία μέτρων ηλιοπροστασίας αποτελούν τα σκίαστρα, που εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει από τα ανοίγματα στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Η ορθή επιλογή των σκιάστρων πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά τη θερινή περίοδο, να μην περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος τη χειμερινή περίοδο και να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες για φυσικό φωτισμό.

Ένα είδος διαχωρισμού των συστημάτων σκίασης μπορεί να γίνει, εξετάζοντας τον τρόπο, με τον οποίο αυτά τροποποιούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, προκύπτουν οι εξής κατηγορίες σκίασης:

- Σκίαση, που δεν εμφανίζει γωνιακή επιλεκτικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν πετάσματα από μέταλλο, ύφασμα και γυαλί, που προκαλούν ποσοστιαία μείωση στο φυσικό φωτισμό, ωστόσο μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να τον επηρεάζουν δυσμενώς.
- Σκίαση, που εμφανίζει γωνιακή επιλεκτικότητα, όπως είναι ο πρόβολος σε νότιο άνοιγμα.
- Σκίαση, που εκτός των ανωτέρω, παρουσιάζει και φασματική επιλεκτικότητα, συνήθως με την επιλογή κατάλληλης επίστρωσης.

Υπάρχουν σταθερά και κινητά σκίαστρα (Εικόνα 6.4). Τα σταθερά σκίαστρα αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της κατασκευής του κτιρίου και ο σχεδιασμός τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό και το σχήμα του ανοίγματος, που χρειάζεται να προστατευτεί σε συσχετισμό με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και του έτους. Τοποθετούνται εξωτερικά του κτιρίου, εμποδίζοντας την άμεση ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στα ανοίγματα, με αποτέλεσμα να απορροφούν και να διαχέουν τη θερμότητα στο εξωτερικό περιβάλλον. Πρέπει να

βρίσκονται σε απόσταση από το κτίριο, ώστε να λειτουργεί μια ζώνη κυκλοφορίας αέρα ανάμεσα σε αυτά και την επιφάνεια του κτιρίου. Η εξωτερική τους θέση συνεπάγεται καταπόνηση από τις καιρικές συνθήκες, και άρα χρησιμοποίηση ανθεκτικών υλικών. Βασικά υλικά της κατασκευής τους είναι το σκυρόδεμα, το αλουμίνιο, το πλαστικό και το ξύλο. Πρέπει να έχουν συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ώστε να είναι αποτελεσματικά, επιτρέποντας τις ακτίνες του ήλιου να εισέρχονται μέσω των ανοιγμάτων του κελύφους κατά την ψυχρή περίοδο του έτους και εμποδίζοντάς τες τη θερμή περίοδο. Πλέον, σχεδιαστικά προγράμματα και προγράμματα ενεργειακών μελετών κτιρίων, που υπολογίζουν τις σκιάσεις σε κάθε όψη και άνοιγμα του κελύφους, οποιαδήποτε ημέρα και ώρα, μπορούν να διευκολύνουν το μελετητή να καταλήξει σε σωστές επιλογές σκίασης.

Τα σταθερά σκίαστρα διακρίνονται σε οριζόντια, κατακόρυφα ή κεκλιμένα. Τα οριζόντια σκίαστρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στο κάτω τμήμα της επιφάνειας, από την οποία προεξέχουν, εφόσον ο ήλιος βρίσκεται ψηλά στον ορίζοντα. Συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό και μπορεί να έχουν τη μορφή προβόλου, ανακλαστικών ραφιών ή περσίδων. Από την άλλη, τα κατακόρυφα σκίαστρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στο πλευρικό τμήμα της επιφάνειας, από την οποία προεξέχουν, όταν ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα. Είναι κατάλληλα για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό και μπορεί να είναι είτε κάθετα είτε κεκλιμένα προς το επίπεδο της κάτοψης του ανοίγματος.

Τα κινητά σκίαστρα διακρίνονται σε εξωτερικά και εσωτερικά. Στα εξωτερικά κινητά σκίαστρα εντάσσονται οι μεταλλικές περσίδες, οριζόντιες για νότιο προσανατολισμό και κατακόρυφες για δυτικό και ανατολικό. Οι περιστρεφόμενες περσίδες, ανάλογα με τον προσανατολισμό τους, επιτρέπουν ή εμποδίζουν τη διέλευση των ηλιακών ακτινών. Η λειτουργία και η απόδοση τους βελτιώνονται με τη χρήση απλών ή αυτόματων μηχανισμών περιστροφής. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται και οι κοινές τέντες, οι οποίες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι και 65% στις νότιες όψεις, ενώ για ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς το ποσοστό αγγίζει το 80%.

Η αποδοτικότητα τους εξαρτάται από τα υλικά, την ηλικία και τη φθορά τους από τις καιρικές συνθήκες. Τα εσωτερικά κινητά σκίαστρα προτείνονται για νότιο, ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα ενετικά στόρια, τα

οποία κινούμενα πάνω σε οδηγούς εξασφαλίζουν καλύτερη λειτουργία και μεγαλύτερο χρόνο ζωής. Επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση και ο έλεγχος τους μπορεί να είναι χειροκίνητος ή μηχανοκίνητος. Ένα άλλο είδος σκίασης είναι τα ειδικά διάτρητα ρολά. Πρόκειται για ηλιοπροστατευτικά ρολά, που τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά στο κτίριο και είναι κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς. Μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70 με 80%. Επιπλέον, συμβάλλουν στη μείωση της θάμβωσης, ενώ επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον. Το ύφασμα τους αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου σε αραιή λεπτή ύφανση (Παπαμανώλης Ν., 2015 και Κοσμόπουλος Π., 2008).



Εικόνα 6.4: Συστήματα σκίασης

6.5.5.Χρώμα και υφή των εξωτερικών επιφανειών

Για τους εξωτερικούς τοίχους κυρίως δυτικού προσανατολισμού προτιμώνται τα ανοιχτά χρώματα. Επίσης η μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι συμβαίνει στα δώματα, όπως αναφέρθηκε ήδη, με αποτέλεσμα οι τελευταίοι όροφοι των κτιρίων να είναι περισσότερο επιβαρυνμένοι. Δώμα βαμμένο σκούρο παρουσιάζει θερμοκρασία αυξημένη σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ για άσπρο βαμμένο δώμα (ασβέστης) η αντίστοιχη υπέρβαση φτάνει μόλις τον 1° C. Έτσι προτείνονται δώματα ανοιχτού χρώματος ή με ανακλαστική επιφάνεια ή με φύτευση. Οι πράσινες στέγες συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος, καθώς απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και έτσι μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα στο άμεσο περιβάλλον, παράγουν οξυγόνο και

φιλτράρουν τη σκόνη (Εικόνα 6.5). Για το ελλαδικό κλίμα, η θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να είναι κατά 17°C χαμηλότερη τον Ιούλιο (μέσος όρος), σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα συμβατικό δώμα από τσιμεντένιες πλάκες. Επίσης η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου με φυτεμένη στέγη μπορεί το καλοκαίρι να είναι από 3 έως και 10°C χαμηλότερη. Αυτή η μείωση της θερμοκρασίας παρατηρείται στους τελευταίους ορόφους - κάτω από το δώμα - όταν πρόκειται για πολυώροφα κτίρια. Το χειμώνα μεταφέρεται λιγότερη θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω. (Κώστας Τσίπτηρας, 2000).



Εικόνα 6.5: Απαραίτητα στρώματα για τη φύτευση στα δώματα

6.6. Συστήματα παθητικά - ενεργητικά

6.6.1. Φωτισμός

➤ Φυσικός φωτισμός

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να εξυπηρετήσει με φυσικό τρόπο πολλές από τις ανάγκες για φωτισμό (Εικόνα 6.6). Η επάρκεια φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τη γεωμετρία των ανοιγμάτων του χώρου, αλλά και από τα χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα) και των υαλοπινάκων (ανακλαστικότητα, διαπερατότητα). Απαιτείται η βελτίωση του φυσικού φωτισμού με κατάλληλες διατάξεις στα παράθυρα και σε τυχόν αίθρια, ώστε να διεισδύσει το ηλιακό φως στο

κτίριο. Με εκπόνηση μελέτης σκιασμού - ηλιασμού μπορούμε να εκμεταλλευτούμε στο μέγιστο το φυσικό φωτισμό. Η χρήση κατόπτρων είναι μια άλλη μέθοδος κατεύθυνσης του φυσικού φωτός εκεί που χρειάζεται (Πηγή: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/NOMOTHESIA/KTIRIOOIKODOMIKOS%20KSNONISMOS/097620FC1F4A1F54E0440003BA2D133C>).



Εικόνα 6.6: Φυσικός φωτισμός

➤ **Τεχνητός φωτισμός**

Αφού εξαντληθούν οι δυνατότητες εκμετάλλευσης φυσικού φωτισμού, χρησιμοποιούμε τεχνητό φωτισμό. Όσον αφορά στον τεχνητό φωτισμό πρέπει να γίνεται επιλογή λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης. Οι λάμπες led (Εικόνα 6.7) υπόσχονται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανιχνευτές παρουσίας ή και αισθητήρες φωτισμού, που θα ενεργοποιούν τα φώτα, μόνο εφόσον ο φυσικός φωτισμός πέσει κάτω από κάποια προκαθορισμένα όρια, καθώς και ρυθμιστές έντασης φωτισμού ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου (Πηγή: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teelar/NOMOTHESIA/KTIRIOOIKODOMIKOS%20KSNONISMOS/097620FC1F4A1F54E0440003BA2D133C>).



Εικόνα 6.7: Λάμπες led

6.6.2. Ηλεκτρικές συσκευές

Οι ηλεκτρικές συσκευές φέρουν ειδική σήμανση ενεργειακής κατάταξης που βοηθάει στην επιλογή ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Στην ιστοσελίδα της ΔΕΗ παρουσιάζεται αναλυτικά η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από αντικατάσταση ηλεκτρικών συσκευών συγκεκριμένης ενεργειακής τάξης, με άλλες ανώτερης τάξης. Για παράδειγμα η αντικατάστασή μιας συσκευής τάξης ενεργειακής απόδοσης D με μια συσκευή τάξης ενεργειακής απόδοσης A+++, οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 79%. Τα συγκριτικά ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας υπολογίζονται βάσει της μέσης τιμής του εύρους του δείκτη ενεργειακής απόδοσης κάθε τάξης. Οι συγκρινόμενες συσκευές πρέπει να έχουν ισοδύναμα λειτουργικά χαρακτηριστικά.

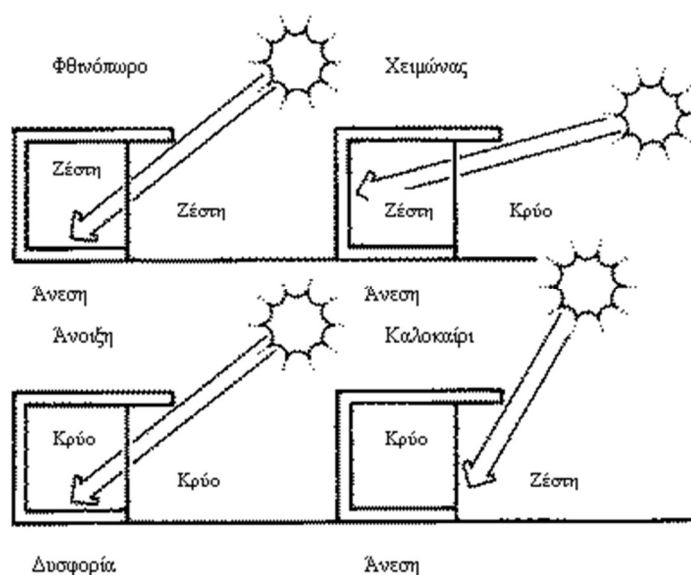
6.6.3. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Δεν κάνουν χρήση μηχανικών μέσων για τη μεταφορά της θερμότητας προς το χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις

φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα). Μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων. Πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά σκίαστρα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε συστήματα άμεσου ή έμμεσου ηλιακού κέρδους.

Τα συνηθέστερα παθητικά συστήματα είναι (Ανδρεαδάκη Ελένη,2006):

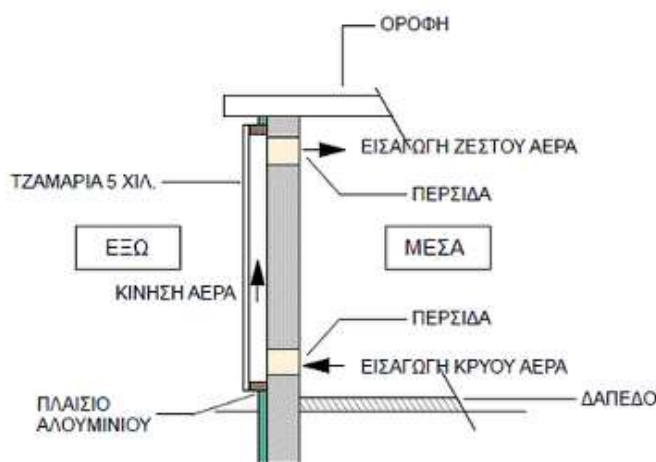
- Νότιο υαλοστάσιο. Τα ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μερική κάλυψη των θερμικών απωλειών. Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται μέσω του υαλοστασίου και διανέμεται στο δωμάτιο (Εικόνα 6.8). Η θερμική μάζα του δωματίου αποθηκεύει τη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και την αποδίδει τις βραδινές ώρες. Πρέπει να είναι εφοδιασμένα με νυχτερινή κινητή μόνωση για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και με ηλιοπροστατευτικό σύστημα για τη μείωση της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι.



Εικόνα 6.8: Αρχή λειτουργίας παθητικού ηλιακού συστήματος άμεσου κέρδους

- Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος. Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει i) έναν τοίχο με

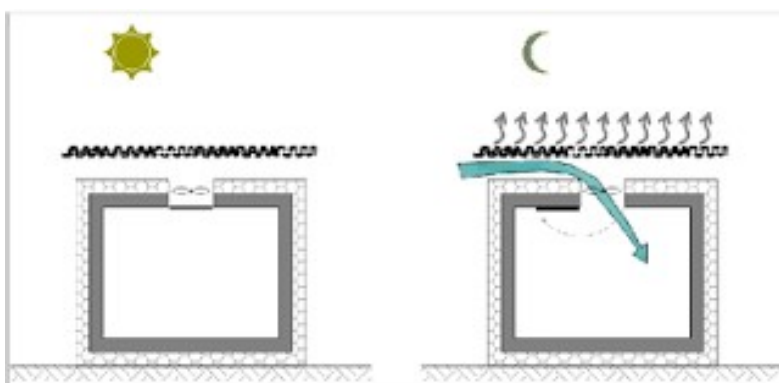
σκουρόχρωμη εξωτερική επιφάνεια, χωρίς θερμομόνωση, με νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση έως 30°, προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας (σκυρόδεμα ή πέτρα, προτεινόμενου πάχους 25-30 cm και 30-40 cm για τον τοίχο Trombe) που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας και ii) ένα διαφανές υλικό (υαλοπίνακας) τοποθετημένο σε μια ελάχιστη απόσταση 10 εκ. προς την εξωτερική του πλευρά, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στον τοίχο μπορεί να ενσωματώνονται θυρίδες για την κυκλοφορία του αέρα (Εικόνα 6.9: τοίχος Trombe-Michelle). Η αποτελεσματικότητα του συστήματος βελτιώνεται με την πρόβλεψη νυχτερινής μόνωσης. Η απενεργοποίηση του το καλοκαίρι επιτυγχάνεται με σκιασμό και ενσωμάτωση θυρίδων στον υαλοπίνακα.



Εικόνα 6.9: Τοίχος Trombe-Michelle

- Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος. Ο ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτίριο αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες: τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτίριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και τον έμμεσα θερμαινόμενο από τον ηλιακό χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα (με ή χωρίς θερμομόνωση) και με ή χωρίς υαλοστάσια (Εικόνα 6.10). Αντί για υαλοστάσια ο ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να διαθέτει θυρίδες για τη μεταφορά

του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον κύριο χώρο. Οι γυάλινες όψεις του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό για τη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιστέγαση του ηλιακού χώρου μπορεί να είναι συμπαγής ή διαφανής. Για να χαρακτηριστεί ένας χώρος ως θερμοκήπιο, πρέπει να μην είναι θερμαινόμενος, να προσαρτάται στο κτίριο και να διαθέτει μεγάλα υαλοστάσια με ευνοϊκό προσανατολισμό (προς το Νότο, με απόκλιση έως $\pm 30^\circ$), διανεμημένα στις εξωτερικές του επιφάνειες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η χρήση του θερμοκηπίου από τους κατοίκους είναι δευτερεύουσας σημασίας καθώς η εξαιρετικά μεγάλη διακύμανση θερμοκρασιών (από 7-35°C), δημιουργεί μη ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης.



Εικόνα 6.10: Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου με ανοιγόμενα υαλοστάσια

- Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης. Το θερμοσιφωνικό πάνελ είναι συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας, ο οποίος δεν διαθέτει θερμική μάζα και είναι προσαρτημένος στο κέλυφος του κτιρίου ή τοποθετείται ανεξάρτητα από αυτό. Έχει νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° από το νότο και κλίση είτε κατακόρυφη, είτε υπό γωνία, με βέλτιστη κλίση τις $30-40^\circ$ για τον ελλαδικό χώρο. Δεν απαιτεί στοιχεία ηλιοπροστασίας αφού μπορεί να απομονωθεί από το κτίριο. Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο σε απόσταση 2-5cm μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος (μαύρου) και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτίριο με θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πάνελ. Οι θυρίδες αυτές τοποθετούνται καθ' όλο το πλάτος του πανέλου, με διάμετρο 20-30 cm. Ο

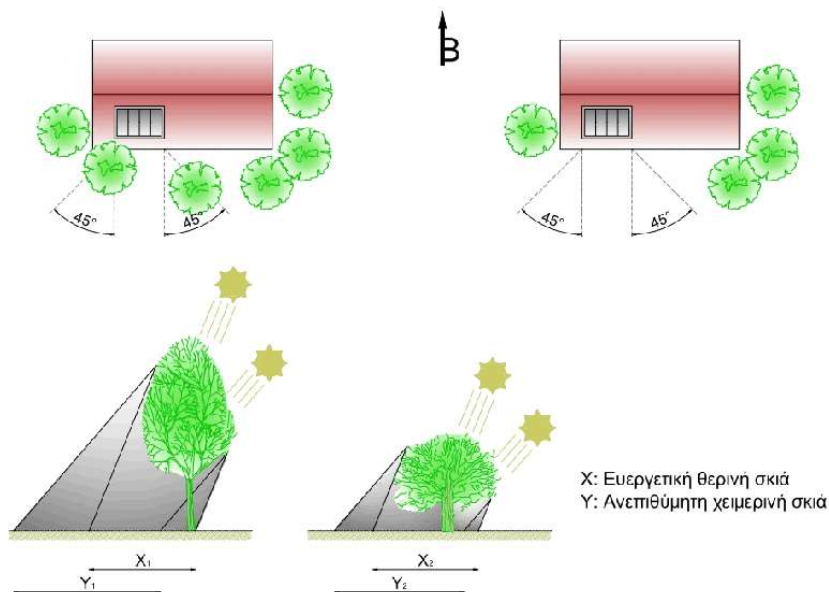
χώρος θερμαίνεται μέσω του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πανέλου από την κατώτατη θυρίδα του, όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρότερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του. Η απόδοση του θερμοσιφωνικού πανέλου αυξάνεται με τη χρήση διπλών υαλοπινάκων στο συλλέκτη, σε σχέση με απλούς υαλοπίνακες, ιδιαίτερα για τα πιο ψυχρά κλίματα. Το βέλτιστο μήκος του συλλέκτη έχει εκτιμηθεί στα 3m. Τη θερινή περίοδο, μπορεί να αποκόπτεται θερμικά από το κτίριο (κλείσιμο των θυρίδων, σκίαση του πανέλου, άνοιγμα του υαλοπίνακα στο ανώτατο και κατώτερο μέρος του), αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του χώρου. Το κλείσιμο των θυρίδων είναι επίσης πολύ σημαντικό τη νυχτερινή περίοδο, προς αποφυγή θερμικών απωλειών. Σε περίπτωση που τοποθετείται κεκλιμένα, έχει καλύτερη απόδοση αλλά χρειάζεται περισσότερο ελεύθερο χώρο. Προσαρτημένο κατακόρυφα στον τοίχο μπορεί να εναρμονισθεί αισθητικά με το κτίριο πιο εύκολα.

6.6.4. Φυσικός Δροσισμός - Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός (ή φυσικός δροσισμός) μπορεί να αντικαταστήσει τη χρήση κλιματιστικών την περίοδο των ήπια θερμών ημερών. Επίσης ο νυχτερινός δροσισμός που συνίσταται στην ανανέωση του αέρα με φυσικό ή τεχνητό τρόπο τις νυχτερινές ή πρωινές ώρες, κατά τις οποίες η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου, απομακρύνει το πρόσθετο θερμικό φορτίο που απορροφάται από τα υλικά κατασκευής στη διάρκεια της ημέρας. Απαιτείται γι' αυτό το λόγο, τοποθέτηση διαμπερών ανοιγμάτων στο κέλυφος του κτιρίου. Ο ρυθμός ροής αέρα μέσα στο κτίριο εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων εισόδου και διαφυγής αέρα, την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου σε σχέση με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, καθώς και τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Η ροή του αέρα πρέπει να ακολουθεί μεταβαλλόμενη κίνηση για πιο ομοιόμορφη κατανομή του ρεύματος και καλύτερο δροσισμό. Τα μεγέθη των ανοιγμάτων εισόδου – εξόδου του αέρα πρέπει να είναι περίπου ίδια, αλλά σε διαφορετικό ύψος. Οι πνέοντες δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι την ημέρα είναι οι θαλάσσιες αύρες-μελτέμια, τα οποία έχουν συνήθως νοτιοανατολική ή βορεινή

κατεύθυνση (εξαρτάται βεβαίως από το ανάγλυφο του περιβάλλοντος χώρου). Το βράδυ, η δροσερή αύρα προέρχεται από τη στεριά, λόγω της ταχύτερης ψύξης του εδάφους. Για τη διείσδυση των δροσερών ανέμων μέσα στο κτίριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εφόσον είναι εφικτό, κατάλληλη διάταξη βλάστησης στον εξωτερικό χώρο (Εικόνα 6.11). Η τοποθέτηση δέντρων ή θάμνων σε κατάλληλη απόσταση από το κτίριο διευκολύνει ή όχι τη διέλευση του δροσερού ανέμου στο εσωτερικό. Γενικά προτείνεται μεγιστοποίηση της επιφάνειας πρασίνου στον περιβάλλοντα χώρο. Επιπλέον συνιστάται τοποθέτηση δέντρων ως εμπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους ή για τη δημιουργία «οριοθετημένων διαδρομών» για να κατευθυνθούν οι δροσεροί καλοκαιρινοί άνεμοι στο κτίριο.

Η χρήση στοιχείων νερού σε συνδυασμό με την επικρατούσα κατεύθυνση καλοκαιρινών αερίων ρευμάτων θα βελτιώνει περαιτέρω το μικροκλίμα γύρω από το κτίριο. Επίσης η χρήση ανεμιστήρων οροφής, όπου είναι δυνατό, συντελεί στο δροσισμό χωρίς χρήση κλιματιστικών. Ένα άτομο σε χώρο με ανεμιστήρα και συνεπώς με κίνηση αέρα, βιώνει το ίδιο επίπεδο άνεσης με τη θερμοκρασία του αέρα 3-5° C υψηλότερη από ότι αν βρίσκεται σε χώρο χωρίς κίνηση του αέρα. Δροσισμός επίσης μπορεί να επιτευχθεί από εξάτμιση στοιχείων νερού, εφόσον έχουν χρησιμοποιηθεί στο εσωτερικό ή το εξωτερικό του κτιρίου. Τέλος συνιστάται στον περιβάλλοντα χώρο η χρήση υλικών επίστρωσης με μεγάλη απορροφητικότητα και χαμηλή εκπομπή. Η επικάλυψη των επιφανειών του υπαίθριου χώρου με βλάστηση παρεμποδίζει τις ανακλάσεις, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω της διαπνοής του φυλλώματος.



Εικόνα 6.11: Φύτευση για διευκόλυνση της διείσδυσης ή εκτροπή του ανέμου από το κτίριο

6.6.5. Συστήματα θέρμανσης - ψύξης

Αφού εξεταστούν όλες οι δυνατότητες για μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων από παθητικά μέσα θέρμανσης και δροσισμού απαιτείται προσεκτική σύνταξη της μελέτης των εγκαταστάσεων κλιματισμού, ώστε να επιλεγούν τα πιο κατάλληλα συστήματα, να γίνει η σωστή διαστασιολόγηση δικτύου αεραγωγών/σωληνώσεων και συσκευών και η επιλογή συστήματος ελέγχου και ρύθμισης (Εικόνα 6.12). Η χρήση αυτοματισμών, οι θερμοστατικοί διακόπτες και χρονοδιακόπτες, εξασφαλίζουν σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμων. Πρέπει να επιλέγονται συστήματα με υψηλό βαθμό απόδοσης, χαμηλή κατανάλωση και δυνατότητα ρύθμισης για περιπτώσεις μερικού φορτίου. Οι κλιματιστικές συσκευές, όπως και όλες σχεδόν οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, φέρουν ειδική ενεργειακή σήμανση, που βοηθά στην επιλογή της πλέον κατάλληλης και ενεργειακά αποδοτικής. Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις επιβάλλεται ο τακτικός έλεγχος ή η αντικατάσταση παλαιών λεβήτων-ψυκτικών μονάδων με αντίστοιχους νέας τεχνολογίας και υψηλού βαθμού απόδοσης. Απαιτείται επίσης καλή θερμομόνωση των αεραγωγών και των σωληνώσεων.

Τα κεντρικά συστήματα συνήθως λειτουργούν με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, εφόσον έχουν μελετηθεί σωστά και είναι εξοπλισμένα με σύστημα αυτόματου ελέγχου

και ρύθμισης. Σε κτίρια πολλών και διαφορετικών χρήσεων πρέπει να γίνει χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες (ομάδες χώρων με ομοιόμορφη συμπεριφορά φορτίων και ομοιόμορφη απαίτηση συνθηκών αέρα) και εγκατάσταση σε κάθε ζώνη διαφορετικού συστήματος κλιματισμού, κατάλληλου για τη χρήση της.

Σε κάποιες περιπτώσεις, σε κτίρια, τα οποία απαιτούν μεγάλα ποσά φρέσκου εξωτερικού αέρα (πολυκαταστήματα, νοσοκομεία, εργαστήρια, θέατρα, χώροι συγκεντρώσεων, κέντρα άθλησης κ.λπ.), μπορεί να γίνει σημαντική εξοικονόμηση από εξειδικευμένες διατάξεις ανάκτησης απορριπτόμενης ενέργειας (για θέρμανση ή ψύξη) από τον απορριπτόμενο αέρα των κλιματιζόμενων χώρων. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις κεντρικών κλιματιστικών μονάδων όπου προστίθεται διάταξη διασταυρούμενης ροής ανακτώνται ή αποδίδονται από τις απορριπτόμενες ποσότητες αέρα, ποσά θερμότητας για προκλιματισμό.

Εξοικονόμηση μπορεί επίσης να γίνει με χρήση κύκλου εξοικονόμησης (ελεύθερη ψύξη-free cooling) όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας του εξωτερικού αέρα είναι κατάλληλες για να καλύψουν πλήρως ή μερικώς τα ψυκτικά φορτία των χώρων του κτιρίου. Στην περίπτωση του θερινού κλιματισμού, όταν η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του εξωτερικού αέρα είναι χαμηλότερη από την απαραίτητη θερμοκρασία προσαγωγής στους χώρους (ζώνες), τα ψυκτικά φορτία μπορούν να καλυφθούν με χρήση αποκλειστικά εξωτερικού αέρα ή με μίξη κατάλληλης ποσότητας ψυχρού εξωτερικού αέρα με αέρα ανακυκλοφορίας. Ακόμη και αν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι υψηλότερη από την απαραίτητη θερμοκρασία προσαγωγής, αλλά χαμηλότερη από την επιθυμητή θερμοκρασία στους χώρους (ζώνες), η ενέργεια για την ψύξη του αέρα μπορεί να ελαττωθεί σημαντικά αντικαθιστώντας τον αέρα ανακυκλοφορίας με φρέσκο εξωτερικό αέρα.

Σε μεγάλα κτίρια (ξενοδοχεία, νοσοκομεία κ.λπ.) η εγκατάσταση συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας αποτελεί καλή λύση. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με παράλληλη εκμετάλλευση της αποβαλλόμενης θερμότητας για θέρμανση και ψύξη. Ο βαθμός απόδοσης μπορεί να υπερβεί το 90%. Συνήθως η θερμότητα που αποβάλλεται χρησιμοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο για τη θέρμανση κτιρίων ή για την παραγωγή θερμού νερού χρήσης, ενώ κατά τη θερινή περίοδο πρέπει να εγκατασταθούν

ψυκτικές μονάδες απορρόφησης για την παραγωγή ψυχρού νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για θερινό κλιματισμό.

Τέλος, η λύση της εγκατάστασης αντλιών θερμότητας αντί λέβητα και ψυκτικής μονάδας μπορεί κατά περίπτωση να είναι πολύ αποδοτική. Οι αντλίες θερμότητας είναι συσκευές οι οποίες έχουν την ικανότητα να αντλούν θερμότητα από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας (αέρα, νερό, έδαφος) και να τη μεταφέρουν σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας (αέρα, νερό). Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (νερού-αέρα, νερού- νερού, εδάφους-αέρα ή εδάφους-νερού) λειτουργούν με τουλάχιστον 30% υψηλότερη ενεργειακή απόδοση από αυτή των συστημάτων με αντλία θερμότητας αέρα-αέρα (Κ. Τ. Παπακώστας, 2011 & Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος).



Εικόνα 6.12: Συστήματα θέρμανσης ψύξης και ηλιακοί θερμοσίφωνες

6.6.6. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στα κτίρια

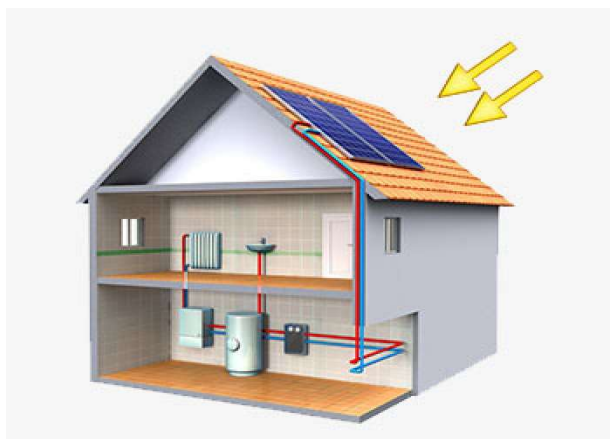
Κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό ενός κτιρίου, σημαντικό στάδιο αποτελεί η ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σ' αυτό. Η εφαρμογή των ΑΠΕ πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξετάζεται σε τεχνικό και οικονομικό επίπεδο. Αν οι ΑΠΕ προορίζονται για την κάλυψη μέρους της ενεργειακής ζήτησης του κτιρίου συνιστάται η χρήση δυναμικού μοντέλου ωριαίου βήματος για τον υπολογισμό τόσο των απαιτούμενων καταναλώσεων, όσο και της πιθανής παραγωγής. Οι ΑΠΕ στον οικιακό

τομέα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση νερού, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και για θέρμανση χώρων.

6.6.6.1. Θερμικά ηλιακά συστήματα

Χρησιμοποιούνται για θέρμανση ή προθέρμανση νερού, για θέρμανση και ψύξη χώρων και για θέρμανση πισίνας. Συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, η οποία μεταφέρεται μέσω νερού ή άλλου ρευστού, σε δεξαμενές αποθήκευσης προκειμένου στη συνέχεια να καταναλωθεί. Τα συστήματα που προορίζονται για θέρμανση νερού αποτελούνται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης, τις σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου (Εικόνα 6.13). Στα συστήματα θέρμανσης πισίνας δεν απαιτείται η ύπαρξη ξεχωριστής δεξαμενής αποθήκευσης, αφού η ίδια η πισίνα λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας. Ιδανικός προσανατολισμός για τους συλλέκτες είναι ο νότιος, με αποδεκτή απόκλιση $\pm 45^\circ$ από τον άξονα βορρά-νότου, αν και η απόδοση του συστήματος μειώνεται.

Κατά το σχεδιασμό πρέπει να προσδιοριστούν η επιφάνεια των συλλεκτών και η χωρητικότητα της δεξαμενής. Στα νέα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) από ηλιοθερμικά συστήματα.



Εικόνα 6.13: Ηλιακό θερμικό σύστημα για παραγωγή ZNX και θέρμανση

6.6.6.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συλλέγουν ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρισμό με τη χρήση ημιαγωγών. Μπορούν να εγκατασταθούν στην οροφή ή τη στέγη του κτιρίου,

να ενσωματωθούν στις προσόψεις ή να εγκατασταθούν σε κάποιο σημείο του οικοπέδου (Εικόνα 6.14). Η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη μέρους των αναγκών του κτιρίου, να αποθηκευτεί σε συσσωρευτές και να καταναλωθεί όταν η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι διαθέσιμη (νύχτα), ή να διοχετευτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο. Βέλτιστος προσανατολισμός είναι ο νότιος, η βέλτιστη κλίση για ετήσια παραγωγή είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής με αποδεκτή απόκλιση $\pm 15^\circ$.

Από το 2009 υφίσταται ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp και έχει εφαρμογή σε κτιριακές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων. Το πρόγραμμα αφορά σε Φωτοβολταϊκά Συστήματα για παραγωγή ενέργειας που εγχέεται στο Δίκτυο (net metering), τα οποία εγκαθίστανται στο δώμα ή τη στέγη κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων, βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων, καθώς και βοηθητικών χώρων του κτιρίου όπως αποθήκες και χώρους στάθμευσης, όπως αυτά ορίζονται στον οικοδομικό κανονισμό. Το Πρόγραμμα θα ισχύει μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2019 και εφαρμόζεται σε όλη την Επικράτεια.



Εικόνα 6.14: Φωτοβολταϊκό σε στέγη

6.6.6.3. Υβριδικά Φωτοβολταϊκά / Θερμικά συστήματα

Τα συμβατικά φωτοβολταϊκά συνήθως μετατρέπουν μόνο το 10-15% της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια και το υπόλοιπο διαχέεται ως θερμότητα στο

περιβάλλον. Τα Υβριδικά Φωτοβολταϊκά/Θερμικά συστήματα, που συνδυάζουν φωτοβολταϊκά συστήματα με θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες, παράγουν τόσο ηλεκτρισμό όσο και θερμική ενέργεια ταυτόχρονα. Η θερμότητα που αναπτύσσει το πλαίσιο απορροφάται, με σκοπό την παραγωγή ζεστού νερού. Με αυτό τον τρόπο η φωτοβολταϊκή απόδοση βελτιστοποιείται. Τα Υβριδικά Φωτοβολταϊκά / Θερμικά συστήματα προσφέρουν υψηλότερη απόδοση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι το ισοδύναμο συμβατικό φωτοβολταϊκό. Εξοικονομούν χώρο, καθώς μόνο ένα πλαίσιο απαιτείται για την παραγωγή τόσο θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

6.6.6.4. Ανεμογεννήτριες σε κτίρια

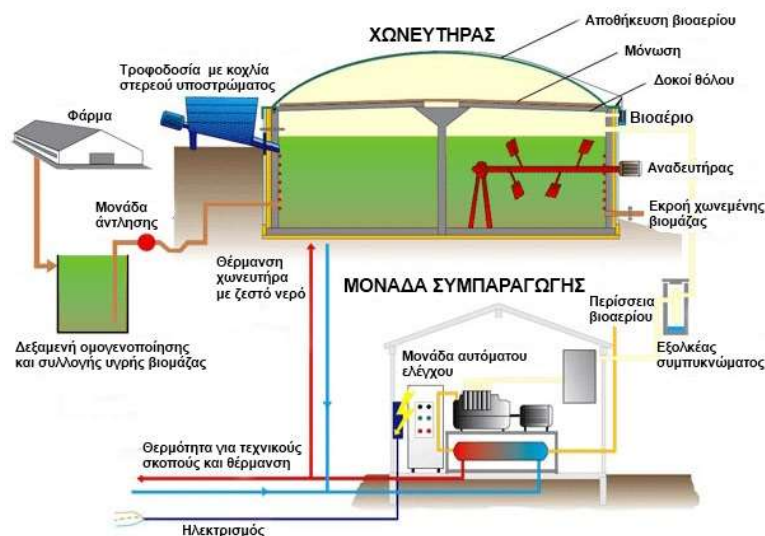
Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Στις μικρού μεγέθους ανεμογεννήτριες, τα πτερύγια κινούν την ανεμογεννήτρια απευθείας, χωρίς τη χρήση κιβωτίου μετάδοσης της κίνησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα θορύβου (Εικόνα 6.15). Διακρίνονται σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με την ονομαστική τους ισχύ. Στην περιοχή εγκατάστασης η ταχύτητα είναι μειωμένη λόγω της πυκνής δόμησης και των αυξημένων τριβών του αέρα. Υψηλές διαμορφώσεις της μορφολογίας του εδάφους προτιμώνται (λόφοι έναντι πεδινών εκτάσεων). Η ανεμογεννήτρια θα πρέπει να είναι ψηλότερη από τα παρακείμενα κτίρια. Ψηλά δέντρα μειώνουν την ταχύτητα ανέμου. Μικρές ανεμογεννήτριες (<2kW) μπορούν να εγκατασταθούν με στήριξη στον τοίχο του κτιρίου.



Εικόνα 6.15: Μικρές ανεμογεννήτριες κοντά σε κτίρια

6.6.6.5. Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για κάθε οργανικό υλικό που παράγει ενέργεια κατά την καύση του. Στις κατοικίες χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα (Εικόνα 6.16) για την καύση της, όπως τζάκια, σόμπες και συστήματα κεντρικής θέρμανσης τα οποία καταναλώνουν διάφορα είδη βιομάζας (καυσόξυλα, πέλετς και υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας τροφίμων, όπως το ελαιοπυρηνόξυλο). Το κόστος της βιομάζας είναι μικρότερο από το κόστος του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, αντίστοιχα όμως μικρότερη είναι και η θερμογόνος δύναμη της. Τα τελευταία χρόνια λόγω της οικονομικής κρίσης στη χώρα μας η χρήση της βιομάζας στα κτίρια για τη θέρμανση τους επεκτάθηκε, ιδίως σε μη αστικές περιοχές, αντικαθιστώντας τα παραδοσιακά καύσιμα. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.



Εικόνα 6.16: Λειτουργία μιας μονάδας βιομάζας

6.6.6.6. Γεωθερμικές αντλίες

Η θερμοκρασία του εδάφους κάτω από την επιφάνεια της γης είναι σταθερή στους 18-20°C. Αν αξιοποιήσουμε αυτή τη διαφορά θερμοκρασίας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι, με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας. Το χειμώνα, το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη απορροφά την αποθηκευμένη στο έδαφος θερμότητα και την οδηγεί μέσα στο κτίριο. Το καλοκαίρι, το σύστημα αντιστρέφεται, απάγει τη θερμότητα από το κτίριο, τη μεταφέρει στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη και την αποθέτει στην γη. Έτσι πραγματοποιείται εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του εδάφους και των εσωτερικών χώρων του κτιρίου. Το σύστημα αποτελείται από τη διάταξη απόρριψης και πρόσληψης θερμότητας (γεωεναλλάκτης), την αντλία θερμότητας και το σύστημα θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης μέσα στο κτίριο. Η διάταξη των γεωεναλλακτών μπορεί να γίνει οριζόντια (σε βάθος 0,5-2 m) ή κατακόρυφα (σε βάθος 15-180 m).

Οι κατακόρυφης διάταξης εναλλάκτες έχουν υψηλότερο κόστος αλλά απαιτούν μικρότερη επιφάνεια (Εικόνα 6.17).



Εικόνα 6.17: Οριζόντιοι και κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες

6.6.7. Συστήματα καταγραφής και παρακολούθησης ενέργειας

Η παρακολούθηση με ειδικά έξυπνα συστήματα της χρήσης, της κατανάλωσης αλλά και της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ αν υπάρχει, βοηθάει στην καλύτερη διαχείριση

της και συνεπώς στην εξοικονόμηση της. Σε μεγάλα κτίρια μπορεί να γίνει εγκατάσταση συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BMS1) σε συνδυασμό με συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Τα BMS είναι ολοκληρωμένα συστήματα των εγκαταστάσεων ενός κτιρίου τα οποία εξασφαλίζουν ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων, βελτιστοποίηση των συνθηκών λειτουργίας και ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Τα συστήματα BMS αποτελούνται από τρία επίπεδα (Κ. Τ. Παπακώστας, 2011):

- Στο πρώτο επίπεδο (Επίπεδο Διαχείρισης) βρίσκεται η κεντρική μονάδα ελέγχου που είναι συνήθως ένας Ηλεκτρονικός Υπολογιστής, στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο το πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο, ελέγχου και διαχείρισης όλων των παραμέτρων. Τα γραφικά, δείχνουν την κατάσταση των συστημάτων και των μηχανημάτων του κτιρίου και την απόδοσή τους. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προγραμματίσει τις ώρες λειτουργίας των συστημάτων, να αλλάξει παραμέτρους όπως η θερμοκρασία ή και η υγρασία κ.λπ. Επίσης το σύστημα κεντρικού ελέγχου δίνει προειδοποιητικά σήματα σε περίπτωση κακής λειτουργίας, ή προγραμματισμένης συντήρησης. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων ή των μετρήσεων και η απεικόνισή τους σε μορφή διαγραμμάτων, που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να παρακολουθεί τη λειτουργία των συστημάτων, να καταγράφει την κατανάλωση ενέργειας και να παίρνει αποφάσεις για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας.
- Στο δεύτερο επίπεδο (Επίπεδο Ελέγχου) υπάρχουν οι ηλεκτρονικοί ελεγκτές (μικροεπεξεργαστές), που είναι εγκατεστημένοι σε καίρια σημεία του κτιρίου. Οι ελεγκτές αυτοί προγραμματίζονται ώστε να εκτελούν τις προγραμματισμένες εντολές μέσω αποθηκευμένων στη μνήμη τους αλγορίθμων. Η κεντρική μονάδα μπορεί να τους ελέγχει, να μεταβάλλει τους αλγόριθμους τους, να δίνει νέες εντολές για ρύθμιση των συστημάτων, χρονοπρογραμματισμό κ.λπ.
- Στο τρίτο επίπεδο (Επίπεδο Εργασίας) βρίσκονται οι περιφερειακές μονάδες, δηλαδή τα αισθητήρια (θερμοκρασίας, υγρασίας, πίεσης, ποιότητας αέρα), οι βαλβίδες, οι κινητήρες και γενικά ό,τι ελέγχεται από το σύστημα. Οι περιφερειακές μονάδες συνδέονται με τους ελεγκτές και αυτοί με τη σειρά τους συνδέονται με την κεντρική μονάδα ελέγχου με ένα κοινό δίκτυο επικοινωνίας.

Με τα συστήματα BMS επιτυγχάνεται η βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου.

6.7. Συμπεριφορά χρηστών

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η ενεργειακά αποδοτική συμπεριφορά των χρηστών. Η ελλιπής ενημέρωση σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές. Για παράδειγμα ακόμα και η αποφυγή της κατάστασης αναμονής (stand by) σε συσκευές αλλά και μετρητές-συστήματα ελέγχου, έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να οδηγήσει σε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας.

6.8. Οικολογικά Δομικά Υλικά

Ο περιβαλλοντικός παράγοντας, όντας ιδιαίτερα σύνθετος, αποτελεί πλέον αντικείμενο έρευνας παγκοσμίως. Η ανάλυση του κύκλου ζωής ενός υλικού είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που συνδέονται με αυτό από τη στιγμή εξόρυξης ή παραγωγής μέχρι τη χρήση και την τελική διάθεση του και αφορά στην κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών, όπως επίσης και στα απόβλητα και τους ρύπους, που απελευθερώνει. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται μία συγκρίσιμη βάση για υλικά, μέσα από ποικίλα κριτήρια, που ποσοτικοποιούνται με συντελεστές βαρύτητας (Κατσιαγιάννη Ξ., 2012).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και τη θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια. Ιδιαίτερα η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Σε περίπτωση, που δεν υπάρχουν προδιαγραφές υλικών, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής ενός είδους κανόνων, οι οποίοι υποδεικνύουν ποια υλικά είναι καλό να προτιμούνται (Κατσιαγιάννη Ξ., 2012):

- Χρήση τοπικών υλικών, η επιλογή των οποίων συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μεταφοράς και της παραγωγής ρύπων.

- Χρήση υλικών σε αφθονία - σε αντίθετη περίπτωση προκαλείται υποβάθμιση στο χώρο λήψης τους.
- Χρήση ανανεούμενων φυσικών υλικών, που αποτελούν βασικό κανόνα για την υποστήριξη της βιωσιμότητας.
- Χρήση υλικών με χαμηλή περιεχόμενη ενέργεια, που συμβάλλει στη μείωση της συνολικής ενέργειας δόμησης.
- Χρήση υλικών, που αποδεδειγμένα δεν προκαλούν προβλήματα υγείας.
- Επανάχρηση υλικών κατεδάφισης.

Από τα συμβατικά δομικά υλικά, αυτά που ανταποκρίνονται σε μεγαλύτερο βαθμό στις απαιτήσεις της οικολογικής δόμησης είναι τα εξής (Κατσιαγιάννη Ξ., 2012):

- Το ξύλο. Είναι φυσικό υλικό, μπορεί να αφομοιωθεί απόλυτα από το περιβάλλον κι έχει απίστευτα πολλές εφαρμογές στην εσωτερική αρχιτεκτονική και τη διακόσμηση (δάπεδα, έπιπλα, κουφώματα, στέγες, κλπ). Ωστόσο, η χρήση του δεν πρέπει να γίνεται απερίσκεπτα και η προμήθειά του είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται από ελεγχόμενες και πιστοποιημένες δασικές καλλιέργειες. Η μαζική χρήση του ξύλου στην Ελλάδα προϋποθέτει και την αντίστοιχη ανάπτυξη καλλιεργειών οικοδομικής ξυλείας με αυστηρά πρότυπα διαχείρισης. Επίσης, απαραίτητη προϋπόθεση κατά την επεξεργασία και συντήρηση των προϊόντων ξυλείας είναι να χρησιμοποιούνται φυσικά αβλαβή παρασιτοκτόνα και μη τοξικά υλικά φυτικής προέλευσης (φυτικά έλαια, κερί, φυτικές ρητίνες). Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο εκτιμάται ιδιαίτερα στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματα του είναι η παροχή καλής θερμικής και ακουστικής μόνωσης, η μικρή υγρασκοπικότητα και το γεγονός, ότι είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό.
- Κεραμικά προϊόντα. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται τούβλα, κεραμίδια και πλακάκια. Τα κεραμικά είναι φυσικά προϊόντα με βάση το χώμα και το νερό, ανακυκλώσιμα και μη τοξικά. Μειονέκτημα τους αποτελεί η κατανάλωση αρκετά μεγάλης ποσότητας ενέργειας για την παραγωγή τους με ψήσιμο. Τα τελευταία χρόνια, όμως, έχει αναβιώσει η χρήση της άψητης αργίλου (πλίνθοι). Η «ωμή» άργιλος, κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμόπλινθων ή χυτή σε καλούπια, που μοιάζουν με αυτά του σκυροδέματος,

αποτελεί ένα άριστο δομικό υλικό ως προς τη μηχανική του αντοχή, τη θερμική μόνωση και τη δυνατότητα αναπνοής, που προσφέρει στους εξωτερικούς τοίχους.

- Η πέτρα. Αποτελεί φυσικό προϊόν δόμησης -εφόσον δεν έχει επικαλυφθεί από τοξικά βερνίκια- με άριστες θερμομονωτικές ιδιότητες και μεγάλη αντοχή. Η αλόγιστη εξόρυξη πέτρας, όπως για παράδειγμα του μαρμάρου, αλλοιώνει αισθητικά και υποβαθμίζει περιβαλλοντικά το τοπίο.
- Οικολογικά χρώματα. Η ασφαλέστερη οικολογική επιλογή είναι τα χρώματα από φυσικά συστατικά, που έχουν ως πρώτη ύλη φυτικές ρητίνες, έλαια, κεριά και ορυκτά υλικά, όπως κιμωλία, βόρακα και ώχρα, τα οποία είναι απόλυτα ασφαλή για τον άνθρωπο, φιλικά προς το περιβάλλον, πλήρως ανακυκλώσιμα και δημιουργούν ισάξια αποτελέσματα με τα αντίστοιχα χημικά.

Τα οικολογικά υλικά, επομένως, αποτελούν στο σύνολό τους μία τεχνικός και οικονομικός βιώσιμη λύση για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, τη διατήρηση της στάθμης της σχετικής υγρασίας σε ικανοποιητικά επίπεδα (40 έως 60%), την αποφυγή σχηματισμού συμπυκνωμάτων υδρατμού και μούχλας στα ψυχρά σημεία του εσωτερικού ενός κτιρίου, τη διατήρηση των συνθηκών υγιεινής και τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Ο προσδιορισμός ενός οικολογικού δομικού υλικού, είναι πολύπλοκη διαδικασία κι έχει δύο διαστάσεις - από τη μία, κατά πόσο το υλικό είναι φιλικό προς τον άνθρωπο και την υγεία του και από την άλλη, κατά πόσο το υλικό έχει χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Γενικότερα, ένα υλικό μπορεί να χαρακτηριστεί οικολογικό, όταν πληροί αρκετές ή το σύνολο των παρακάτω παραμέτρων (Κατσιαγιάννη Ξ., 2012):

- Είναι ανακυκλώσιμο και αφομοιώσιμο από το περιβάλλον.
- Έχει μικρή ενσωματωμένη ενέργεια και δεν απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και επεξεργασία του.
- Δεν καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών και πρώτων υλών.
- Δεν είναι τοξικό ή βλαβερό για την υγεία των χρηστών και το περιβάλλον.
- Έχει μειωμένες εκπομπές CO₂ και NO_x κατά τη διάρκεια παραγωγής, μεταφοράς και χρήσης του.

6.9. Τεχνικές φυσικής δόμησης

Εδώ και είκοσι πέντε περίπου χρόνια, ξεκινώντας από την Αμερική, εμφανίστηκε ένας θεωρητικά νέος όρος, η «φυσική δόμηση», που στην ουσία πρόκειται για παλιές, παραδοσιακές τεχνικές κτισίματος με τοπικά, φυσικά υλικά είτε για ανάμιξη παραδοσιακών μεθόδων με νέες ιδέες και τεχνολογίες. Η φυσική δόμηση αποτελεί μια πρακτική, που έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πόρων κι ενέργειας στη φάση της κατασκευής κτιρίων και άλλων δομών.

Στη φυσική δόμηση χρησιμοποιούνται ανθεκτικά φυσικά υλικά, που κατά κύριο λόγο βρίσκονται: α) σε αφθονία στο άμεσο περιβάλλον του εργοταξίου και β) προορίζονται για ανακύκλωση. Αντίθετα από τα συμβατικά οικολογικά δομικά υλικά, τα φυσικά εμπεριέχουν μηδενική ή ελάχιστη επεξεργασία. Η χρήση τους δε συντελεί στην καταστροφή των δασών, την κατασπατάληση των ορυκτών πόρων και την περιβαλλοντική μόλυνση και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν εξαρτάται από βιομηχανικά υλικά και βαριά μηχανήματα. Η φυσική δόμηση είναι κατάλληλη για την κατασκευή τόσο κτιρίων μικρού μεγέθους όσο και έργων μεγάλης κλίμακας.

Επιπλέον, ένα «φυσικό» κτίριο θα χρειαστεί λιγότερη δαπάνη ενέργειας στη φάση της λειτουργίας του συγκριτικά με ένα συμβατικό. Αυτό συμβαίνει, καθώς όλες οι μέθοδοι, που εφαρμόζονται για τη θέρμανση και την ψύξη του, βασίζονται σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με ταυτόχρονη εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Στη μελέτη ενός τέτοιου κτιρίου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη βέλτιστη χρήση φυσικών φαινομένων, όπως ο άνεμος και η ηλιοφάνεια, για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης. Τα φυσικά υλικά εξασφαλίζουν καλύτερη διαχείριση της θερμότητας, συνεπώς τα φυσικά κτίρια είναι δροσερά το καλοκαίρι και διατηρούν θερμότητα το χειμώνα. Οι τοίχοι τους με πάχος, που κυμαίνεται από 40 έως 60 εκατοστά, έχουν μεγάλη θερμική μάζα και εξασφαλίζουν επαρκή μόνωση, ειδική για χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. Επομένως, απαιτούν ελάχιστη πρόσθετη θέρμανση το χειμώνα και συνήθως καθόλου ψύξη ακόμη και τις πιο ζεστές μέρες. Η αντοχή τους σε ένα μεγάλο εύρος καιρικών συνθηκών τα καθιστά βιώσιμα τόσο σε ψυχρά όσο και σε θερμά κλίματα. Εξαιτίας της πορώδους σύστασής τους, μπορούν να αντισταθούν σε μεγάλες περιόδους βροχοπτώσεων.

Εκτός αυτού, τα σπίτια, που κατασκευάζονται με αυτή τη φιλοσοφία, επιτυγχάνουν χαμηλό κόστος κατασκευής, με αποτέλεσμα ο περιοριστικός οικονομικός παράγοντας να είναι ο αριθμός των εργατικών χεριών και όχι η ποσότητα των υλικών. Η φυσική δόμηση έχει την τάση να στηρίζεται περισσότερο στην ανθρώπινη εργασία παρά στην τεχνολογία. Οι κατασκευαστικές μέθοδοι, που εφαρμόζονται είναι σχετικά απλές και δε χρειάζονται ιδιαίτερη εξειδίκευση. Οι μέθοδοι φυσικής δόμησης μπορούν να εφαρμοστούν σχετικά εύκολα από τον καθένα, ενώ διαφοροποιούνται ανάλογα με την τοπική οικολογία, τη γεωλογία, το κλίμα της περιοχής, το χαρακτήρα του οικοπέδου και τέλος, τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες των εκάστοτε κατασκευαστών και ιδιοκτητών.

Θετικό πρόσημο στο σχεδιασμό ενός φυσικού κτιρίου προσδίδουν ο σωστός προσανατολισμός του, η εκμετάλλευση του τοπικού κλίματος, η έμφαση στο φυσικό αερισμό και η μείωση των λειτουργικών δαπανών. Επίσης, σημαντικές είναι η επιτόπου διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας, η επιτόπου συλλογή του νερού και η εναλλαγή τους με την επεξεργασία των λυμάτων και την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Στόχος όλων των παραπάνω είναι τα κτίρια, που ακολουθούν τους όρους της φυσικής δόμησης, να έχουν το μικρότερο δυνατό οικολογικό αποτύπωμα.

Πολλές παραδοσιακές μέθοδοι, τεχνικές και υλικά, αναβιώνουν σήμερα, όμως η σχετική αποδοχή των τεχνικών αυτών διαφέρει από χώρα σε χώρα ανά τον κόσμο. Οι πιο διαδεδομένες πρακτικές είναι οι εξής (Σακελλάρης Γ., 2014):

- Στοιβαχτός πηλός (Cob).26, 29 Η λέξη “κομπ” προέρχεται από την αγγλική λέξη cob, που σημαίνει σβώλος.
- Πλιθιά (Adobe). Είναι γνωστά από το παρελθόν ως δομικό υλικό και αποτελούνται από μείγμα αργιλώδους χώματος, που έχει διαποτιστεί με νερό και ενισχύεται με κομμένο άχυρο, τρίχες κατσίκας ή άλλες ίνες.
- Γαιόσακοι (Earthbags). Σάκοι γεμάτοι με άμμο χρησιμοποιούνταν εδώ και χρόνια από το στρατό για τη δημιουργία οχυρωματικών έργων, προστατευτικών φραγμάτων για τον έλεγχο των υδάτων των ποταμών και των πλημμυρών και για την αντιστήριξη πρανών σε δρόμους.
- Αχυροπηλός (Vertical Clay). Πρόκειται για άχυρα, κυρίως με μακριά ίνα, τα οποία αναμιγνύονται με διάλυμα πηλού, που έχει συνεκτικό ρόλο.
- Αχυρόμπαλες. Το άχυρο έχει χρησιμοποιηθεί από τα προϊστορικά χρόνια με διάφορους τρόπους στη δόμηση.

- Κορμοί δέντρων με λάσπη (cordwood). Πρόκειται για μια τεχνική, που προσφέρει ταχύτητα κατασκευής με τη χρήση κορμών δέντρων και λάσπη για συνεκτικό υλικό.
- Ρευστή γη (Poured Earth). Η ρευστή γη μοιάζει με το κοινό μπετόν, γιατί τα υλικά, από τα οποία διαμορφώνεται, αναμιγνύονται με τον ίδιο τρόπο και έχει ως συνεκτικό υλικό το τσιμέντο.
- Συμπιεσμένο χώμα σε καλούπια (Rammed Earth). Άλλη μια παραδοσιακή τεχνική, κατά την οποία αργιλώδες χώμα, που εξορύσσεται από το υπέδαφος, ελαφρώς υγρό, συμπιέζεται σε καλούπια μέχρι να γίνει απόλυτα συμπαγές για τη δημιουργία συμπαγών επίπεδων και κάθετων επιφανειών.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε μία περίοδο που η κλιματική αλλαγή καθιστά υποχρεωτική την προστασία του περιβάλλοντος, αυτή είναι πιο επίκαιρη από ποτέ. Ο αειφόρος ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων είναι επιτακτικός, καθώς οφείλει να συνδέσει σταθερά το παρελθόν με το μέλλον.

Η ενασχόληση με την περιβαλλοντική αξιοποίηση και την ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων δημιούργησε μια διερευνητική διαδρομή στην εξελικτική πορεία που ακολουθήθηκε, για την θέσπιση των κριτηρίων, τα οποία ένας μελετητής ή ένας κατασκευαστής οφείλει να συνεκτιμά για μια βιώσιμη αρχιτεκτονική. Προσεγγίστηκαν βασικά ζητήματα του ορθολογικού σχεδιασμού των κτιρίων, όπως: α) ο οικολογικός τρόπος δόμησης με την προσεκτική επιλογή υλικών, β) η θωράκιση του κτιρίου για την ελαχιστοποίηση των θερμικών του απωλειών, γ) η εφαρμογή παθητικών συστημάτων για θέρμανση και δροσισμό, δ) η αναζήτηση λύσης σε ενεργητικά συστήματα για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου και τέλος ε) της πιστοποίησης κτιρίων-έργων από περιβαλλοντικά συστήματα αξιολόγησης.

Τα πορίσματα της διερεύνησης που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της εν λόγω Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας αναδεικνύουν μια ευρεία γκάμα ζητημάτων που αναφέρονται στο σύγχρονο κατασκευαστικό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην πορεία που έχει αρχίσει να ακολουθεί ο κατασκευαστικός κλάδος προς την κατεύθυνση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης-μέριμνας μέσω της προώθησης του αειφόρου-ολοκληρωμένου σχεδιασμού και της πιστοποίησης κτιρίων-έργων από περιβαλλοντικά συστήματα αξιολόγησης, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες επιρροές στον κλάδο της διαχείρισης έργων.

Είναι γεγονός ότι η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης και της αειφορίας έχει εδραιωθεί και επεκτείνεται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας με ιδιαίτερη έμφαση και εφαρμογή στον κατασκευαστικό τομέα. Ο βασικός τρόπος επίτευξης της υλοποίησής της σε αυτόν τον κλάδο εκφράζεται μέσω της υιοθέτησης αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε διάφορες κατηγορίες υφιστάμενων, αλλά και νέων έργων, καθώς και μέσω της συνεχούς παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης αυτών των έργων με στόχο την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και μείωσης του κόστους καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Παράλληλα, η διαχείριση τεχνικών και κατασκευαστικών έργων που αποτελούσε ανέκαθεν αντικείμενο προβληματισμού ως προς την εξασφάλιση του βέλτιστου τρόπου σχεδίασης, οργάνωσης, κατασκευής και ολοκλήρωσης ενός έργου στα πλαίσια ενός ορισμένου χρόνου και προϋπολογισμού επηρεάστηκε από τη διεθνή αυτή τάση προς την κατεύθυνση της αειφορίας και του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η ανάπτυξη του κλάδου πράσινων κατασκευών, οδήγησε και στην προσπάθεια δημιουργίας μοντέλων και διαμόρφωσης ειδικών τρόπων διαχείρισης των νέων αυτών κατασκευών που προϋποθέτουν την Ολοκληρωμένη Αρχιτεκτονική Διαδικασία Σχεδιασμού, αλλά και Διαχείρισης σε σχέση με τις διαδικασίες που ακολουθούνταν μέχρι πρότινος στον Παραδοσιακό Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό και Διαχείριση Έργων. Ο συνδυασμός μάλιστα των απαιτήσεων σχεδιασμού για ένα έργο προς πιστοποίηση από ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής αξιολόγησης περιλαμβάνει ακόμη περισσότερες παραμέτρους οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση του αντίστοιχου έργου, με διαμόρφωση περαιτέρω πολιτικών.

Η ανάγκη εξασφάλισης ενός εδραιωμένου τρόπου για τη συλλογή, αξιολόγηση και οργάνωση όλων των απαραίτητων πληροφοριών μέτρησης της απόδοσης των έργων με σκοπό την ορθή λήψη αποφάσεων που οδηγούν στα επιθυμητά αποτελέσματα απόδοσης με το χαμηλότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον και τη μείωση κόστους του έργου κατά ένα μεγάλο μέρος του κύκλου ζωής τους, οδήγησε στην ανάπτυξη εργαλείων και συστημάτων περιβαλλοντικής αξιολόγησης και προτύπων πιστοποίησης όπως και ολοκληρωμένου σχεδιασμού (βιοκλιματικού - ενεργειακού).

Η έννοια της βιωσιμότητας και της αειφορίας αποτελεί πλέον βασική επιδίωξη της σύγχρονης ανθρώπινης δραστηριότητας σε όλους τους τομείς και κυρίως στον κατασκευαστικό τομέα στον οποίο τα κτίρια βιοκλιματικού σχεδιασμού και πιστοποίησης από αντίστοιχα συστήματα περιβαλλοντικής αξιολόγησης απόδοσης γνωρίζουν ολοένα και μεγαλύτερη προτίμηση. Η παρέμβαση αυτή των αρχών της βιωσιμότητας στον κτιριακό τομέα και ο συνυπολογισμός του περιβαλλοντικού κριτηρίου στη λήψη αποφάσεων δεν αποτελεί απλώς νεωτερισμό αλλά αναγκαιότητα.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και η υιοθέτηση των αρχών του είναι ο βασικός τρόπος επιδίωξης της αειφορίας στον κατασκευαστικό τομέα στην πράξη και απαντά στην σημερινή επιτακτική ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος βελτιώνοντας τις συνθήκες ζωής εντός και εκτός κτιρίων. Οι βασικές αρχές του υιοθετούνται ως κριτήρια

για τον έλεγχο της βιωσιμότητας των κατασκευών και έχουν ανοίξει νέες προοπτικές, με τα «πράσινα» - «κτίριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» κτίρια να αποτελούν το βασικό αίτημα του σύγχρονου κατασκευαστικού κλάδου καθώς και οι αντίστοιχες πιστοποιήσεις που τα συνοδεύουν.

Η περιβαλλοντική αξιολόγηση και πιστοποίηση καθότι εντάσσεται στο πλαίσιο της βιωσιμότητας απαιτεί εκτενή, μεθοδική και συστηματική θεώρηση των σχέσεων του κτιρίου-έργου με ευρύτερα σύνολα ποσοτικών και ποιοτικών απαιτήσεων. Σε παγκόσμιο επίπεδο είναι διαδεδομένος ένας μεγάλος αριθμός περιβαλλοντικών συστημάτων αξιολόγησης και πιστοποίησης κτιρίων, τα οποία παρουσιάζουν εξειδικεύσεις ανάλογα με τα ζητούμενα απόδοσης των υπό πιστοποίηση έργων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**Ελληνική**

1. Αγοραστάκης Γ. (2005). Προστασία περιβάλλοντος, βιώσιμη ανάπτυξη και ο ρόλος της τοπικής αυτοδιοίκησης.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.istologos.gr/2008-06-23-10-18-00/2008-06-19-08-48-39/115-2008-06-22-17-47-11#.Vadw0KM9-0>
2. 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.
3. Ανδρεαδάκη Ε. (2006). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, University Studio Press.
4. Αυγελής Α. & Παπαδόπουλος Α.Μ., (2007). Ρύπανση και Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος στα Κτίρια, εκδοτική, Αθήνα.
5. Γιαμά Ε. και Παπαδόπουλος Α.Μ. (2011). Οικολογική σήμανση στα κτίρια: Επιλογή κριτηρίων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://docplayer.gr/1806741-Oikologiki-simansista-ktiria-epilogi-kritirion-perivallontikis-diaheirisis.html>
6. Γιαρμά Χ. (2016). Περιβαλλοντικός Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός Κτιρίων. Διάλεξη Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
7. Θεοδοσίου Γ.Μ., (2008). ‘Οικολογικός Σχεδιασμός Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας’, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών, Θεσσαλονίκη.
8. Κάππος Γ. (2015). Βιοκλιματικές Κατασκευές,. Σημειώσεις μαθήματος, Αθήνα

9. Κοσμόπουλος Π. (2008). Ενέργεια και Περιβάλλον, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
10. Μπίκας Δ. (2004). Εργαλεία Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Κτιριακών κατασκευών στόχοι - δυνατότητες - προοπτικές. Τεχνικά Χρονικά.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://library.tee.gr/digital/techr/2004/techr_2004_2_bikas.pdf
11. Ξανθάκης Γ. (2015) papers P035 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ(LCA) ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ.ΜΕΙΩΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
12. Ξενοφών Σ. (2014). Υλικά Τεχνικών Έργων και Προστασία Περιβάλλοντος, Συγγράματα ΠΜΣ Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.
13. Παπακώστας Κ.Τ. (2005), “Έξοικονόμηση Ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού,”
14. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://library.tee.gr>.
15. Παπαμανώλης Ν. (2015). Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων, ΣΕΑΒ - Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά. Συγγράματα και Βοηθήματα Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πολυτεχνείου Κρήτης
16. Σακελλάρης Γ. (2014). Η φυσική δόμηση σαν εναλλακτικός τρόπος δημιουργίας κτηρίων. Εισήγηση στο περιβαλλοντικό πάρκο Κρήτης (11-09-2014)
17. Συλλογικό έργο Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού, Εκδόσεις Κτίριο, 2011.
18. Τ.Ε.Ε. (2010). Τ.Ο. Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων. Α' Έκδοση. Αθήνα
19. Τσιπήρας Κ. (2005). Οικολογική Αρχιτεκτονική, εκδόσεις Κέδρος
20. ΥΠΕΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ - ΚΤΙΡΙΑ.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.ypeka.gr/?tabid=282>
21. LIFE, (2007). Βέλτιστες Πρακτικές Οικολογικού Σχεδιασμού στον Κατασκευαστικό Κλάδο. 2η Έκδοση. Σεπτέμβριος

Ξένη

1. Building Life-Cycle Impact Reduction.

- Διαθέσιμο:<https://www.usgbc.org/node/2614363?return=%2Fcredits%2Fnew-construction%2Fv4%2Fmaterial-%26amp%3B-resources>
2. D. Overbey, Leveraging Life Cycle Assessment in the Design Process, Οκτ. 11, 2017.
Διαθέσιμο: <https://www.bdmd.com/leveraginglife-cycle-assessment-in-the-design-process/>
 3. Global Energy Use, Οκτ. 2014.
Διαθέσιμο:<https://www.engineeringcivil.com/wp-content/uploads/2014/10/global-energy-use.jpg>
 4. Guinee J.B., Udo de Haes H.A., and Huppes G., (1993). Quantitative life cycle assessment of products, 1. Goal definition and inventory. Journal of Cleaner Production
 5. Koepke, K., Portalatin, M., Roskoski, M. and Shouse, T. (2010) Sustainability “How-To Guide” Series: Green Building Rating Systems. Guide. IFMA Foundation.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://cdn.ifma.org/sfcdn/membership-documents/green-ratingsystems-htg-final.pdf?sfvrsn=0>
 6. Moussiopoulos N. and Boura A., (1998). Life Cycle Analysis, Proceedings of the HELCANET Seminar, Ziti, Thessaloniki, Greece.
 7. Mötzl, H.&Fellner, M.(2011), Environmental and health related criteria for buildings. ANEC. Brussels.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.anec.eu/attachments/ANEC-R&T-2011-ENV-001final.pdf>
 8. Ortiz O., Castells F., Sonnemann G., (2008). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. Construction and Building Materials: in press.
 9. Papadopoulos A.M. and Giama E., (2006). Model analysis for existing buildings’ efficient environmental evaluation, Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, Milos, June.
 10. Wu, W. and Issa, R. (2015). BIM Execution Planning in Green Building Projects: LEED as a Use Case. J. Manage.
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

- http://www.researchgate.net/publication/264159324_BIM_execution_planning_in_green_building_projects_LEED_as_a_use_case
11. Yusoff, W. Z. W., & Wen, W. R. (2014). Analysis of the international sustainable building rating systems (SBRSS) for sustainable development with special focused on green building index (GBI) Malaysia. Journal of Environmental Conservation Research,
Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.researchgate.net>
 12. GBTool (2006). www.iisbe.org
 13. SBTool 2015 Generic Max Dsn, iiSBE, Canada, 2015.
 14. LEED v4 for Building Design and Construction, 4η εκδ. USGBC, WA, United States, 2013.
 15. HQE scheme environmental performance non-residential building, Cerway, Paris, France, 2016.
 16. BREEAM Professionals a Guide to Understanding their Roles, BRE Global Ltd, Watford, United Kingdom, 2018.
 17. BREEAM International for New construction, 2η εκδ. BRE Global Ltd, Watford, United Kingdom, 2016.

Ιστοσελίδες

1. <http://www2.env.aegean.gr/eda/Envirohelp/greece/bestpractices/BestPracticeEcolabells.html>
2. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=529>
3. http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/giannakides_02.pdf
4. http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/MATHAS_03.pdf
5. <https://www.usgbc.org/articles>
6. <http://iisbe.org/iisbe/gbc2k5/gbc2k5-start.htm>
7. <http://www.iisbe.org/>
8. <https://www.buildup.eu/en>
9. <http://businessperformance.org/sb-alliance>
10. https://ec.europa.eu/dgs/environment/index_en.htm
11. https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:481830&cs=181BD0E0E925FA84EC4B8BCCC284577F8

12. <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Overview%2004May15.pdf>
13. http://www.weltec.hk/catalog/LEED_Info.pdf
14. <https://escholarship.org/uc/item/01n0q8bx>
15. <https://new.usgbc.org/leed/rating-systems/existing-buildings>
16. <https://www.usgbc.org/drupal/legacy/usgbc/docs/LEEDdocs/Projects/LEED-EB%20Pilot%20Certification%20Process.pdf>
17. <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version>
18. <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>
19. <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/>
20. <https://www.dgnb-system.de/en/>
21. <https://www.dgnb-navigator.de/?language=en>
22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132301000348>
23. http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_housing.htm
24. http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_city.htm
25. <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm>
26. <https://www.abcb.gov.au/Resources/All-Resources>
27. <https://new.gbca.org.au/green-star/certification-process/>
28. https://www.bca.gov.sg/green_mark/pdf/GM2015_NewBuildings_NRB_Pilot.pdf
29. <https://hkgbc.org.hk/eng/about-us/what-is-green-building/index.jsp>
30. <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/>
31. <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/>
32. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25339&locale=el>
33. <https://el.wikipedia.org/wiki/>
34. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm
35. <https://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/ceb2ceb9cebfacebbceb9cebcecb1cf84ceb9cebacebfcf831.pdf>
36. https://el.wikipedia.org/wiki/Αειφόρος_ανάπτυξη
37. <https://www.wbdg.org/resources/gbs.php>
38. <http://www.ktirio.gr/>
39. <https://el.wikipedia.org/wiki/>

40. <https://www.greenenergyparts.com/westech-lights-kit.html>
41. http://www.dgnb-system.de/en/schemes/schemeoverview/?pk_campaign=en_sysloopnewschemes
42. <http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20Overview%2004May15.pdf>
43. <https://www.usgbc.org/articles/greenbuild-premier-global-eventsustainabilityprofessionals-comes-europe-april-1718-2018>
44. http://www.dgnb-system.de/en/projects/?we_lv_start_6=12
45. http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability_concept/
46. <http://www.behqe.com/presentation-hqe/what-is-hqe>
47. <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/accreditedprofessionalE.htm>
48. <https://ecobilan.pwc.fr/en/boite-a-outils/team.html>
49. <https://www.oneclicklca.com/levels-framework-forsustainable-buildings/>