



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΤΟΜΕΑΣ Α: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ



Μελέτη

ΧΟΥΝΤΑΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (Α.Μ. 30020)
ΠΙΡΔΑΣ ΑΝΤΡΕΑΣ (Α.Μ. 30204)
ΤΟΠΙΝΤΖΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ. 37572)

Επίβλεψη

Μελάς Κωνσταντίνος
Πειραιάς, Ιανουάριος 2014

*Στις οικογένειές μας
Στους φίλους μας*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από αυτή τη θέση θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές ευχαριστίες μας σε όλους όσους βοήθησαν στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας, ξεκινώντας από τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κωνσταντίνο Μελά, για την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μας με την ανάθεση του θέματος.

Ολόθερμες ευχαριστίες θέλουμε, επίσης, να εκφράσουμε στους γονείς μας, χωρίς την αμέριστη αγάπη και υποστήριξη των οποίων δεν θα μπορούσαμε να ανταπεξέλθουμε καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών. Η υπομονή και η ψυχολογική συμπαράσταση που μας προσέφεραν ήταν καταλυτική για την επιτυχής περάτωση της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ οφείλουμε στους φίλους μας για την κατανόηση και τη στήριξη που μας προσέφεραν κατά τη συγγραφή του πονήματός μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η νομοθετική, εννοιολογική και κατασκευαστική προσέγγιση των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ). Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία κινήθηκε σε δύο άξονες. Στον πρώτο άξονα, γίνεται περιγραφή του νομοθετικού πλαισίου σε παγκόσμιο, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο γύρω από το περιβάλλον και την βιώσιμη κατασκευή, που οδήγησε στη συζήτηση γύρω από τα Κτίρια Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ) και τα μέσα υλοποίησής τους. Στο σημείο αυτό, το ερευνητικό ενδιαφέρον της εργασίας επικεντρώνεται στην παρακολούθηση της εξέλιξης της περιβαλλοντικής προστασίας, όπως διαμορφώθηκε μέσα από διεθνείς, ευρωπαϊκούς και εθνικούς θεσμούς και αποτυπώθηκε σε όρους βιώσιμης ανάπτυξης και κατ' επέκταση βιώσιμης κατασκευής. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι ιστορικοί σταθμοί και οι κανονιστικές πρωτοβουλίες, που διαμόρφωσαν τη νομιμοποιητική βάση για την εφαρμογή των αρχών της βιώσιμης κατασκευής και των προτύπων της ενεργειακής απόδοσης στις κτιριακές υποδομές. Στο δεύτερο άξονα, η ερευνητική εργασία δίνει έμφαση στην εννοιολογική και κατασκευαστική ανάλυση των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, προσεγγίζοντας τα από το στάδιο σχεδιασμού μέχρι την χρήση των υλικών και την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών. Σε τελευταίο στάδιο, η διερεύνηση του ζητήματος ολοκληρώνεται με την παράθεση σκέψεων, προβληματισμών και συμπερασμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή κτιρίων σύμφωνων με τα πρότυπα της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
1.1. Εισαγωγή.....	23
1.2. Δομή εργασίας	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ. ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	27
2.1. Ιστορικοί σταθμοί.....	28
2.1.1. Η Διάσκεψη της Στοκχόλμης.....	28
2.1.2. Η Έκθεση Brundtland	29
2.1.3. Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ.....	32
2.1.4. Η Συνδιάσκεψη του Ρίο.....	32
2.1.5. Η Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για το κλίμα	34
2.1.6. Το Πρωτόκολλο του Κυότο.....	35
2.1.7. Η Σύνοδος του Γιοχάνεσμπουργκ	36
2.1.8. Οι εξελίξεις μετά το Γιοχάνεσμπουργκ	38
2.1.8.1. Η Συνδιάσκεψη του Μπαλί για την κλιματική αλλαγή - Bali Climate Change Conference	38
2.1.8.2. Η Διάσκεψη της Κοπεγχάγης – United Nations Climate Change Conference	39
2.1.8.3. Η Διάσκεψη του Κανκούν - Cancun Climate Change Conference.....	39
2.1.9. Η Διάσκεψη Ρίο+20	39
2.2. Η προώθηση της βιώσιμης κατασκευής.....	43
2.2.1. Η γενική στρατηγική.....	44
2.2.1.1. Οι Διασκέψεις Habitat.....	45
2.2.1.1.1. Η Habitat I	45
2.2.1.1.2. Η Habitat II και η ατζέντα Habitat	46
2.2.1.2. Η Ατζέντα 21 για τη βιώσιμη κατασκευή.....	48
2.3. Η διεθνής πρωτοβουλία για τη βιώσιμη κατασκευή.....	49
2.3.1. Παγκόσμιοι οργανισμοί για την βιώσιμη κατασκευή.....	49
2.3.2. Εργαλεία αξιολόγησης	52
2.4. Από τη βιώσιμη ανάπτυξη στη βιώσιμη κατασκευή	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ Η ΠΟΡΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ..... 57

3.1. Το γενικό πλαίσιο περιβαλλοντικής προστασίας	57
3.1.1. Οι αρχές του κοινοτικού δικαίου περιβάλλοντος.....	57
3.1.1.1. Οι γενικές αρχές	57
3.1.1.1.1. Η αρχή της ενσωμάτωσης και του υψηλού επιπέδου προστασίας	57
3.1.1.1.2. Η αρχή της επικουρικότητας.....	58
3.1.1.1.3. Η αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης	58
3.1.1.2. Οι ειδικές αρχές	59
3.1.1.2.1. Η αρχή της πρόληψης και της προφύλαξης	59
3.1.1.2.2. Η αρχή της επανόρθωσης των προσβολών του περιβάλλοντος κατά προτεραιότητα στην πηγή	59
3.1.1.2.3. Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»	60
3.2. Η εξέλιξη του πρωτογενούς ευρωπαϊκού δικαίου για το περιβάλλον.....	60
3.2.1. Η Συνθήκη της Ρώμης	60
3.2.2. Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη	61
3.2.3. Η Συνθήκη του Μάαστριχτ.....	62
3.2.4. Η Συνθήκη του Άμστερνταμ.....	63
3.2.5. Η Συνθήκη της Νίκαιας	63
3.2.6. Η Συνθήκη της Λισσαβώνας.....	64
3.3. Οι στρατηγικές της Ένωσης για το περιβάλλον	64
3.3.1. Η Στρατηγική της Λισσαβώνας (Lisbon Strategy)	65
3.3.2. Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Βιώσιμη Ανάπτυξη (EU Sustainable Development Strategy)	65
3.3.3. Η Διαδικασία του Κάρντιφ για την περιβαλλοντική ενσωμάτωση (Cardiff Process).....	66
3.4. Οι πολιτικοί προσανατολισμοί της ΕΕ για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή ..	67
3.4.1. Η Πράσινη Βίβλος	68
3.4.2. Οι στόχοι 20 - 20 - 20	69
3.4.3. Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση	70
3.5. Η πρόβλεψη για βιώσιμο αστικό περιβάλλον.....	72
3.5.1. Η θεματική στρατηγική για το Βιώσιμο Αστικό Περιβάλλον (Thematic Strategy for Environmental Sustainability).....	72
3.6. Προγράμματα δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	73

3.6.1. Τα Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον.....	73
3.6.2. Το Πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια - Ευρώπη	75
3.7. Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης. Ευρωπαϊκή Νομοθεσία και Πρακτική.....	76
3.7.1. Κανονιστικό πλαίσιο	77
3.7.1.1. Εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την θέσπιση εξειδικευμένων μέτρων..	77
3.7.1.1.1. Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ	77
3.7.1.1.2. Η οδηγία 2005/32/ΕΚ.....	78
3.7.1.1.3. Η οδηγία 2006/32/ΕΚ.....	79
3.7.1.2. Η θεσμοθέτηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων	80
3.7.1.2.1. Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ	80
3.7.1.2.2. Η οδηγία 2010/31/ΕΕ.....	81
3.7.2. Η πρακτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση	83
3.8. Αποτίμηση της ευρωπαϊκής πολιτικής	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ 87

4.1. Το νομοθετικό πλαίσιο.....	88
4.1.1. Νόμος 3661/2008.....	89
4.1.2. Νόμος 3851/2010.....	90
4.1.3. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)	90
4.1.3.1. Οι τεχνικές οδηγίες (ΤΟΤΕΕ).....	93
4.1.4. Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων.....	95
4.1.4.1. Ενεργειακοί Επιθεωρητές	96
4.1.4.2. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.....	97
4.1.4.3. Παράμετροι υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.....	98
4.1.4.3.1. Νέα κτίρια	99
4.1.4.3.2. Υφιστάμενα κτίρια	101
4.1.4.4. Τρόπος διεξαγωγής ενεργειακής επιθεώρησης	101
4.1.4.4.1. Διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες	102
4.1.4.4.2. Συνθήκες λειτουργίας	104
4.1.4.4.3. Εσωτερικά θερμικά κέρδη	105
4.1.4.4.4. Γεωμετρία του κτιρίου ή θερμικών ζωνών	106
4.1.4.4.5. Αεροστεγανότητα κτιρίου	108

4.1.4.4.6. Συστήματα σκιασμού	109
4.1.4.4.7. Σύστημα θέρμανσης χώρων	110
4.1.4.4.8. Συστήματα ψύξης χώρων	112
4.1.4.4.9. Σύστημα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ).....	113
4.1.4.4.10. Σύστημα Φωτισμού	114
4.1.4.4.11. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)	115
4.1.4.4.12. Συντήρηση και αναγκαίες επεμβάσεις.....	117
4.1.4.4.13. Απαιτούμενες επεμβάσεις - προτάσεις.....	118
4.2. Προγράμματα Δράσης	118
4.2.1. Πρόγραμμα «Εξοικονομώ» για τα δημόσια κτίρια.....	118
4.2.2. Πρόγραμμα «Εξοικονομώ II»	121
4.2.3. Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον»	122
4.3. Η ελληνική πραγματικότητα	123
4.4. Αποτίμηση της εθνικής πολιτικής για τη βιωσιμότητα του κτιριακού τομέα	127

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΤΙΡΙΟ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ **128**

5.1. Ορισμοί	129
5.1.1. Βιώσιμη κατασκευή	129
5.1.2. Βιοκλιματικό κτίριο	129
5.1.3. Παθητικό κτίριο	131
5.1.4. Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ)	131
5.1.4.1.Επιλογές παροχής ενέργειας σε κτίριο ZEB.....	132
5.1.4.1.1. Μείωση της απαιτούμενης ενέργειας μέσω τεχνολογιών χαμηλής κατανάλωσης.	132
5.1.4.1.2. Παροχή ενέργειας από πηγές στο εσωτερικό του οικοπέδου (on-site)	133
5.1.4.1.2.1. Χρήση ΑΠΕ εγκατεστημένων πάνω στο κτίριο	133
5.1.4.1.2.2. Χρήση ΑΠΕ εγκατεστημένων στο οικόπεδο του κτιρίου	133
5.1.4.1.3. Παροχή ενέργειας από πηγές που δεν βρίσκονται στο οικόπεδο του κτιρίου (off-site).....	133
5.1.4.1.3.1. Χρήση ΑΠΕ διαθέσιμων εκτός του οικοπέδου για παραγωγή ενέργειας στο κτίριο	133

5.1.4.1.3.2. Αγορά ενέργειας από ΑΠΕ διαθέσιμων εκτός του χώρου του κτιρίου	133
5.1.4.2. Τύποι κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης	134
5.1.4.2.1. Διαχωρισμός ανάλογα την παροχή ενέργειας.....	134
5.1.4.2.1.1. Net Zero site Energy	134
5.1.4.2.1.2. Net Zero Source Energy.....	135
5.1.4.2.1.3. Net zero energy Costs	135
5.1.4.2.1.4. Net Zero Energy Emissions	135
5.1.4.2.2. Διαχωρισμός ανάλογα την σύνδεση του κτιρίου στο δίκτυο	136
5.1.4.2.2.1. Off-grid ZEB	136
5.1.4.2.2.2. On-grid ZEB.....	136
5.2. Μέσα υλοποίησης Κτιρίου Μηδενικής Κατανάλωσης	137
5.2.1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	137
5.2.1.1. Κτιριακή Μορφολογία	137
5.2.1.1.1. Προσανατολισμός και σχήμα.....	137
5.2.1.1.2. Λειτουργική οργάνωση εσωτερικού	138
5.2.2. Τεχνικές θερμομόνωσης	140
5.2.2.1. Κέλυφος.....	141
5.2.2.1.1. Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας	142
5.2.2.1.2. Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας	143
5.2.2.1.3. Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής επιφάνειας.....	145
5.2.2.1.4. Θερμομόνωση μεσοτοιχίας	146
5.2.2.1.5. Διαφανής Θερμομόνωση	146
5.2.2.2. Οροφή	147
5.2.2.2.1. Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής με οπλισμένο σκυρόδεμα	148
5.2.2.2.2. Θερμομόνωση στέγης.....	150
5.2.2.3. Θερμομονωτικά κουφώματα.....	151
5.2.2.4. Τεχνικές φύτευσης δώματος.....	153
5.2.2.4.1. Προδιαγραφές κατασκευής	153
5.2.2.4.2. Διαδικασία φύτευσης	154
5.2.2.4.3. Τύποι φυτεμένου δώματος.....	156
5.2.2.4.3.1. Εντατικός τύπος	156

5.2.2.4.3.2. Ημιεντατικός τύπος.....	157
5.2.2.4.3.3. Εκτατικός τύπος	158
5.2.2.4.4. Οφέλη από τη φύτευση δώματος.....	159
5.2.3. Παθητικά ηλιακά συστήματα	161
5.2.3.1. Άμεσου κέρδους	161
5.2.3.2. Έμμεσου κέρδους.....	163
5.2.3.2.1. Ηλιακοί τοίχοι	164
5.2.3.2.1.1. Τοίχος μάζας	164
5.2.3.2.1.2. Τοίχος Trombe	164
5.2.3.2.1.3. Τοίχος νερού	166
5.2.3.2.2. Ηλιακοί χώροι- θερμοκήπια	166
5.2.3.2.3. Ηλιακό αίθριο	167
5.2.3.3. Συστήματα Απομονωμένου κέρδους.....	168
5.2.4. Συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό	168
5.2.4.1. Φυσικός φωτισμός.....	168
5.2.4.2. Φυσικός δροσισμός	172
5.2.4.2.1. Φυσικός αερισμός	173
5.2.4.2.2. Ψύξη μέσω εδάφους	175
5.2.4.2.3. Νυκτερινή ακτινοβολία.....	175
5.2.4.2.3.1. Μεταλλικός ακτινοβολητής	176
5.2.4.2.3.2. Λίμνες οροφής	176
5.2.4.2.4. Εξατμιστικός δροσισμός	177
5.2.5. Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).....	177
5.2.5.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	178
5.2.5.1.1. Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο	178
5.2.5.1.2. Φωτοβολταϊκή Διάταξη	180
5.2.5.1.3. Κατηγορίες φωτοβολταϊκών.....	182
5.2.5.1.3.1. Κρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά Στοιχεία.....	182
5.2.5.1.3.2. Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Λεπτών Υμενίων	185
5.2.5.1.4. Πλεονεκτήματα από τη χρήση φωτοβολταϊκών.....	195
5.2.5.2. Ανεμογεννήτριες.....	196
5.2.5.3. Συστήματα γεωθερμίας	200
5.2.5.4. Συστήματα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.....	202

5.2.6. Ο ρόλος των υλικών	205
5.2.6.1. Θερμομονωτικά υλικά	206
5.2.6.1.1. Θερμομονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης.....	207
5.2.6.1.2. Θερμομονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης.....	209
5.2.6.2. Δομικά υλικά.....	211
5.2.7. Επιπλέον μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.....	229
5.2.7.1. Βελτιώσεις στον τεχνητό φωτισμό.....	229
5.2.7.1.1. Λαμπτήρες.....	230
5.2.7.1.2. Συστήματα ελέγχου φωτισμού	232
5.2.7.2. Σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS – EBMS).....	233
5.2.7.3. Εξοικονόμηση ενέργειας στην εγκατάσταση ανελκυστήρα	234
5.2.7.4. Οικιακές συσκευές	235
5.2.7.5. Θέρμανση.....	236
5.2.7.5.1. Το τζάκι ως μέσο θέρμανσης	236
5.2.7.5.1.1. Το παραδοσιακό τζάκι	236
5.2.7.5.1.2. Ενεργειακό τζάκι	237
5.2.7.5.2. Η σόμπα ως μέσο θέρμανσης	240
5.2.7.5.3. Η χρήση βιομάζας	240
5.2.7.5.4. Αλλαγή του καυστήρα και του λέβητα πετρελαίου με αντίστοιχα βιομάζας.....	242
5.2.7.5.5. Ηλιακό σύστημα θέρμανσης.....	243
5.2.7.5.6. Ενδοδαπέδια Θέρμανση	245
5.2.7.5.7. Αντλίες θερμότητας	246
5.2.7.6. Χρήση Φυσικού Αερίου	247
5.2.7.6.1. Χρήσεις του φυσικού αερίου.....	249
5.2.7.6.2. Οφέλη από τη χρήση φυσικού αερίου	250
5.2.7.7. Ηλιακοί θερμοσίφωνες	250
5.3. Αποτίμηση των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας	252
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	255
6.1. Παράδειγμα 1 ^ο : Βιομηχανικό κτίριο	255
6.2. Παράδειγμα 2 ^ο : Το κτίριο της τράπεζας PNC.....	256
6.3. Παράδειγμα 3 ^ο : Κτίριο γραφείων κατασκευασμένο πάνω από υπάρχον κτίριο	257

6.4. Παράδειγμα 4 ^ο : Κατοικία στο Μίσιγκαν	258
6.5. Παράδειγμα 5 ^ο : Κατοικία στη Vicenza της Ιταλίας	259
6.6. Παράδειγμα 6 ^ο :Κτίριο έρευνας μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στο Colorado των ΗΠΑ	260
6.7. Παράδειγμα 7 ^ο : Κατάστημα στο Ιλινόις των ΗΠΑ	261
6.8. Παράδειγμα 8 ^ο : Κατοικία στο Όρεγκον των ΗΠΑ	262
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	263
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	274

Ακρωνύμια - Συντομογραφίες

O.H.E.	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ECOSOC	Economic and Social Council
UNEP	United Nations Environment Program
WCED	World Commission on Environment and Development
ODS	Ozone – Depleting Substances
MKO	Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις
WSSD	World Summit Sustainable Development
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
MME	Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης
CIB	Conseil International du Batiment
RILEM	Reunion Internationale des Laboratoires et Experts des Materiaux, Systemes de Construction et Ouvrages
IEA	International Energy Agency
ISIAQ	International Society of Indoor Air Quality and Climate
WFEO	World Federation of Engineering Organizations
iiSBE	International Initiative for a Sustainable Built Environment
WGBC	World Green Building Council
USGBC	US Green Building Council
HBN	Healthy Building Network
GBRS	Green Building Rating Systems
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
GBI	Green Building Index
IPD	Investment Property Development
E.E.	Ευρωπαϊκή Ένωση

ΣΕΚ	Συνθήκη Ευρωπαϊκής Κοινότητας
ΣΕΕ	Συνθήκη Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΣΛΕΕ	Συνθήκη Λειτουργίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΣΕΟΚ	Συνθήκη Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας
ΕΕΠ	Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη
ΕU	European Union
ΕΚΑΧ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα Άνθρακα και Χάλυβα
ΕΥΡΑΤΟΜ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας
ΕΣΛΕΕ	Ενοποιημένη Συνθήκη Λειτουργίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΠΔ	Προεδρικό Διάταγμα
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
E2B EI	Energy Efficient Building European Initiative
E2BA	Energy Efficient Buildings Association
ECTP	European Construction Technology Platform
CEN/CENELEC	European Committee for Standardization (CEN), the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)
CE	Conformité Européene
ΕΚ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα
ΠΕΑ	Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης
Κ.ΕΝ.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
ΜΕΑΚ	Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
τ.μ.	Τετραγωνικά Μέτρα
Βλ.	Βλέπε
TOTEE	Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος
Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ	Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και

	Κλιματικής Αλλαγής
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας
H/M	Ηλεκτρομηχανολογικά
ΘΧ	Θέρμανση Χώρου
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης
ΕΛΟΤ	Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
ISO	International Organization for Standardization
ZNX	Ζεστό Νερό Χρήσης
Φ/Β	Φωτοβολταϊκά
ΕΠΑΕ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας και Επιχειρηματικότητας
ΕΣΠΑ	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
ΟΤΑ	Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΔΕΚ	Δικαστήριο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
ΣΔΕΑ	Σχέδιο Ενεργειακής Απόδοσης
ZEB	Zero Energy Building
NZEB	Nearly Zero Energy Building
ΣΗΘ	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
FSC	Forest Stewardship Council
ΠΟΕ	Πτητικές Οργανικές Ενώσεις
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
BMS	Building Management System
EBMS	Energy Building Management System
ΕΠΑ	Εταιρεία Παροχής Αερίου
PCMs	Phase Change Materials

Ευρετήριο Εικόνων

Αριθμός Εικόνας	Τίτλος Εικόνας	Σελίδα
Εικόνα 1	Οι τρεις συνιστώσες της βιωσιμότητας	31
Εικόνα 2	Σχηματική απεικόνιση της γενικής στρατηγικής	45
Εικόνα 3	Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό	143
Εικόνα 4	Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό	145
Εικόνα 5	Θερμομόνωση επίπεδης οροφής κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	149
Εικόνα 6	Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον, τοποθετημένη στην πάνω πλευρά της πλάκας	150
Εικόνα 7	Τομή θερμομονωτικού κουφώματος	151
Εικόνα 8	Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή θερμοπερατότητας υαλώσεως U_g ανάλογα με την κλιματική ζώνη	153
Εικόνα 9	Τομή φυτεμένου δώματος	156
Εικόνα 10	Εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος	157
Εικόνα 11	Ημιεντατικός τύπος φυτεμένου δώματος	158
Εικόνα 12	Εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος	159
Εικόνα 13	Ορθή διαστασιολόγηση οριζόντιου προβόλου για πλήρη ηλιασμό το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι	162
Εικόνα 14	Παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους	164
Εικόνα 15	Συμπεριφορά του βελτιωμένου τοίχου Trombe (με ανοίγματα) για τις ανάγκες του χώρου	165
Εικόνα 16	Χρήση θερμοκηπίου σε κατοικία	167
Εικόνα 17	Διαδρομή ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας και τρόπος αντανάκλασης του φωτός στα τοιχώματα του φωτοσωλήνα	170
Εικόνα 18	Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά	171
Εικόνα 19	Η ηλιακή ακτινοβολία κατά τόπους στην Ελλάδα	178
Εικόνα 20	Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο	179
Εικόνα 21	Η δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου από μία ηλιακή κυψέλη	181
Εικόνα 22	Σύνδεση Φ/Β στοιχείων σε σειρά και παράλληλα	182
Εικόνα 23	Φωτοβολταϊκό πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου	183

Εικόνα 24	Φωτοβολταϊκό πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου	184
Εικόνα 25	Φωτοβολταϊκό πάνελ ταινίας πυριτίου	185
Εικόνα 26	α) Αριστερά Φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si σε τομή, (β) Δεξιά Φωτοβολταϊκά πάνελ a-Si	187
Εικόνα 27	Φωτοβολταϊκό πάνελ GaAs	188
Εικόνα 28	Αριστερά Φ/Β στοιχείο CdTe σε τομή, Δεξιά Φ/Β πάνελ CdTe	189
Εικόνα 29	Αριστερά Φ/Β στοιχείο CIGS σε τομή, Δεξιά Φ/Β πάνελ CIGS	191
Εικόνα 30	Οργανικό Φ/Β στοιχείο λεπτού υμενίου	192
Εικόνα 31	Φ/Β στοιχείο πολλαπλών στρωμάτων	193
Εικόνα 32	Υβριδική φωτοβολταϊκή κυψέλη κατασκευασμένη από την εταιρία Sanyo Solar	194
Εικόνα 33	Υβριδικά φωτοβολταϊκά panels τεχνολογίας micromorph της εταιρείας Heliosphera	195
Εικόνα 34	Τα μέρη της ανεμογεννήτριας	199
Εικόνα 35	Αριστερά Εφαρμογή PCMs σε σακουλάκια με αλουμινένιο περίβλημα, Δεξιά Εφαρμογή επιχρίσματος με πρόσμιξη μικροκάψουλων PCM	226
Εικόνα 36	Ενεργειακό τζάκι μονού τοιχώματος.	238
Εικόνα 37	Ενεργειακό τζάκι τριπλού τοιχώματος	239
Εικόνα 38	Συγκριτικά διαγράμματα κατανομής θερμότητας μεταξύ ενδοδαπέδιας θέρμανσης και θερμαντικών σωμάτων	246
Εικόνα 39	Σύγκριση ενός συμβατικού κτιρίου με ένα αντίστοιχο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας	253
Εικόνα 40	Βιομηχανικό κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας	255
Εικόνα 41	Το κτίριο της τράπεζας PNC	256
Εικόνα 42	Κτίριο γραφείων κατασκευασμένο πάνω από υπάρχον κτίριο.	257
Εικόνα 43	Κατοικία στο Μίσιγκαν	258
Εικόνα 44	Κατοικία στη Vicenza της Ιταλίας	259
Εικόνα 45	Κτίριο έρευνας μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στο Colorado των ΗΠΑ	260
Εικόνα 46	Κατάστημα στο Ιλινόις των ΗΠΑ	261
Εικόνα 47	Κατοικία στο Όρεγκον των ΗΠΑ	262

Εικόνα 48	Σύγκριση του κτιριακού τομέα με άλλους ενεργοβόρους τομείς	268
------------------	--	-----

Ευρετήριο Πινάκων

Αριθμός Πίνακα	Τίτλος Πίνακα	Σελίδα
Πίνακας 1	Συγκεντρωτικός πίνακας των σημαντικότερων διεθνών διασκέψεων για το περιβάλλον	39
Πίνακας 2	Συστήματα αξιολόγησης σε διάφορες χώρες	52
Πίνακας 3	Απαιτούμενες επιμέρους μελέτες της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου	91
Πίνακας 4	Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ όπως ορίζονται από την Υ.Α. 17178/2010	92
Πίνακας 5	Αναμενόμενα οφέλη από το Πρόγραμμα "Εξοικονομώ"	119
Πίνακας 6	Συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτίρια	153
Πίνακας 7	Προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτιρίων	202
Πίνακας 8	Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα	202
Πίνακας 9	Ποιότητα δομικών υλικών	217
Πίνακας 10	Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό σε διάφορες κατηγορίες χρήσης	219
Πίνακας 11	Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων	227
Πίνακας 12	Κριτήρια επιλογής λαμπτήρων	228
Πίνακας 13	Ηλεκτρική αντιστοιχία λαμπτήρων φθορισμού και λαμπτήρων πυράκτωσης για το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα	229
Πίνακας 14	Διαφορές ανάμεσα στο παραδοσιακό και το ενεργειακό τζάκι	230

Πίνακας 15	Οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου σε σχέση με άλλα καύσιμα.	231
Πίνακας 16	Προδιαγραφές σύστασης φυσικού αερίου	238
Πίνακας 17	Οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου σε σχέση με άλλα καύσιμα	249
Πίνακας 18	Προδιαγραφές σύστασης φυσικού αερίου	249
Πίνακας 19	Σύγκριση ενός συμβατικού κτιρίου με ένα αντίστοιχο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας	259

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή

Πριν από μισό αιώνα περίπου, η ανθρωπότητα ήρθε αντιμέτωπη με τα θλιβερά αποτελέσματα της μέχρι τότε απαξιωτικής συμπεριφοράς της προς το φυσικό περιβάλλον του πλανήτη. Η τρύπα του όζοντος, το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, η αλλαγή του κλίματος, και ο περιορισμός των διαθέσιμων ορυκτών ενεργειακών κοιτασμάτων (άνθρακας, πετρέλαιο) σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού της γης, αποτελούσαν πλέον μια πραγματικότητα, η οποία απειλούσε σοβαρά τη βιωσιμότητα του πλανήτη.

Η σκληρή αυτή πραγματικότητα λειτούργησε αφυπνιστικά για την παγκόσμια ηγεσία, η οποία όφειλε πλέον να επαναπροσδιορίσει τους στόχους και τις μέχρι τότε πολιτικές επιλογές της. Η προστασία του περιβάλλοντος έλαβε ηγετική θέση στην παγκόσμια ατζέντα και αποτέλεσε παράμετρο καθοριστική για την αλλαγή νοοτροπίας κατά την άσκηση πολιτικής. Η προσέγγιση της αναπτυξιακής διαδικασίας αναδιατυπώθηκε υπό νέους όρους, προσθέτοντας στο προσδοκώμενο της οικονομικής μεγέθυνσης την πρόβλεψη για υγιές περιβάλλον και κοινωνική ευημερία.

Η «βιώσιμη ανάπτυξη», όπως ονομάστηκε αυτό το αδιαίρετο σύμπλεγμα οικονομίας, περιβάλλοντος και κοινωνίας που καθορίζει την αναπτυξιακή δραστηριότητα, εκφράστηκε με ποικίλους τρόπους από τους διαφόρους τομείς, κλάδους ή κοινωνικές ομάδες που δραστηριοποιούνται σε εθνικό ή υπερεθνικό επίπεδο. Στον κατασκευαστικό κλάδο, η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης αποτυπώθηκε σε ένα νέο πρότυπο μοντέλο κατασκευής που ξέφευγε από τα υπάρχοντα συμβατικά δεδομένα. Οι κτιριακές υποδομές θα πρέπει όχι μόνο να εξυπηρετούν τις λειτουργικές ανάγκες του χρήστη, αλλά να βρίσκονται σε αρμονία με το περιβάλλον και να συνεισφέρουν στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο.

Γεγονός είναι ότι τα κτίρια δαπανούν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της συνολικής παραγόμενης ενέργειας, ποσοστό που σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχεται στο 40%, ενώ ευθύνονται και για τις πολύ υψηλές εκπομπές αερίων που επηρεάζουν

την ατμοσφαιρική ρύπανση και την κλιματική αλλαγή. Παράλληλα, αποτελούν μέγιστο παράγοντα οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας, αφού απασχολούν μεγάλο μέρος της βιομηχανίας και του ανθρώπινου δυναμικού. Υπό αυτό το σκεπτικό, η υπαγωγή του κατασκευαστικού κλάδου στους όρους της βιωσιμότητας θα μπορούσε να επιφέρει σημαντικές αλλαγές για την μεταστροφή του δυσοίωνου κλίματος.

Ο ρόλος και η σημασία του κτιριακού τομέα για τη βιωσιμότητα του πλανήτη αντικατοπτρίστηκε πιο ουσιαστικά μέσα από το τεράστιο ενδιαφέρον που έχει δείξει τα τελευταία χρόνια η διεθνής κοινότητα τόσο σε επίπεδο πολιτικό όσο και κοινωνικό. Μέσα από τις εργασίες των διεθνών διασκέψεων, αλλά και την εθνική και υποεθνική πρωτοβουλία, οι κατασκευές μετεξελίχθηκαν, ώστε να εξυπηρετούν το ζητούμενο της «βιώσιμης κατασκευής». Νέα νομοθετικά εργαλεία, καινοτόμες κατασκευαστικές τεχνικές και πρωτοπόρες τεχνολογίες οδήγησαν στη σταδιακή αναδιαμόρφωση των κτιρίων σε υποδομές φιλικές προς τον χρήστη και το περιβάλλον, αλλά κοινωνικά και οικονομικά επωφελείς.

Η μετάβαση από τα συμβατικά κτίρια, στα βιοκλιματικά μέχρι τα χαμηλής ενεργειακής απόδοσης και τα Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ) αναμένεται να δημιουργήσει νέα δεδομένα και προκλήσεις όχι μόνο για τον τομέα των κατασκευών, αλλά και για ολόκληρο τον πλανήτη. Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός και στόχος της παρούσας εργασίας είναι να καταδείξει τις πτυχές εκείνες που αναδεικνύουν τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας σε φαινόμενο εξίσου κατασκευαστικό και κοινωνικό. Σε πρώτο επίπεδο, επομένως, επιχειρείται η παρουσίαση του διεθνούς, ευρωπαϊκού και εθνικού κεκτημένου για την προώθηση της βιώσιμης κατασκευής, όπως προέκυψε άμεσα ή έμμεσα μέσα από το ευρύτερο νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος. Σε δεύτερο επίπεδο, γίνεται ανάλυση των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας τόσο ως προς την εννοιολογική όσο και ως προς την κατασκευαστική τους διάσταση. Τέλος, προσεγγίζεται το σύγχρονο αυτό κατασκευαστικό φαινόμενο ως προς τα οφέλη που μπορεί να επιφέρει, αλλά και τους προβληματισμούς που ενδεχομένως εγείρει.

1.2. Δομή εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δομείται σε επτά κεφάλαια, με πρώτο αυτό της εισαγωγής, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το αντικείμενο μελέτης.

Εν συνεχεία, στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται η παρουσίαση της διεθνούς περιβαλλοντικής διακυβέρνησης, όπως προέκυψε μέσα από μια σειρά διεθνών Διασκέψεων και Πρωτοκόλλων, από τη Διάσκεψη της Στοκχόλμης μέχρι το Ρίο+20, με αναφορές στο ζητούμενο της βιώσιμης ανάπτυξης και την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων που συνδέονται με την ενέργεια, την ατμοσφαιρική ρύπανση και την κλιματική αλλαγή. Παράλληλα, γίνεται συνοπτική αναφορά στη διεθνή πρωτοβουλία αναφορικά με τη βιώσιμη κατασκευή είτε σε επίπεδο πολιτικής στοχοθέτησης είτε σε επίπεδο μέσων και εργαλείων προώθησης.

Προχωρώντας στο τρίτο κεφάλαιο, προσδιορίζεται ο ρόλος, οι πολιτικές επιλογές και η αντίστοιχη δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με τη διαμόρφωση μιας συμπαγούς ευρωπαϊκής ατζέντας για το περιβάλλον. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι στόχοι και οι δεσμεύσεις της Ένωσης για την προστασία του περιβάλλοντος και πως αυτοί συγκεκριμενοποιήθηκαν στο βιώσιμο αστικό περιβάλλον και τον τομέα των κατασκευών. Παράλληλα, γίνεται σύντομη αναφορά στο πως πρακτικά έχει εφαρμοσθεί η εν λόγω νομοθεσία στις ευρωπαϊκές χώρες.

Συνεχίζοντας, στο τέταρτο κεφάλαιο, διερευνώνται τα εθνικά νομοθετικά εργαλεία και προγράμματα δράσης, μέσα από τα οποία ο Έλληνας νομοθέτης ενσωμάτωσε το διεθνές και ευρωπαϊκό κεκτημένο για το περιβάλλον και τις κατασκευές, σε συγκεκριμένες νομοθετικές διατάξεις που εξυπηρετούν την εφαρμογή κανόνων και προτύπων βιώσιμης κατασκευής στα ελληνικά κτίρια. Σε αυτό το σημείο, παρατίθενται και ορισμένοι προβληματισμοί αναφορικά με την πρακτική εφαρμογή ή μη της εθνικής νομοθεσίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, το ερευνητικό ενδιαφέρον της εργασίας επικεντρώνεται στα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας και στα μέσα υλοποίησής τους. Ξεκινώντας από την εννοιολογική προσέγγιση του ζητήματος, προχωρούμε στην ανάλυση των κατασκευαστικών και σχεδιαστικών τεχνικών, καθώς και των εξειδικευμένων τεχνολογιών (από τα υλικά μέχρι τα συστήματα εξοικονόμησης και

παραγωγής ενέργειας) που απαιτούνται για την επίτευξη ενός κτιρίου υψηλής ενεργειακής απόδοσης με σχεδόν μηδενικούς ρύπους.

Κατ' επέκταση αυτού, στο έκτο κεφάλαιο δίνονται μερικά ενδεικτικά παραδείγματα ανάλογων κτιριακών υποδομών που έχουν μέχρι κατασκευαστεί ανά τον κόσμο, παραθέτοντας, τις σχετικές επεμβάσεις που έχουν υποστεί.

Τέλος, στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, γίνεται μία συζήτηση γύρω από τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης, τους προβληματισμούς και την επιρροή που μπορεί να έχουν σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο, προβαίνοντας, παράλληλα, στην καταγραφή των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τη συνολική έρευνα.

Κεφάλαιο 2: Η διεθνής πολιτική περιβάλλοντος. Ιστορικοί σταθμοί και πρωτοβουλίες για τη βιώσιμη κατασκευή

Από το 1970 και μετά, οπότε η διεθνής κοινότητα άρχισε να διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τα ζητήματα που άπτονται της προστασίας του περιβάλλοντος, έχουν υιοθετηθεί περίπου 300 διεθνείς συμβάσεις, που αφορούν είτε άμεσα είτε έμμεσα (στη βάση συγκεκριμένων προβλεπόμενων ρυθμίσεων) την προστασία του περιβάλλοντος. Συνήθως, οι αποφάσεις που λαμβάνονται μέσα από τα διεθνή όργανα είναι μη υποχρεωτικού χαρακτήρα (soft law), χωρίς να λείπουν και οι υποχρεωτικές αποφάσεις (hard law), οι οποίες, βέβαια, είναι ελάχιστες εξαιτίας της περιορισμένης αρμοδιότητας των οργάνων που τις θεσπίζουν. Ωστόσο, μέσα από τα κείμενα της διεθνούς κοινότητας - είτε αυτά έχουν την μορφή συστάσεων / οδηγιών είτε διακηρύξεων αρχών είτε προγραμμάτων δράσης - διαφαίνεται η θέληση των μετεχόντων για ρύθμιση των οικολογικών ζητημάτων. Μάλιστα, το γεγονός ότι τα κράτη επιλέγουν να υπακούουν στις διεθνείς δεσμεύσεις ανεξάρτητα του υποχρεωτικού ή μη χαρακτήρα τους υποδηλώνει την θέλησή τους για σύσφιξη των μεταξύ τους σχέσεων με σκοπό την από κοινού αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων.¹

Μέγιστος παράγοντας και πρωτοστάτης σε αυτή την προσπάθεια ήταν ανέκαθεν ο Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε), που μέσα από τις διασκέψεις του από το 1972 μέχρι και σήμερα έχει συντελέσει στη διαμόρφωση ενός ευρύτατου πεδίου για την προστασία του περιβάλλοντος σε παγκόσμια κλίμακα. Έτσι, σε πρώτη φάση θα παρουσιαστούν οι σημαντικότεροι σταθμοί στη μέχρι σήμερα διαδρομή της διεθνούς περιβαλλοντικής προστασίας, καθότι αποτελούν το πλαίσιο μέσα στο οποίο κινείται η λογική της «οικολογικοποίησης» των κτιριακών υποδομών, ενώ σε δεύτερη φάση θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση των πιο βασικών πρωτοβουλιών για τη βιώσιμη κατασκευή σε διεθνές επίπεδο.

¹ Γιώργος Δ. Σαμιώτης, Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, *Διεθνής προστασία του περιβάλλοντος*, τόμος Ι: Διεθνείς πολιτικές και δίκαιο του περιβάλλοντος, Παπαζήσης, Αθήνα, 1990, σελ. 121-123.

2.1. Ιστορικοί σταθμοί

2.1.1. Η Διάσκεψη της Στοκχόλμης

Η παγκόσμια διάσκεψη του Ο.Η.Ε. για το ανθρώπινο περιβάλλον στη Στοκχόλμη το 1972 αποτέλεσε την απαρχή για μια συντονισμένη περιβαλλοντική δράση τόσο σε περιφερειακό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ιδέα για την πραγματοποίηση μίας διεθνούς συνάντησης με θέμα την ανθρώπινη διάδραση με το περιβάλλον είχε διατυπωθεί αρχικά από τη Σουηδία στη διάσκεψη του ECOSOC (Economic and Social Council) το 1968. Ένα χρόνο αργότερα, το 1969, η Γενική Σύνοδος των Ηνωμένων Εθνών αποφάσισε τη διεξαγωγή διάσκεψης το 1972 που θα επικεντρωνόταν στο να εξετάσει και να προτείνει κατευθυντήριες γραμμές δράσης για τις εθνικές κυβερνήσεις και τους διεθνείς οργανισμούς προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα περιβαλλοντικά ζητήματα.²

Αποτέλεσμα της συνάντησης των εθνικών αντιπροσωπειών 113 κυρίαρχων κρατών – αναπτυγμένων και μη – ήταν η περίφημη *Διακήρυξη*, η οποία αποτελείτο από 26 αρχές αναφορικά με το περιβάλλον και την ανάπτυξη, όπως η ανάγκη για συντήρηση των φυσικών πηγών ενέργειας, η πρόβλεψη για ορθή διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η σύσταση για ορθολογικό σχεδιασμό που θα επιλύει συγκρούσεις ανάμεσα στο περιβάλλον και την αναπτυξιακή διαδικασία κ.ά. Παράλληλα, υιοθετήθηκε ένα *Σχέδιο Δράσης* που αποτελούταν από 109 Συστάσεις και προέβλεπε τη δημιουργία του United Nations Environment Programme (UNEP)³, ο οποίος και συστάθηκε ύστερα από απόφαση της Γενικής Συνέλευσης του Ο.Η.Ε το ίδιο μόλις έτος.

Σε γενικές γραμμές, η Διάσκεψη της Στοκχόλμης αντιπροσώπευε μια πρώτη απογραφή των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και μία προσπάθεια διαμόρφωσης μίας από κοινού θεώρησης για το πώς μπορούν να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της διατήρησης και βελτίωσης των

² Elizabeth DeSombre, *Global Environmental Institutions*, Rutledge, New York, 2006, pp. 22–23.

³ Ο UNEP είναι οργανισμός που δρα στο πλαίσιο του ΟΗΕ και είναι υπεύθυνος για το συντονισμό της περιβαλλοντικής δράσης των Ηνωμένων Εθνών, βοηθώντας τις χώρες στην επιβολή των περιβαλλοντικών πολιτικών και πρακτικών τους, δρώντας ως καταλύτης, δικηγόρος, εκπαιδευτικός και υπεύθυνος για την προώθηση της συνετής χρήσης και της βιώσιμης ανάπτυξης στο παγκόσμιο περιβάλλον, <http://www.unep.org/>, (τελευταία επίσκεψη: 13.09.2013).

περιβαλλοντικών συνθηκών. Ως εκ τούτου, οι μετέχοντες στο κάλεσμα των Ηνωμένων Εθνών, ενστερνίστηκαν, ως επί το πλείστον, ευρύτερους στόχους περιβαλλοντικής πολιτικής και όχι λεπτομερή κανονιστικά κείμενα. Προτίμησαν, δηλαδή, τη λύση του *soft law* (κείμενα μη υποχρεωτικού χαρακτήρα) από εκείνη του *hard law* (νομικά δεσμευτικά κείμενα).⁴ Παρά ταύτα, μετά τη Στοκχόλμη θα διαπιστωθεί μία αύξηση της παγκόσμιας ευαισθητοποίησης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, τη στιγμή που ο περιβαλλοντικός ακτιβισμός θα επεκτείνει το πεδίο δραστηριοτήτων του ώστε να συμπεριλάβει τις οικονομικές και αναπτυξιακές βλέψεις στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για το περιβάλλον.⁵

2.1.2. Η Έκθεση Brundtland

Στην εικοσαετή διαδρομή από τη Στοκχόλμη στο Ρίο το σημείο σταθμός που χρήζει ειδικής αναφοράς είναι η απεγνωσμένη έκκληση από πλευράς των Ηνωμένων Εθνών για τη δημιουργία μιας «παγκόσμιας ατζέντας για την αλλαγή» (“A global agenda for change”). Την ευθύνη αυτή επωμίστηκε, ύστερα από απαίτηση της Γενικής Συνόδου του Ο.Η.Ε, η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development – WCED), υπό την προεδρία της Υπουργού Περιβάλλοντος της Νορβηγίας κας. Brundtland. Έργο της επιτροπής ήταν:

- να προτείνει μακροχρόνιες στρατηγικές για την επίτευξη του στόχου της βιώσιμης ανάπτυξης μέχρι το 2000 και μετά,
- να συστήσει αρχές και τρόπους για υψηλότερο βαθμό συνεργασίας ανάμεσα σε ανεπτυγμένα και μη κράτη, παράλληλα με τη στοχοθέτηση αντικειμενικών στόχων που υπολογίζουν τη διασύνδεση μεταξύ των ανθρώπων, του περιβάλλοντος, της ανάπτυξης και των πηγών ενέργειας,

⁴ Γεωργία Σεφερλή, «Η Συμβολή του Τουρισμού στη Βιώσιμη Ανάπτυξη της Κρήτης», διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2007, σελ. 27.

⁵ Günther Handl (Introductory note), “The Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on Environment and Development, 1992”, <http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

- να εξετάσει τα μέσα με τα οποία η διεθνής κοινότητα θα μπορέσει να ανταπεξέλθει πιο αποτελεσματικά στις περιβαλλοντικές ανησυχίες, καθώς και
- να βοηθήσει στο σχηματισμό μιας κοινής αντίληψης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα και τα εργαλεία για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος, στη δημιουργία μιας μακροχρόνιας ατζέντας δράσης για τις επερχόμενες δεκαετίες και στην υιοθέτηση φιλόδοξων στόχων και την παγκόσμια κοινότητα.

Αποτέλεσμα των εργασιών της Επιτροπής, που συστάθηκε το 1983, ήταν η δημοσίευση της Έκθεσης το «Κοινό μας Μέλλον» (*“Our Common Future”*), η οποία είναι γνωστή ως «Έκθεση Brundtland» (από την πρόεδρο της Επιτροπής Dr. G. Harlem Brundtland). Η εν λόγω έκθεση αποτελεί μία από τις πιο εμπνευσμένες περιβαλλοντικές αναφορές του προηγούμενου αιώνα, αντιπροσωπεύοντας σε μεγάλο βαθμό μια πρόσκληση για συλλογική δράση των εθνών, προκειμένου να αποφευχθεί η «τραγωδία των αστικών τάξεων».⁶ Πράγματι, την εποχή που προηγήθηκε της έκθεσης, οι προβλέψεις για τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος περιγράφονταν ήδη από τους επιστήμονες ως εξαιρετικά δυσοίωνες. Τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα (όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ερημοποίηση, η τρύπα του όζοντος κτλ.), η αύξηση της ευαισθητοποίησης συνδυαστικά με την ολοένα και αυξανόμενη απαίτηση για ανάληψη δράσης για το περιβάλλον, καθώς και η ανάγκη για επανεξέταση της αναπτυξιακής διαδικασίας που μέχρι τότε υποβοηθούσε την περιβαλλοντική υποβάθμιση, ήταν παράγοντες που επηρέασαν σημαντικά το κείμενο της Έκθεσης. Υπό το πρίσμα των παραπάνω, η Έκθεση οδήγησε σε δύο πολύ σημαντικά αποτελέσματα: στη σύνδεση οικονομίας και περιβάλλοντος και στον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης.

Ήδη από το 1972 και τις εργασίες της Ομάδας της Ρώμης είχαν εκφραστεί οι πρώτες απόψεις αναφορικά με τα όρια που θα έπρεπε να τεθούν στην οικονομική ανάπτυξη

⁶ Γεώργιος Κ. Καρβούνης, «Η Έκθεση Brundtland ή Το Κοινό μας Μέλλον», εισήγηση, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 22-03-2012.

και όχι μόνο.⁷ Ωστόσο, η Επιτροπή Brundtland, όπως διαφαίνεται και μέσα από το κείμενο της Έκθεσης, ήταν η πρώτη που υποστήριξε ξεκάθαρα την άρρηκτη σχέση ανάμεσα στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη με την προστασία του περιβάλλοντος. Στο πνεύμα αυτό, διατυπώθηκε και ο πρώτος ορισμός για τη βιώσιμη ανάπτυξη, ο οποίος χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα και όριζε ότι «βιώσιμη ανάπτυξη είναι εκείνη που ικανοποιεί τις ανάγκες του σήμερα χωρίς να υπομονεύει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες».⁸ Προκειμένου να συμβεί αυτό, θα πρέπει περιβάλλον και οικονομία να αντιμετωπιστούν ως ένα ενιαίο ζήτημα (βλ. Εικόνα 1). Η παρακαταθήκη της Έκθεσης επηρέασε δραστικά τις μετέπειτα εξελίξεις στον τομέα της διεθνούς προστασίας του περιβάλλοντος και ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την επιτυχία της μετέπειτα διάσκεψης στο Ρίο.



Εικόνα 1: Οι τρεις συνιστώσες της βιωσιμότητας.

⁷ David Pearce, Anil Markandya, Edward B. Barbier, *Blueprint for a green economy*, Earthscan, London, 1989.

⁸ United Nations, "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future", A/42/427, United Nations, NY, 1987.

2.1.3. Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ

Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ αποτελεί μία από τις πιο επιτυχημένες συμφωνίες συνολικά για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικά για την προσφάτως ανακαλυφθείσα «τρύπα του όζοντος», αφού προέβλεπε τη σταδιακή κατάργηση του 95% των ουσιών που βλάπτουν το όζον. Το Πρωτόκολλο υιοθετήθηκε το 1987 στο Μόντρεαλ του Καναδά από 196 εκπροσώπους χωρών, ενώ επικυρώθηκε και από τα 196 μέλη των Ηνωμένων Εθνών.⁹

Η συμβολή του Πρωτοκόλλου αποδείχτηκε ουσιαστική για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, καθώς και για τον έλεγχο των επιβλαβών για το όζον χημικών ουσιών και την αντικατάστασή τους από ασφαλέστερες οικολογικές λύσεις. Ειδικότερα, τα συμβαλλόμενα μέρη δεσμεύτηκαν στην παύση της παραγωγής και κατανάλωσης των ODS (Ozone – Depleting Substances), των ψυκτικών, δηλαδή ρευστών και διαλυτών που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες. Η πρόβλεψη αυτή αποδείχτηκε, παράλληλα, καθοριστική και για την προστασία του κλίματος του πλανήτη, αφού οι ουσίες που επηρεάζουν το όζον δεν είναι παρά ισχυρά αέρια θερμοκηπίου. Συνολικά, το Πρωτόκολλο αναγνωρίστηκε ευρέως ως επιτυχημένο αφού συνέβαλλε καθοριστικά στην ανάκαμψη της στιβάδας του όζοντος.¹⁰

2.1.4. Η Συνδιάσκεψη του Ρίο

Είκοσι χρόνια μετά τη Σύνοδο της Στοκχόλμης, το 1992, τα Ηνωμένα Έθνη συγκάλεσαν Παγκόσμια Διάσκεψη στο Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας για να εξεταστεί η θεματική «Περιβάλλον και Ανάπτυξη». Η συνδιάσκεψη του Ρίο κατέληξε σε ένα στρατηγικό σχέδιο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής το οποίο είναι γνωστό ως *Ατζέντα 21*. Το σχέδιο αυτό ενσωμάτωνε τους στόχους της διεθνούς κοινότητας για την ανύψωση του βιοτικού επιπέδου, καθώς και τους στόχους αειφορίας για τον 21^ο αιώνα. Στα 40 κεφάλαια που περιλαμβάνονται στην *Ατζέντα*, καλύπτεται ένα εύρος οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων, από την καταπολέμηση της φτώχειας μέχρι την αναπτυξιακή

⁹ D. Bodansky, “The Legitimacy of International Governance: A Coming Challenge for International Environmental Law?”, *The American Journal of International Law*, Vol. 93, No. 3, American Society of International Law, July, 1999, pp. 596-624.

¹⁰ Δήμητρα – Περσεφόνη Αγγελοπούλου, «Η διεθνοποίηση της περιβαλλοντικής διακυβέρνησης για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, Ιούλιος 2012, σελ. 26–27.

συνεργασία και τη δημιουργία των κατάλληλων θεσμών.¹¹ Στα βασικά σημεία της, η Ατζέντα προέβλεπε την ενεργοποίηση όλων των κρατών, τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, προκειμένου να συμβάλλουν στην υλοποίηση της βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς και:

- στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, η οποία πρέπει πλέον να συνεχιστεί με κριτήρια τον παράγοντα περιβάλλον και την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής σε παγκόσμιο επίπεδο,
- στην ενίσχυση των σημαντικών κοινωνικών ομάδων (π.χ. γυναίκες, παιδιά, μειονότητες),
- στη διατήρηση και σωστή διαχείριση των πλουτοπαραγωγικών πηγών της γης, και
- στον τρόπο πραγματοποίησης των στόχων και τα απαραίτητα όργανα για την επίτευξή τους:

Παράλληλα με την Ατζέντα 21 υπεγράφησαν και συμβάσεις που αφορούσαν την προστασία και τη διαφύλαξη των ειδών, την διατήρηση και το ζωτικό ρόλο των δασών, την διατήρηση σταθερού κλίματος στον κόσμο και τη συνέχιση της ανάπτυξης χωρίς όμως να αναιρείται η αρχή της προστασίας του περιβάλλοντος.¹²

Συμπερασματικά, η Διακήρυξη του Ρίο κινείται στη λογική της συμφιλίωσης της περιβαλλοντικής προστασίας με τη διαρκή ανάπτυξη, υπό το πρίσμα της εξέλιξης των κανόνων του σχετικού με τις δύο αυτές πολιτικές διεθνούς δικαίου και της ταυτόχρονης δρομολόγησης κοινώς αποδεκτών διαδικασιών. Οι αναγκαίες συμμετοχικές διαδικασίες που πρέπει να δρομολογηθούν προς όφελος της ανθρωπότητας, οφείλουν να λειτουργούν με γνώμονα την παγκόσμια ειρήνη και την κοινωνική δικαιοσύνη, έχοντας πάντα κατά νου την έντονη αλληλεξάρτηση Βορρά και Νότου και το αδιαίρετο των εννοιών του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης.¹³

¹¹ Μ. Παπαϊωάννου, Η. Μαυροειδής, «Βιώσιμη ανάπτυξη. Διεθνείς και ευρωπαϊκές εξελίξεις και προοπτικές», ΤΕΕ, Heleco '05, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005, σελ. 2.

¹² Παναγιώτης Ν. Γρηγορίου, Γιώργος Δ. Σαμιώτης, Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, *Η Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών (Rio de Janeiro) για το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Νομική και θεσμική διάσταση*, Παπαζήσης, Αθήνα, 1993, σελ. 99-121.

¹³ Ibid, σελ. 98.

2.1.5. Η Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για το κλίμα

Η Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές – που αποτελεί μία από τις τρεις Παγκόσμιες Συμβάσεις που θεσπίστηκαν στο περιθώριο της Διάσκεψης του Ρίο¹⁴ - υπεγράφη στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992 και τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου του 1994. Η εν λόγω σύμβαση αφορούσε στην καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών σε παγκόσμια κλίμακα μέσα από την θέσπιση ορισμένων βασικών αρχών, όπως π.χ. της αρχής των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων αρμοδιοτήτων», καθώς και στην μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση του παγκόσμιου κοινωνικού συνόλου για τα ζητήματα που συνδέονται με τις κλιματικές μεταβολές. Στη Σύμβαση δεν αναφέρονταν συγκεκριμένες ποσοτικά και λεπτομερείς δεσμεύσεις για κάθε κράτος μέλος ξεχωριστά αναφορικά με τη μείωση των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου. Ωστόσο, οριζόταν ότι τα επίπεδα των εκπομπών θα πρέπει να μειωθούν στο βαθμό *«που να επιτρέπουν στα οικοσυστήματα να προσαρμόζονται φυσικά στην αλλαγή του κλίματος, να εξασφαλίζουν ότι δεν απειλείται η παραγωγή τροφίμων και να διευκολύνουν την οικονομική ανάπτυξη, ώστε να συνεχιστεί με βιώσιμο τρόπο»*.¹⁵

Ειδικότερα, οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, όπως ορίζονται μέσα από το κείμενο της Σύμβασης είναι:

- να ενημερώνουν και να καταρτίζουν την κοινή γνώμη αναφορικά με τις εξελίξεις στις τεχνικές, κοινωνικο-οικονομικές και νομικές συνιστώσες του αντικειμένου της Σύμβασης (άρθρο 4 παρ. 1 εδαφ. α, η, θ και άρθρο 6),
- να διαμορφώνουν, εφαρμόζουν και τελειοποιούν ειδικά τεχνολογικά και επιστημονικά προγράμματα, προκειμένου να περιορίζονται οι αρνητικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο,
- να προάγουν τη βιώσιμη διαχείριση, διευρύνοντας παράλληλα την εμβέλεια του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ αναφορικά με τις καταβόθρες και τους ταμειυτήρες των θερμοκηπιακών αερίων,

¹⁴ Οι άλλες δύο ήταν η Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης και η Σύμβαση για την Προστασία της Βιολογικής Ποικιλότητας.

¹⁵ Βλ. σχετικά: «Η Σύμβαση πλαίσιο του ΟΗΕ για την αλλαγή του κλίματος», http://climate.wwf.gr/index.php?Itemid=130&id=61&option=com_content&task=view, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

- να καταρτίζουν κατάλληλα και ολοκληρωμένα σχέδια για την διαχείριση και προστασία των παράκτιων ζωνών, των υδάτινων πόρων, των γεωργικών εκτάσεων, και των περιοχών της αφρικανικής ηπείρου που μαστίζονται από ξηρασία, απερίμωση ή πλημμύρες (άρθρο 4 παρ. 1 εδαφ. ε), και
- να παρέχουν οικονομική και τεχνική στήριξη σε διεθνή ή διακυβερνητικά δίκτυα, και σε ερευνητικά και συστηματικής παρατήρησης προγράμματα (άρθρα 5 και 6).¹⁶

2.1.6. Το Πρωτόκολλο του Κυότο

Το πρωτόκολλο του Κυότο αποτελεί ίσως την πιο σημαντική διεθνή νομοθετική πράξη για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών και των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον. Θεσπίστηκε στο Κυότο στις 11 Δεκεμβρίου 1997. Με το Πρωτόκολλο οι συμβαλλόμενες εκβιομηχανισμένες χώρες δεσμεύτηκαν για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Σε αντίθεση με τη Σύμβαση - πλαίσιο, το Πρωτόκολλο θέτει *δεσμευτικούς και ποσοτικοποιημένους* στόχους για τη μείωση των εκπομπών έξι θερμοκηπιακών αερίων, και συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄), του πρωτοξειδίου του αζώτου (N₂O), των υδροφθορανθράκων (HFC), των υπερφθοριωμένων υδρογονανθράκων (PFC), και του εξαφθοριούχου θείου (SF₆).

Ο επιδιωκόμενος στόχος του Πρωτόκολλου για την περίοδο 2008-2012 είναι η κατά 5,2% μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου των 39 ανεπτυγμένων χωρών εν συγκρίσει με τα επίπεδα του 1990. Ο στόχος αυτός, βέβαια, διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα. Για παράδειγμα, η Ισλανδία συμφώνησε στην αύξηση του στόχου αυτού στο 10%, οι Η.Π.Α στο 7%, ενώ η Ιαπωνία αντίστοιχα στο 6%.¹⁷ Τα μέσα που προτείνονται από το κείμενο του Πρωτοκόλλου για την επίτευξη των ανωτέρων στόχων αφορούν στην ενίσχυση ή θέσπιση νέων πολιτικών

¹⁶ Παναγιώτης Ν. Γρηγορίου, Γιώργος Δ. Σαμιώτης, Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, ό. π., υποσημ. 12, σελ. 165-172.

¹⁷ Jason Shogren, *The benefits and cost of the Kyoto Protocol*, The American Enterprise Institute (AEI) Press, Washington DC, 1999.

για την μείωση των εκπομπών σε εθνικό επίπεδο και στην από κοινού συνεργασία των συμβαλλόμενων μερών.¹⁸

2.1.7. Η Σύνοδος του Γιοχάνεσμπουργκ

Η σύνοδος που πραγματοποιήθηκε από τις 26 Αυγούστου ως τις 4 Σεπτεμβρίου στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής ήταν μία από τις μεγαλύτερες που είχε οργανωθεί ποτέ από πλευράς Ηνωμένων Εθνών, αφού συμμετείχαν ή παρακολούθησαν πάνω από 100 αρχηγοί κρατών, εκπρόσωποι πολυεθνικών και χιλιάδες μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ). Η *Παγκόσμια Σύνοδος Κορυφής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WSSD)* είχε ήδη αποφασιστεί από το Ρίο, όταν και η παγκόσμια κοινότητα δεσμεύτηκε να διοργανώσει διάσκεψη μετά την πάροδο δέκα ετών ώστε να εξεταστεί η μέχρι τότε πρόοδος. Για το λόγο αυτό, η σύνοδος του Γιοχάνεσμπουργκ συχνά αποκαλείται και ως *Ρίο + 10*.

Στην ατζέντα του Γιοχάνεσμπουργκ περιλαμβάνονταν ζητήματα σχετικά με την εξάπλωση των ΑΠΕ, την προστασία της υγείας από τοξικές ουσίες, τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, την αποτροπή της υποβάθμισης των αγροτικών γαιών, καθώς και της περαιτέρω καταστροφής των τροπικών δασών, των κοραλλιογενών υφάλων και του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Παράλληλα, συμπεριλήφθηκαν θέματα όπως η παροχή καθαρού νερού σε ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους των αναπτυσσόμενων χωρών, η πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, η βιώσιμη ανάπτυξη στην Αφρική και η χρηματοδότηση των δράσεων αυτών από τις πιο εύπορες χώρες.

Οι εργασίες της διάσκεψης κατέληξαν στη διαμόρφωση μίας πολιτικής διακήρυξης, γνωστής ως «Διακήρυξη του Γιοχάνεσμπουργκ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη» (Johannesburg Declaration on Sustainable Development) και στην κατάρτιση ενός 65σέλιδου Σχεδίου Δράσης (Johannesburg Plan of Implementation) στο οποίο επαναδιατυπώνονταν οι στόχοι της χιλιετίας και θέτονταν μερικές νέες δεσμεύσεις.¹⁹

¹⁸ Απόφαση 2002/358/ΕΚ του Συμβουλίου, της 25^{ης} Απριλίου 2002, για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων, ΕΕ L 130, 15.05.2002, σελ. 0001-0003.

¹⁹ Peter Doran, "World Summit on Sustainable Development (Johannesburg) – An assessment for IISD", *IISD*, October 3, 2002, p.1.

Οι σημαντικότερες δεσμεύσεις – στόχοι που υιοθετήθηκαν στη Διάσκεψη, όπως αποτυπώθηκαν μέσα από τα κείμενα, καθόρισαν την μελλοντική πορεία της διεθνούς κοινότητας για τα θέματα της αναπτυξιακής πολιτικής, και αφορούσαν στην ενέργεια, την βιοποικιλότητα, την διαχείριση των οικοσυστημάτων, την υγεία, τους υδάτινους πόρους και την γεωργία, ενώ δεν παραλείφθηκε το ζήτημα της μείωσης της φτώχειας. Στο πλαίσιο αυτό, ορίστηκε η θέσπιση Εθνικών Στρατηγικών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, η υιοθέτηση ενός 10ετούς πλαισίου Προγραμμάτων για την αλλαγή των παραγωγικών και καταναλωτικών προτύπων, και αναγνωρίστηκε η ανάγκη για άνοιγμα των αγορών προς τις αναπτυσσόμενες χώρες.²⁰

Παρά τις φιλόδοξες βλέψεις, η σύνοδος κρίθηκε σε μεγάλο βαθμό απογοητευτική. Ο Πρόεδρος των Η.Π.Α., Τζορτζ Μπους, έλαμψε δια της απουσίας του, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν έφερε παρά ένα κίβδηλο οικολογικό προσώπιο, ενώ η ομάδα G77 των αναπτυσσόμενων χωρών δεν κατάφερε να παρουσιάσει ένα συμπαγές πρόσωπο.²¹ Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα μία μεγάλη μερίδα της διεθνούς κοινότητας να θεωρήσει ότι δεν υιοθετήθηκαν οι απαιτούμενες δεσμεύσεις, τη στιγμή που η περιβαλλοντική συνιστώσα της βιώσιμης ανάπτυξης φάνηκε να χάνει έδαφος έναντι των θεμάτων του εμπορίου και της οικονομικής ανάπτυξης (ξεκομμένη εντούτοις από την κοινωνική της διάσταση). Από την άλλη, υπάρχουν, βέβαια, και οι πιο αισιόδοξες φωνές, που θεώρησαν ότι η εν λόγω Διάσκεψη ήταν επιτυχής στο βαθμό που κατάφερε, έστω και μέσω συμβιβαστικών διατυπώσεων, να διαφυλάξει τις βασικές θέσεις αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος, το σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και θεμελιωδών ελευθεριών, και την εξάλειψη του φαινομένου της φτώχειας.²²

Ανεξάρτητα, πάντως, από τις αμφιλεγόμενες απόψεις για και τις κατηγορίες περί ατολμίας της διεθνούς κοινότητας να συνεχίσει το έργο του Ρίο και να διαμορφώσει νέες αρχές και κανόνες του περιβαλλοντικού δικαίου, στο Γιοχάνεσμπουργκ φαίνεται να επαναδιατυπώνονται οι αρχές του Ρίο μέσα, όμως, πλέον από την πρόωθηση μιας ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής συνείδησης, που στηρίζεται στην

²⁰ Μ. Παπαϊωάννου, Η. Μαυροειδής, ό. π., υποσημ. 11. σελ. 5.

²¹ Βλ. σχετικά: «Τι έγινε στο Γιοχάνεσμπουργκ;», *Οικολογική Επιθεώρηση*, 30 Σεπτεμβρίου 2002, <http://www.oikologos.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

²² Μ. Παπαϊωάννου, Η. Μαυροειδής, ό. π., υποσημ. 11. σελ. 4.

εφαρμογή νέων προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης, αλλά αποσκοπεί στη διαμόρφωση μιας παγκόσμιας κλιματικής πολιτικής.²³

2.1.8. Οι εξελίξεις μετά το Γιοχάνεσμπουργκ

Η μετά το Γιοχάνεσμπουργκ εποχή σηματοδοτήθηκε από μία σειρά από άλλες διασκέψεις, οι οποίες προσανατολίζονταν κυρίως στην καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών. Συνοπτικά, οι σταθμοί μετά το Γιοχάνεσμπουργκ που επηρέασαν τις περιβαλλοντικές εξελίξεις είναι οι εξής:

2.1.8.1. Η Συνδιάσκεψη του Μπαλί για την κλιματική αλλαγή - Bali Climate Change Conference

Στο Μπαλί (3-5 Δεκεμβρίου 2007) έλαβαν χώρα από κοινού η 13^η Διάσκεψη των συμβαλλόμενων στη Σύμβαση – Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή μερών, καθώς και η 3^η Διάσκεψη των κρατών που έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κυότο. Τη Συνδιάσκεψη αυτή παρακολούθησαν πάνω από 10.000 συμμετέχοντες, ανάμεσα στους οποίους παρευρίσκονταν οι αντιπρόσωποι περισσότερων από 180 κρατών, καθώς και παρατηρητές από διακυβερνητικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς. Αποτέλεσμα της Συνδιάσκεψης ήταν η υιοθέτηση ενός «Οδικού Χάρτη» (Bali Road Map), που περιελάμβανε μία δέσμη αποφάσεων για τους διάφορους παράγοντες που θεωρήθηκαν σημαντικοί για την επίτευξη των σχετικών με την κλιματική αλλαγή στόχων. Ο Οδικός Χάρτης περιελάμβανε με τη σειρά του ένα Σχέδιο Δράσης (Bali Action Plan) που εισήγαγε μία νέα διαδικασία για την ολοκληρωτική, αποτελεσματική και αειφόρο εφαρμογή της Σύμβασης μέσω μακροχρόνιας συλλογικής δράσης από τώρα μέχρι το 2012 και μετά.²⁴ Ουσιαστικά, στο Μπαλί, παρότι αποφεύχθηκαν οι ποσοτικές δεσμεύσεις, δρομολογήθηκε ένας διετής κύκλος διαπραγματεύσεων για την οριστικοποίηση στην Κοπεγχάγη το 2009 μιας διεθνούς συμφωνίας που θα αντικαθιστούσε το Πρωτόκολλο του Κυότο μετά το πέρας του 2012.²⁵

²³ Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, *Γιοχάνεσμπουργκ. Το περιβάλλον μετά τη Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την αειφόρο ανάπτυξη*, Ι. Σιδέρης, Αθήνα, 2003, σελ. 307 – 310.

²⁴ Βλ. σχετικά: “Bali Climate Change Conference – December 2007”, <http://unfccc.int>, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

²⁵ Δήμητρα - Περσεφόνη Αγγελοπούλου, ό. π., υποσημ. 10, σελ. 43.

2.1.8.2. Η Διάσκεψη της Κοπεγχάγης – United Nations Climate Change Conference

Στόχος της Διάσκεψης (7–18 Δεκεμβρίου 2009) ήταν η επίτευξη παγκόσμιας συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή που θα διαδεχόταν την αντίστοιχη του Κυότο μετά το 2012. Η συμφωνία θα ήταν δεσμευτική για τα συμβαλλόμενα μέρη, θέτοντας παράλληλα συγκεκριμένους στόχους και μέτρα μείωσης για τις εκπομπές αερίων και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, οι διαπραγματεύσεις στην Κοπεγχάγη δεν οδήγησαν παρά στην υιοθέτηση μιας πολιτικής συμφωνίας, αφήνοντας το δύσκολο έργο της διαμόρφωσης μιας φιλόδοξης και νομικά δεσμευτικής παγκόσμιας συμφωνίας στις πλάτες της επόμενης προγραμματισμένης Διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών.²⁶

2.1.8.3. Η Διάσκεψη του Κανκούν - Cancun Climate Change Conference

Η Διάσκεψη (29 Νοεμβρίου–10 Δεκεμβρίου 2010) προσέλκυσε γύρω στους 12.000 συμμετέχοντες που προέρχονταν από τις εθνικές κυβερνήσεις, τα όργανα των Ηνωμένων Εθνών, τους διακυβερνητικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς και τα ΜΜΕ. Στη συνάντηση αυτή τέθηκαν τα θεμέλια για τη δημιουργία της πιο ουσιαστικής και μακρόπνοης διεθνούς απάντησης για την κλιματική αλλαγή μέχρι τότε, που στόχευε στη μείωση των εκπομπών του άνθρακα και στη διαμόρφωση ενός συστήματος που θα έφερε όλες τις χώρες μεταξύ τους υπόλογες για αυτές τις μειώσεις.²⁷ Η επιτυχία της διάσκεψης αφορά στη δέσμευση για μείωση των εκπομπών κατά 25-40% έως το 2020 και στην διατήρηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας με αύξηση μέχρι 2°C. Παράλληλα, διαμορφώθηκαν κανόνες για την μέτρηση, επαλήθευση και δημοσιοποίηση των προσπαθειών μείωσης των εκπομπών, ενώ υιοθετήθηκαν μία σειρά από αποφάσεις, μεταξύ των οποίων ήταν ο περιορισμός της αποδάσωσης και η δημιουργία ενός παγκόσμιου πράσινου ταμείου.²⁸

2.1.9. Η Διάσκεψη Ρίο+20

Είκοσι χρόνια μετά τη Διάσκεψη Κορυφής του Ρίο το 1992, εκπρόσωποι από 191 κράτη μέλη του Ο.Η.Ε και διεθνών οργανισμών, καθώς και 10.047 αντιπρόσωποι

²⁶ Βλ. σχετικά: «Τα αποτελέσματα της Διάσκεψης της Κοπεγχάγης», <http://www.ypeka.gr/?tabid=447>, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

²⁷ Βλ. σχετικά: “Cancun Climate Change Conference – November 2010”, <http://unfccc.int/2860.php>, (τελευταία επίσκεψη: 13-09-2013).

²⁸ Θέκλα Παρασκευούδη, «Διάσκεψη του Κανκούν, το αποτέλεσμα», *Χρήμα Τρίτη*, 21 Δεκεμβρίου 2010, σελ. 47.

ΜΚΟ και άλλων «μειζόνων ομάδων» (major groups), συγκεντρώθηκαν και πάλι στο Ρίο στις 20 – 22 Ιουνίου 2012. Η Πρόεδρος Dilma Rousseff χαρακτήρισε τη Διάσκεψη ως την πιο συμμετοχική στην ιστορία, υποστηρίζοντας ότι αποτέλεσε μία παγκόσμια έκφραση της δημοκρατίας, παρά το γεγονός ότι από τις εργασίες της απουσίαζαν ηχηρά ονόματα, όπως αυτά του Μπαράκ Ομπάμα, της Άνγκελα Μέρκελ και του Ντέιβιντ Κάμερον.

Το βασικό θέμα που τέθηκε προς συζήτηση ήταν η πρόταση για μια γενική υιοθέτηση των Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals), ως συνέχεια των Στόχων της Χιλιετίας του 2000, που η ισχύς τους εκτείνεται μέχρι και το 2015. Οι στόχοι αυτοί αφορούν στο σύνολο σχεδόν των παραγόντων που μπορούν να προωθήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και συνοψίστηκαν στις θεματικές: α) βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή, β) βιώσιμα αγαθά, νεολαία και εκπαίδευση, γ) κλιματική βιωσιμότητα, δ) καθαρή ενέργεια, ε) βιοποικιλότητα, στ) νερό, ζ) υγιείς θάλασσες και ωκεανοί, η) υγιή δάση, ι) βιώσιμη γεωργία, ια) πράσινες πόλεις, ιβ) επιχορηγήσεις και επενδύσεις, ιγ) νέοι δείκτες προόδου, ιδ) πρόσβαση στην πληροφορία, ιε) δημόσια συμμετοχή, ιστ) πρόσβαση στις υπηρεσίες περίθαλψης, ιζ) περιβαλλοντική δικαιοσύνη για τους φτωχούς και τους περιθωριοποιημένους, και ιη) βασική υγεία.

Οι παραπάνω στόχοι αποτελούν ουσιαστικά αποκωδικοποίηση των βασικών σημείων του εγγράφου «*Το μέλλον που θέλουμε*» (“The future we want”), το οποίο τελικά υπεγράφη από τη Σύνοδο. Συνοπτικά, μέσα από το κείμενο προκύπτει:

- η ανανέωση των πολιτικών δεσμεύσεων του Ρίο (1992) και η επαναπροσαρμογή των τότε συμφωνηθέντων αρχών και σχεδίων δράσης,
- η αναγνώριση, σε θεσμικό επίπεδο, της ανάγκης για ενδυνάμωση και ολοκλήρωση των τριών διαστάσεων (οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική) της βιώσιμης ανάπτυξης σε διεθνές, περιφερειακό, εθνικό και τοπικό επίπεδο,
- η αντικατάσταση του όρου «βιώσιμη ανάπτυξη» από τους αντιφατικούς όρους «πράσινη ανάπτυξη» και «πράσινη οικονομία»,

- η διαπίστωση της μεγάλης απόκλισης ανάμεσα στις αποφάσεις που λαμβάνονται κατά καιρούς από τα διεθνή όργανα για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την εφαρμογή αυτών, και τέλος,
- η εκτενής αναφορά σε θεματικές περιοχές και διατομεακά θέματα (όπως π.χ. τα βουνά), που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και για αυτό γίνονται ιδιαίτερες συστάσεις για τις στρατηγικές διαχείρισής τους.²⁹

Η Διάσκεψη Ρίο+20, παρά και πάλι τις μεγάλες προσδοκίες και τις αυξημένες απαιτήσεις των οικολόγων ακτιβιστών δεν τόλμησε την παραγωγή ενός δεσμευτικού χαρακτήρα κειμένου. Το τελικό κείμενο δεν ήταν παρά ευχολόγιο στόχων που δεν διέφεραν ουσιαστικά από αυτούς που συμφωνήθηκαν στο Ρίο 20 χρόνια πριν. Αυτό διαφάνηκε και από την πολύ συχνή χρήση της λέξης «επιβεβαιώνω» (reaffirm), η οποία και χρησιμοποιείται 59 φορές σε ένα κείμενο 49 σελίδων.³⁰ Σε κάθε περίπτωση, πάντως, η μεγάλη προσέλευση συμμετεχόντων και παρατηρητών στις εργασίες της Διάσκεψης επιβεβαιώνει την – αν και άτολμη – πολιτική βούληση για ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον, και κυρίως την έντονη απαίτηση μιας μεγάλης πλέον μερίδας των πολιτών για εξεύρεση λύσεων για τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Εντούτοις, αρχίζει και γίνεται αντιληπτό ότι δεν θα γίνουν ανεκτές πολλές ακόμη διακηρυκτικές απλά συμφωνίες.

²⁹ Α. Γεροντέλη, Ε. Μιχαηλίδου, «Διάσκεψη Κορυφής Rio + 20 (UNCSD). «Το μέλλον που θέλουμε» (The future we want) μετά είκοσι έτη», *Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε)*, <http://www.ntua.gr/MIRC/>, (τελευταία επίσκεψη: 14-09-2013).

³⁰ Β. Brooks, "Rio+20, The Unhappy Environmental Summit", Associated Press, June 23, 2012, <http://bigstory.ap.org/article/rio20-unhappy-environmental-summit>, (τελευταία επίσκεψη: 14-09-2013).

**Συγκεντρωτικός πίνακας
διασκέψεων**

Όνομασία	Έτος	Αντικείμενο
Διάσκεψη Στοκχόλμης	1972	Προστασία ανθρώπινου περιβάλλοντος
Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ	1987	Προστασία περιβάλλοντος - πρόβλεψη για τη στοιβάδα του όζοντος
Έκθεση Brundtland	1987	Έμφαση στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης
Διάσκεψη Ρίο	1992	Ευρύτερη και πιο συντονισμένη προσπάθεια προσέγγισης των οικολογικών προβλημάτων – έμφαση στη βιώσιμη ανάπτυξη
Πρωτόκολλο του Κιότο	1997	Δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων
Συνδιάσκεψη Γιохάνεσμπουργκ	2002	Έμφαση στα ζητήματα της παγκοσμιοποίησης, της καταπολέμησης της φτώχειας – το ανθρώπινο δικαίωμα για το περιβάλλον και την βιώσιμη ανάπτυξη
Συνδιάσκεψη Μπαλί	2007	Προώθηση διεθνούς στρατηγικής για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου (ΦτΘ) - θέσπιση θεμελίων για την κλιματική αλλαγή
Συνδιάσκεψη Κοπεγχάγης	2009	Στόχος η επίτευξη παγκόσμιας συμφωνίας για την αντιμετώπιση των

		κλιματικών μεταβολών
Συνδιάσκεψη Κανκούν	2010	Μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στις αναπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες
Διάσκεψη Ρίο+20	2012	Έκθεση «το Μέλλον που θέλουμε» - επαναβεβαίωση των στόχων της Χιλιετίας για την βιώσιμη ανάπτυξη

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας των σημαντικότερων διεθνών διασκέψεων για το περιβάλλον

2.2. Η προώθηση της βιώσιμης κατασκευής

Αναμφίβολα, οι στόχοι που έχει κατά καιρούς θέσει η διεθνής κοινότητα για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και την αποτροπή της καταστροφής του ανθρώπινου περιβάλλοντος, την διασφάλιση των ενεργειακών αποθεμάτων και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν χωρίς την παράλληλη αναδιαμόρφωση του δομημένου περιβάλλοντος.

Ο κτιριακός τομέας είναι ένας παράγοντας εξαιρετικά ενεργοβόρος και ρυπογόνος, με αποτέλεσμα να αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες της οικολογικής καταστροφής. Το γεγονός αυτό, τον καθιστά βασικό συντελεστή για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και το στοιχείο κλειδί που θα καθορίσει την περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα των αναπτυξιακών προσπαθειών. Επομένως, η πρόκληση που έχουν να αντιμετωπίσουν οι κατασκευές δεν έχει να κάνει μόνο με την επαρκή στέγη ή την ταχεία αστικοποίηση, αλλά και με το κατά πόσο είναι περιβαλλοντικά υπεύθυνες.³¹ Προς το σκοπό αυτό, η διεθνής κοινότητα έχει αναλάβει μια σειρά μέτρων και πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην ευαισθητοποίηση των ενδιαφερομένων για ανάληψη δράσης, ώστε οι κατασκευές να καταστούν όσο το δυνατόν πιο βιώσιμες.

³¹ Chrisna du Plessis, "A Strategic framework for sustainable construction in developing countries", *Construction Management and Economics*, Vol. 25, Issue 1, Routledge, NY, January 2007, p. 68.

2.2.1. Η γενική στρατηγική

Από το 1992 και τη Διάσκεψη της Γης (Earth Summit) στο Ρίο, οπότε και διαμορφώθηκε η Ατζέντα 21 για τη βιώσιμη ανάπτυξη - όπως αναφέρθηκε και παραπάνω - όλοι οι τομείς της κοινωνίας μπήκαν σε μία διαδικασία ερμηνείας και επίτευξης του αγαθού της βιωσιμότητας, έκαστος στο αντικείμενό του. Στην ίδια λογική κινήθηκε και ο τομέας της κατασκευής, καθότι όπως ορίζεται και από το Κεφάλαιο 7 της Ατζέντας, οι ανθρώπινοι οικισμοί διαδραματίζουν σημαίνοντα ρόλο για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, η κάλυψη των βασικών ανθρώπινων αναγκών σχετίζεται με τη δημιουργία ανθρώπινων οικισμών και την απόδοση αυτών.

Με αυτό το σκεπτικό, διαμορφώθηκε το 1996 ένα διεθνές σχέδιο δράσης, η γνωστή Habitat Agenda (Habitat II), η οποία εξειδικεύεται στους ανθρώπινους οικισμούς και τη σημασία τους για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Μάλιστα, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο Κεφάλαιο 4, παράγραφος Γ της Habitat II, ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης στους ανθρώπινους οικισμούς.

Οι κατασκευαστικές βιομηχανίες και οι δραστηριότητες τους είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό υπεύθυνες, όχι μόνο για το επίπεδο της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης και την ποιότητα ζωής, αλλά και για την κατασπατάληση των παγκόσμιων ενεργειακών αποθεμάτων και τις υψηλές εκπομπές αερίων και αποβλήτων. Η διαπίστωση αυτή ανέδειξε την ανάγκη για την υιοθέτηση μιας διεθνούς ατζέντας για τη βιώσιμη κατασκευή, πράγμα που ανέλαβε να υλοποιήσει το Διεθνές Συμβούλιο για την Έρευνα και την Καινοτομία στο Κτίριο και τον τομέα της Κατασκευής (CIB) με την έκδοση της Ατζέντας 21 για τη Βιώσιμη Κατασκευή στις αναπτυγμένες χώρες. Ωστόσο, επειδή οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση ενός βιώσιμου δομημένου περιβάλλοντος προσεγγίζονται διαφορετικά στις αναπτυσσόμενες χώρες από ότι στις αναπτυγμένες, εκδόθηκε και μία συμπληρωματική Ατζέντα 21 για τη βιώσιμη κατασκευή στις αναπτυσσόμενες χώρες, από κοινού με την UNEP (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της γενικής στρατηγικής

2.2.1.1. Οι Διασκέψεις Habitat

2.2.1.1.1. Η Habitat I

Η πρώτη Διεθνής Σύνοδος για τους ανθρώπινους οικισμούς (United Nations Conference on Human Settlements) διεξήχθη στο Βανκούβερ του Καναδά από τις 31 Μαΐου μέχρι τις 11 Ιουνίου του 1976. Η Habitat Ι, όπως ονομάστηκε, συγκλήθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη τη στιγμή που οι κυβερνήσεις άρχισαν να αναγνωρίζουν το μέγεθος και τις συνέπειες της ραγδαίας αστικοποίησης. Έτσι, τέθηκε το ζήτημα των σοβαρότατων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οικισμοί, ιδιαιτέρως των αναπτυσσόμενων χωρών, και προτάθηκαν ορισμένες βασικές αρχές για την αντιμετώπισή τους.³²

Τα ουσιαστικά αποτελέσματα της πρώτης Διάσκεψης Habitat συνοψίστηκαν σε μια σειρά από 64 συστάσεις για την εθνική δράση (recommendations for National Action), όπως και στο 44σέλιδο Σχέδιο Δράσης. Οι συστάσεις αυτές οργανώθηκαν σε έξι διακριτές κατηγορίες:

- Τμήμα Α: Πολιτικές και Στρατηγικές για τους οικισμούς (Settlements policies and strategies),
- Τμήμα Β: Σχεδιασμός Οικισμών (Settlement Planning),

³² Φωτεινή Κ. Ζαννετοπούλου, «Παρακολούθηση αστικής βιωσιμότητας με χρήση περιβαλλοντικών δεικτών», ΕΜΠ, Αθήνα, 2010, σελ. 15.

- Τμήμα Γ: Στέγη, υποδομές και υπηρεσίες (Shelter, infrastructure and services),
- Τμήμα Δ: Γη (Land),
- Τμήμα Ε: Συμμετοχή του κοινού (Public Participation),
- Τμήμα Στ': Θεσμοί και διαχείριση (Institutions and management).³³

Αποτέλεσμα, ήταν η υιοθέτηση μίας Διακήρυξης (Vancouver Declaration) και ενός Σχεδίου Δράσης (Vancouver Action Plan). Στη Διακήρυξη του Βανκούβερ τονίζεται ότι οι अपαράδεκτες συνθήκες στους ανθρώπινους οικισμούς μπορεί να επιδεινωθούν αν δεν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για την αντιμετώπιση της άνισης ανάπτυξης και της ανεξέλεγκτης αστικοποίησης. Επομένως, πρέπει να υιοθετηθούν τολμηρές, ουσιαστικές και αποτελεσματικές πολιτικές για τον ανθρώπινο οικισμό και τις στρατηγικές του χωροταξικού σχεδιασμού, αντιμετωπίζοντας τους ανθρώπινους οικισμούς ως μέσο και αντικείμενο της ανάπτυξης. Όπως, μάλιστα, ρητά αναφέρεται στο κείμενο της Διακήρυξης, η επαρκής στέγαση και οι υπηρεσίες αποτελούν βασικό ανθρώπινο δικαίωμα, ενώ η χρήση και η ιδιοκτησία της γης θα πρέπει να υπόκειται σε δημόσιο έλεγχο. Ανάμεσα στις γενικές αρχές συμπεριλήφθησαν, η βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της δίκαιης κατανομής των ωφελειών της ανάπτυξης, ο σχεδιασμός και η ρύθμιση της χρήσης της γης, η προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και η αποκατάσταση των ατόμων εκείνων που έχουν εκτοπιστεί από φυσικές και ανθρωπογενείς καταστροφές. Τέλος, στις κατευθυντήριες γραμμές που συμφωνήθηκαν δίνεται έμφαση στην αρμονική ένταξη, την ομαλή αστικοποίηση, στη μείωση του χάσματος ανάμεσα στις αστικές και αγροτικές περιοχές, καθώς και στην καθιέρωση προοδευτικών ελαχίστων προτύπων και στη συμμετοχή της κοινότητας.

2.2.1.1.2. Η Habitat II και η ατζέντα Habitat

Η δεύτερη Παγκόσμια Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τους Ανθρώπινους Οικισμούς, γνωστή ως Habitat II, πραγματοποιήθηκε στην Κωνσταντινούπολη τον Ιούνιο του 1996. Στο πλαίσιο αυτής, τα κράτη μέλη του Ο.Η.Ε συμφώνησαν σε ένα πλαίσιο αρχών, δράσεων και προτεραιοτήτων, με στόχο την εξασφάλιση των βιώσιμων οικισμών και της επαρκούς στέγης για όλους τους πολίτες. Οι δεσμεύσεις

³³ United Nations, "The Vancouver Declaration on Human Settlements", United Nations, NY, 1976.

αυτές εκφράστηκαν μέσα από τα δύο βασικά κείμενα, τη *Διακήρυξη της Κωνσταντινούπολης* και την *Habitat Agenda*.

Η *Διακήρυξη της Κωνσταντινούπολης* καλεί τις κυβερνήσεις και των κοινωνικούς εταίρους των χωρών να διασφαλίσουν, μέσα από την θέσπιση ανάλογων μέτρων και πολιτικών, την ισορροπία ανάμεσα στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος, την ποιότητα ζωής στις πόλεις, καθώς και το βασικό δικαίωμα των πολιτών για επαρκή στέγη.

Προς αυτή την κατεύθυνση κινήθηκε και η *Habitat Agenda*, που δεν είναι άλλο από ένα Παγκόσμιο Σχέδιο Δράσης για τους Ανθρώπινους Οικισμούς. Στόχος της Ατζέντας ήταν να επισημάνει τις παραμέτρους εκείνες που πρέπει να συνεκτιμώνται ώστε η ανάπτυξη των πόλεων να εξασφαλίζει την ασφαλή, υγιεινή και ισόνομη διαβίωση, καθώς και την επαρκή και ικανοποιητική στέγη για όλους τους πολίτες εντός ενός βιώσιμου αστικού περιβάλλοντος.³⁴ Στην Ατζέντα ορίζονται οι βασικές αρχές που θα πρέπει να διέπουν τις προσπάθειες για τη δημιουργία βιώσιμων ανθρώπινων οικισμών, όπως οι ίσες ευκαιρίες και η δικαιοσύνη, η εξάλειψη της φτώχειας, ο ορθός πολεοδομικός σχεδιασμός, ο πρωτεύοντας ρόλος της οικογένειας, η βιώσιμη ανάπτυξη κ.ά.. Στο πλαίσιο αυτό, οι αρχηγοί κρατών και κυβερνήσεων που δεσμεύτηκαν για την υλοποίηση της *Habitat Agenda*, έθεσαν ως βασικούς στόχους:

- την επαρκή στέγη για όλους (εξασφάλιση συνθηκών ομαλής λειτουργίας της αγοράς γης και κατοικίας, εξασφάλιση πρόσβασης όλων των κοινωνικών ομάδων στην κατοικία, διασφάλιση επαρκούς ποιότητας στέγασης, εξασφάλιση βιώσιμου πολεοδομικού και φυσικού περιβάλλοντος κ.ά), και
- τη βιώσιμη ανάπτυξη των οικισμών (διευθέτηση των αντιθέσεων σε επίπεδο διαχείρισης της γης, δημογραφικής, κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης,

³⁴ ΥΠΕΧΩΔΕ, «Οδηγός Εκπόνησης ολοκληρωμένων τοπικών προγραμμάτων βιώσιμης ανάπτυξης σε εφαρμογή της *Habitat Agenda*», ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2002.

προστασίας τους περιβάλλοντος, καθώς και πρόληψης, περιορισμού και αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών).³⁵

2.2.1.2. Η Ατζέντα 21 για τη βιώσιμη κατασκευή

Η Ατζέντα 21 για τη βιώσιμη κατασκευή (*“Agenda 21 on Sustainable Construction”*) προέκυψε από τη συνεργασία της Committee International du Batiment - International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) με άλλους σχετικούς διεθνείς οργανισμούς, όπως οι RILEM, IEA, CERF, ISIAQ κλπ. Ο CIB, όντας ο καθοδηγητικός διεθνής οργανισμός για τις ερευνητικές συνεργασίες στα κτίρια και τις κατασκευές, εστίασε τις δραστηριότητές του την τριετία 1995 - 1998 στις παραμέτρους της βιώσιμης κατασκευής. Αποτέλεσμα αυτού, ήταν η σύγκληση του Παγκόσμιου Συνεδρίου των Κατασκευών, στο Gavle της Σουηδίας το 1998, με θέμα «η κατασκευή και το περιβάλλον». Κύριος στόχος του συνεδρίου ήταν η επίτευξη παγκόσμιας συνεργασίας για την χάραξη μιας από κοινού πορείας ικανής να οδηγήσει σε μια μελλοντικά βιώσιμη κατασκευαστική βιομηχανία.

Σε γενικές γραμμές, η Agenda 21 για τις Βιώσιμες Κατασκευές συνοψίζει τα ζητήματα και τα προβλήματα εκείνα που σχετίζονται με την εφαρμογή των αρχών της βιωσιμότητας από τον κατασκευαστικό τομέα, λειτουργώντας ως ένα ευρύτερο πλαίσιο που διασυνδέει τις γενικότερες, παγκόσμιου χαρακτήρα, διακηρύξεις για βιωσιμότητα με την εφαρμογής τους σε πιο συγκεκριμένο εθνικό, τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Αποτελεί, δηλαδή, τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στις γενικότερες Ατζέντες, όπως η Έκθεση Brundtland και η Habitat Ατζέντα, και των εθνικών ή τοπικών ατζεντών για τη βιομηχανία της κατασκευής και το δομημένο περιβάλλον οι οποίες βρίσκονται σε ισχύ ή σε εξέλιξη.³⁶

Στους βασικούς στόχους της Ατζέντας ήταν η δημιουργία ενός παγκόσμιου πλαισίου και ορολογίας που θα προσέθετε αξία στις εθνικές, περιφερειακές ή υποτομεακές ατζέντες, και η δημιουργία ενός εγγράφου – πηγής που θα καθόριζε όλες τις δραστηριότητες στον τομέα της Έρευνας και Ανάπτυξης (Research and

³⁵ Αθανάσιος Κάτσος, «Οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη των πόλεων και η Habitat Agenda», ΕΜΠ, Αθήνα, 2007, σελ. 11 – 14.

³⁶ Βλ. σχετικά: Τ. Γιαννακοπούλου, «Εισαγωγή στις βιώσιμες κατασκευές», ΔΠΘ, <http://diocles.civil.duth.gr/main.html>, (τελευταία επίσκεψη: 17-09-2013).

Development - R&D) που σχετίζονται με τη βιώσιμη κατασκευή. Στο έγγραφο αναλύονται διεξοδικά η ιδέα, τα ζητήματα και οι προκλήσεις της βιώσιμης ανάπτυξης και κατασκευής, θέτοντας παράλληλα και ορισμένες προκλήσεις για την κατασκευαστική βιομηχανία.³⁷

2.3. Η διεθνής πρωτοβουλία για τη βιώσιμη κατασκευή

2.3.1. Παγκόσμιοι οργανισμοί για την βιώσιμη κατασκευή

Με την εισαγωγή νέων δεδομένων στον τομέα της κατασκευής, η οποία θα πρέπει πλέον να συνυπολογίζει τον παράγοντα περιβάλλον, δόθηκε νέα πνοή στο επάγγελμα του μηχανικού, αναβαθμίζοντας την αξία και τον ρόλο του. Το γεγονός αυτό προκάλεσε το ενδιαφέρον των επαγγελματιών του κλάδου, των επιχειρήσεων αλλά και των καταναλωτών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία διάφορων οργανισμών που έχουν ως σκοπό τους την προώθηση της βιώσιμης κατασκευής, σε παγκόσμιο ή τοπικό επίπεδο. Οι εν λόγω οργανισμοί ασχολούνται κυρίως με τη συλλογή πληροφοριών, την ανταλλαγή τεχνογνωσίας, την ενημέρωση του κοινού, αλλά και την έρευνα και την εύρεση νέων τεχνολογιών. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένοι από αυτούς τους οργανισμούς.

- ***World Federation of Engineering Organizations (WFEO):*** Διεθνής Μη Κυβερνητικός Οργανισμός (ΜΚΟ) για την εκπροσώπηση παγκοσμίως του επαγγέλματος του μηχανικού. Το έργο του WFEO επικεντρώνεται στην ενθάρρυνση της εθνικής ή διεθνής πρωτοβουλίας των μελών του για την καθιέρωση ενός βιώσιμου, ισότιμου και ειρηνικού κόσμου παρέχοντας την απαραίτητη τεχνογνωσία, πληροφόρηση, καθώς και διευκολύνοντας τη συνεργασία των διαφόρων κυβερνητικών ή άλλων ενδιαφερομένων.³⁸
- ***International Council for Research and Innovation in Building and Construction – Conseil International du Batiment (CIB):*** Το CIB ιδρύθηκε το

³⁷ Ν. Κ. Σιούτα, Λ. Ι. Γιαννακούλης, «Περιβάλλον, κατασκευή, ΣΠΔ και βιώσιμη κατασκευή – Πρώτη εφαρμογή του EMAS στην κατασκευή της Ελλάδας», ΤΕΕ, Heleco '05, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005.

³⁸ Πηγή: <http://www.wfeo.net/>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

1953 με την υποστήριξη των Ηνωμένων Εθνών και αριθμεί σήμερα πάνω 500 οργανισμούς μέλη, εκ των οποίων περίπου 5000 εμπειρογνώμονες συμμετέχουν στις πάνω από τις 50 επιτροπές του οργανισμού. Αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες πλατφόρμες παγκοσμίως για τη διεθνή συνεργασία και την ανταλλαγή πληροφοριών στους τομείς που αφορούν στην κατασκευή, την έρευνα και την καινοτομία. Παράλληλα, οι δραστηριότητες του οργανισμού επεκτείνονται και πέραν των τεχνικών ζητημάτων και καλύπτει τομείς όπως η οργάνωση και διοίκηση, η οικονομία στην κατασκευή, οι νομικές διαδικασίες και πρακτικές, η αρχιτεκτονική, ο αστικός σχεδιασμός και η ανθρώπινη παράμετρος.³⁹

- ***International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE):*** Η Διεθνής Πρωτοβουλία για ένα Βιώσιμο Δομημένο Περιβάλλον είναι ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που έχει στόχο να διευκολύνει και να προωθεί την υιοθέτηση πολιτικών, μεθόδων και εργαλείων για την ταχύτερη μετάβαση προς ένα βιώσιμο δομημένο περιβάλλον. Στο διεθνές Διοικητικό Συμβούλιο (Board of Directors) του οργανισμού συμμετέχουν μέλη από όλο τον κόσμο, ενώ στους στόχους της iiSBE περιλαμβάνονται η ανάληψη δράσης σε τομείς που δεν καλύπτονται από τους υπάρχοντες δρώντες, η καθιέρωση ενός διεθνούς forum και διεθνών standards, αλλά και η γνωστοποίηση της δράσης του οργανισμού στη διεθνή κατασκευαστική κοινότητα.⁴⁰
- ***World Green Building Council (WGBC):*** Πρόκειται για ένα δίκτυο εθνικών συμβουλίων για την πράσινη κατασκευή (Green Building Councils) σε περισσότερες από ενενήντα χώρες, το οποίο προωθεί την ισχυροποίηση της θέσης των συμβουλίων στα κράτη μέλη και τη μεταξύ τους διασύνδεση για ανταλλαγή τεχνογνωσίας και πρακτικής υποστήριξης. Το WGBC υποστηρίζει την ανάδειξη νέων εθνικών GBCs παρέχοντας τους τα απαραίτητα εργαλεία και στρατηγικές, προωθεί τις τοπικές δραστηριότητες για την πράσινη κατασκευή, ενώ αναδεικνύει παγκόσμια ζητήματα, όπως η κλιματική αλλαγή.⁴¹

³⁹ Πηγή: http://www.cibworld.nl/site/about_cib/index.html, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013.)

⁴⁰ Πηγή: <http://www.iisbe.org/about>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

⁴¹ Πηγή: <http://www.worldgbc.org>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

- **US Green Building Council (USGBC):** Αποτελεί έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό που προωθεί τη βιωσιμότητα στα κτίρια, από τον τρόπο σχεδιασμού και κατασκευής μέχρι και τον τρόπο λειτουργίας τους. Υποστηρίζει την κατασκευή κτιρίων που είναι φιλικά προς το περιβάλλον, μη επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και οικονομικά επωφελή. Για το σκοπό αυτό έχει αναπτύξει μία ποικιλία προγραμμάτων και υπηρεσιών, ενώ συνεργάζεται στενά με το δίκτυο των 77 περιφερειακών παραρτημάτων του, τους 13.000 οργανισμούς μέλη του, καθώς και βασικούς ερευνητικούς και βιομηχανικούς οργανισμούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήταν ένα από τα οχτώ εθνικά συμβούλια που συνετέλεσαν στην ίδρυση του WorldGBC.⁴²
- **Building Green:** Πρόκειται για μία ανεξάρτητη εταιρεία που παρέχει ακριβείς, αμερόληπτες και έγκαιρες πληροφορίες στους επαγγελματίες της κατασκευαστικής βιομηχανίας και στους φορείς χάραξης πολιτικής για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των κτιρίων. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν στην κατασκευή έργων μέσα από μία ολοκληρωμένη σχεδιαστική προσέγγιση που ελαχιστοποιεί τις οικολογικές επιπτώσεις και μεγιστοποιεί την οικονομική απόδοση.⁴³
- **Green Building News:** Οργανισμός που ιδρύθηκε το 2006 και παρέχει λεπτομερή πληροφόρηση για θέματα σχετικά με τον βιώσιμο σχεδιασμό και κατασκευή. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ενημερωθούν για όλα τα νέα προϊόντα και επιχειρηματικές πρωτοβουλίες γύρω από την ενεργειακή αποδοτικότητα και γενικά τα ζητήματα που εμπίπτουν στη βιώσιμη δόμηση.⁴⁴
- **Northwest Ecobuilding Guild:** Αποτελεί μία κοινότητα κατασκευαστών, σχεδιαστών, προμηθευτών και ιδιοκτητών ακινήτων που ασχολούνται με την οικολογική δόμηση στον βορειοδυτικό Ειρηνικό. Ιδρύθηκε το 1993 από μία μικρή ομάδα επαγγελματιών και επιδιώκει μέσω της εκπαίδευσης να δραστηριοποιήσει τις κοινωνίες για την ανοικοδόμηση ενός δομημένου περιβάλλοντος με μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα. Αυτή τη στιγμή διαθέτει επτά

⁴² Πηγή: <http://www.usgbc.org/>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

⁴³ Πηγή: <http://www.buildinggreen.com>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

⁴⁴ Πηγή: <http://www.greenbuildingnews.com>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

παραρτήματα που εξυπηρετούν τις βιοπεριοχές της Ουάσινγκτον, του Όρεγκον, του Αϊντάχο και της Βρετανικής Κολομβίας.

- **Healthy Building Network:** Το HBN επικεντρώνει τις εργασίες του στη διαμόρφωση της αγοράς των δομικών υλικών, ώστε να προωθούνται οι βέλτιστες πρακτικές για το περιβάλλον, την υγεία και την κοινωνία.⁴⁵

2.3.2. Εργαλεία αξιολόγησης

Αποτέλεσμα του αυξημένου ενδιαφέροντος για την προώθηση και την υλοποίηση της βιώσιμης κατασκευής, ήταν ένας μεγάλος αριθμός οργανισμών να ασχοληθεί με την ανάπτυξη διαφόρων standards, κωδίκων και συστημάτων αξιολόγησης που βοηθούν τις εθνικές κυβερνήσεις, τους επαγγελματίες των κατασκευών και τους καταναλωτές να έρθουν πιο κοντά στην έννοια της πράσινης κατασκευής. Σε ορισμένες, μάλιστα, περιπτώσεις, οι κώδικες σχεδιάζονται έτσι ώστε οι κυβερνήσεις ανά χώρα να μπορούν να τους υιοθετήσουν ως κανονισμούς για τη μείωση των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων.

Οι πράσινοι κώδικες και standards, αποτελούν ουσιαστικά μια σειρά κανόνων, όπως διαμορφώνονται από οργανισμούς ανάπτυξης standards, που καθιερώνουν τις ελάχιστες απαιτήσεις για τα στοιχεία του βιώσιμου κτιρίου, όπως είναι τα υλικά, ή τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Τα συστήματα αξιολόγησης των πράσινων κατασκευών (Green Building Rating Systems – GBRS) έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να βοηθούν τους αρχιτέκτονες και τους κατασκευαστές στο αναγνωρίζουν εκείνα τα κριτήρια σχεδιασμού και να αξιολογούν την αποδοτικότητα του προτεινόμενου σχεδίου, με βάση των σχεδιαστικών κριτηρίων και των υπολογιστικών συστημάτων που διαθέτουν. Τα GBRS λειτουργούν με ένα σύστημα πρωτοδότησης πόντων που καθορίζουν το κατά πόσο ένα κτίριο συμμορφώνεται με τα απαραίτητα κριτήρια, και κατ' επέκταση κατά πόσο είναι οικολογικό ή όχι. Σε πολλές περιπτώσεις, μάλιστα, δίνονται πρόσθετοι πόντοι επιβράβευσης για τα προαιρετικά εκείνα χαρακτηριστικά των κτιρίων που συμβάλλουν στον πράσινο σχεδιασμό και σχετίζονται με την τοποθεσία και τη διατήρηση της θέσης του κτιρίου, τη διατήρηση του νερού, της

⁴⁵ Πηγή: <http://www.healthybuilding.net/>, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

ενέργειας και των υλικών, καθώς και την εξασφάλιση των συνθηκών υγείας και άνεσης των ενοίκων. Όσο υψηλότερος είναι ο συνολικός βαθμός των πόντων, τόσο πιο φιλικό προς το περιβάλλον είναι το κτίριο αναφοράς.

Αυτή τη στιγμή, συστήματα αξιολόγησης χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο, βοηθώντας τους καταναλωτές να διαπιστώσουν την περιβαλλοντική απόδοση των κατασκευών. Το πρώτο τέτοιο σύστημα παρουσιάστηκε ήδη από το 1990 από το Building Research Establishment (BRE) του Ηνωμένου Βασιλείου και δεν ήταν άλλο από το γνωστό Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) αρχικά για κτίρια γραφείων. Μία δεκαετία αργότερα, το 2000, οι Ηνωμένες Πολιτείες εισήγαγαν ένα από τα πιο ευρέως πλέον χρησιμοποιούμενα εργαλεία αξιολόγησης, το Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Τα δύο αυτά εργαλεία ακολουθούν παρόμοια μεθοδολογία για την αξιολόγηση των κτιρίων – καθότι η ανάπτυξη του LEED επηρεάστηκε σε αρκετό βαθμό από το BREEAM - ενώ πολύ πρόσφατα, η Μαλαισία το 2009 και η Ινδονησία το 2010, προχώρησαν στην ανάπτυξη δύο ακόμη συστημάτων, του Green Building Index (GBI) και του Greenship αντίστοιχα.⁴⁶

Πέραν, όμως, από τις εθνικές πρωτοβουλίες, ανάλογα συστήματα έχουν αναπτύξει και αρκετοί διεθνείς οργανισμοί που ασχολούνται με τον τομέα των κατασκευών. Παράδειγμα αποτελεί ο περιβαλλοντικός κώδικας που αναπτύχθηκε από την Investment Property Development (IPD Environmental Code) και απαντά στις προκλήσεις που συνδέονται με τη μέτρηση, την ανάλυση και την παρουσίαση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων παρέχοντας υψηλής ποιότητας πληροφορίες στους ενδιαφερόμενους του κατασκευαστικού τομέα. Ο κώδικας μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε κτίριο στον κόσμο χάρη στην κοινή ορολογία που χρησιμοποιεί, και αποτελεί ουσιαστικά μία παγκόσμια βάση για τη συλλογή και ανάλυση των περιβαλλοντικών πληροφοριών που συνδέονται με τις κτιριακές υποδομές και όχι μόνο, όπως η ενέργεια, το νερό, τα απόβλητα, καθώς και τον εξοπλισμό και τις

⁴⁶ R. Rahardjati, M. Faris Khamidi, A. Idrus, "Green Building Rating System: The need of Material Resources Criteria in Green Building Assessment", *IPCBE*, vol.6, IACSIT Press, Singapore, 2011, pp. 148 – 149.

συσκευές, την υγεία και την ευημερία, και την προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές.⁴⁷

Ανάλογα συστήματα για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των κτιρίων είναι και το SBTool (προηγουμένως γνωστό ως GBTool), που αναπτύχθηκε από την το iiSBE, αλλά και ο International Green Construction Code που αναπτύχθηκε από το International Code Council. Στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακας 2) παρουσιάζονται ορισμένα από τα μεγαλύτερα εργαλεία περιβαλλοντικής αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο.

Χώρα	Εργαλεία
Αυστραλία	Nabers Green Star BASIX
Βραζιλία	AQUA LEED Brasil
Γαλλία	HQE
Γερμανία	DGNB CEPHEUS
Ελβετία	Minergie
Η.Π.Α.	LEED NAHB NGBS Code (IGCC) ENERGY STAR
Ιαπωνία	CASBEE
Ινδία	Green Rating for Integrated Habitat Assessment (GRIHA)
Ινδονησία	Greenship
Ιορδανία	Jordan Green Building Council

⁴⁷ βλ. σχετικά: “IPD Environment Code. Measuring the environmental performance of buildings”, IPD, http://sballiance.org/wp-content/uploads/2012/01/IPD-Environment-code_2010.pdf, (τελευταία επίσκεψη: 20-09-2013).

Ιταλία	LEED Italy Protocollo Itaca
Μεξικό	LEED Mexico
Νέα Ζηλανδία	Green Star NZ
Σιγκαπούρη	Green Mark

Πίνακας 2: Συστήματα αξιολόγησης σε διάφορες χώρες

2.4. Από τη βιώσιμη ανάπτυξη στη βιώσιμη κατασκευή

Από τις αρχές του 1970, οπότε και ξεκίνησε η συζήτηση για το περιβάλλον, οι βιομηχανικές χώρες δέχονταν ισχυρές πιέσεις για ανάληψη πολιτικής περιβαλλοντικής δράσης. Η προστασία του περιβάλλοντος έγινε η νέα τάση, και όπως πολύ εύστοχα διατυπώθηκε από τον Rowland το 1973, «στο μεγαλύτερο μέρος του βιομηχανοποιημένου κόσμου, ακριβώς όπως ήταν κάποτε αδιανόητος ο πολιτικός λόγος, χωρίς αναφορά στον Θεό, σήμερα είναι αδιανόητη η μη αναφορά στην οικολογία».⁴⁸

Μια σειρά από μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως οι αυξημένες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα, η αύξηση της θερμοκρασίας, η αλλαγή του κλίματος, ο μεγάλος όγκος οικιακών και επικίνδυνων ραδιενεργών αποβλήτων, αλλά και η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και η ταχεία εκβιομηχάνιση απαιτούσαν την άμεση προσοχή των Ηνωμένων Εθνών. Πράγματι, ο Ο.Η.Ε. αποτέλεσε κινητήρια δύναμη και κυρίαρχο θεματοφύλακα του ζητήματος της περιβαλλοντικής προστασίας και της εφαρμογής συνθηκών βιώσιμης ανάπτυξης στο σύγχρονο εκβιομηχανισμένο περιβάλλον. Ωστόσο, η προοπτική της βιώσιμης ανάπτυξης απαιτούσε τη συμμετοχή όλων των επιμέρους τομέων και παραμέτρων της αναπτυξιακής διαδικασίας, προκειμένου να είναι συμπαγής και αποτελεσματική.

Ο κατασκευαστικός τομέας υπήρξε πρωτοστάτης σε αυτή την προσπάθεια, λόγω του σημαντικού κοινωνικού και οικονομικού ρόλου του, αλλά και του μεγάλου μεριδίου

⁴⁸ "Throughout most of the industrialized world, just as it had once been impossible to deliver a political speech without referring to God, it was now unthinkable to neglect a mention of ecology", βλ. W. Rowland, *The Plot to Save the World*, Clarke, Irwin & Company Limited, Toronto and Vancouver, 1973, pp. 34-35.

ευθύνης που φέρει για την πρωτοφανή οικολογική καταστροφή. Με τη συνδρομή της διεθνούς ηγεσίας και συναφών οργανισμών παγκόσμιου βεληνεκούς, οι αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης αποτυπώθηκαν σταδιακά σε ένα σύνολο στόχων και πρωτοβουλιών που μπορούσαν να υποστηρίξουν μία νέα μορφή νοοτροπίας δόμησης, εκείνης της βιώσιμης κατασκευής, εγκαταλείποντας το αναχρονιστικό σκεπτικό της συμβατικής κατασκευής. Οι κατασκευές του μέλλοντος θα πρέπει να είναι ενεργειακά αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον και τον χρήστη.

Το σημαντικό στην προκειμένη περίπτωση είναι ότι, παρά το γεγονός ότι η διεθνής πολιτική περιορίζεται μέχρι και σήμερα στη διατύπωση μη δεσμευτικών στόχων – ουσιαστικά, δηλαδή, ευχολογίων – για το πώς θα αντιστραφεί η οικολογική καταστροφή και θα βελτιωθούν οι συνθήκες διαβίωσης στον πλανήτη, ο κλάδος των κατασκευών κατάφερε να συγκεκριμενοποιήσει αυτούς τους στόχους και να πιέσει για παραγωγή πολλές φορές και συγκεκριμένης νομοθεσίας, σε εθνικό ή υπερεθνικό επίπεδο, που να εξυπηρετεί την προώθηση των βιώσιμων κατασκευών. Επομένως, ασχέτως του αν η συνολική εικόνα της διεθνούς περιβαλλοντικής διακυβέρνησης κρίνεται ανεπιτυχής ή ανεπαρκής, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ενδιαφέροντος, σε επίπεδο πολιτείας, βιομηχανίας και κοινωνίας για εξεύρεση πιο οικολογικών λύσεων για τα κτίρια και για τη σύσταση μιας παγκόσμιας ατζέντας για τη βιώσιμη κατασκευή, ικανής να λειτουργήσει ως εφαλτήριο για τη νομιμοποίηση και την ομοιόμορφη εφαρμογή της σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης.

Κεφάλαιο 3: Η ευρωπαϊκή πολιτική για το περιβάλλον, την ενέργεια και το κλίμα και η πορεία προς τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης

Η διαμόρφωση μιας συνεκτικής κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής είναι ζωτικής σημασίας για την ανύψωση του βιοτικού επιπέδου των ευρωπαίων πολιτών. Τη στιγμή που η ευρωπαϊκή οικονομία βρισκόταν σε ένα καθεστώς διαρθρωτικής μετεξέλιξης, οι φορείς λήψης αποφάσεων της Ένωσης έπρεπε να συμφωνήσουν σε μέτρα και πολιτικές που να ισορροπούν ανάμεσα στην επίτευξη του στόχου της οικονομικής ανάπτυξης και στις προδιαγραφές ποιότητας για το περιβάλλον.⁴⁹ Αποτέλεσμα αυτού, ήταν η διαμόρφωση εκ μέρους Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) ενός συνεπέστατου πλαισίου δράσης για την προώθηση της βιώσιμης και αειφόρου ανάπτυξης, που πηγάζει από το πρωτογενές δίκαιο και τις διεθνείς δεσμεύσεις της και υλοποιείται μέσα από εξειδικευμένες δράσεις και πολιτικές.

3.1. Το γενικό πλαίσιο περιβαλλοντικής προστασίας

3.1.1. Οι αρχές του κοινοτικού δικαίου περιβάλλοντος

Το ευρωπαϊκό δίκαιο για το περιβάλλον, όπως έχει μέχρι σήμερα διαμορφωθεί, διέπεται από ένα σύνολο αρχών, γενικών και ειδικών, που αποτελούν ένα σύνολο απαράβατων αξιών. Στην πρώτη κατηγορία εμπίπτουν οι αρχές της ενσωμάτωσης και του υψηλού επιπέδου προστασίας, της επικουρικότητας και της βιώσιμης ανάπτυξης ή αειφορίας, ενώ στη δεύτερη η αρχή της πρόληψης και προφύλαξης, η αρχή της επανόρθωσης των καταστροφών του περιβάλλοντος κατά προτεραιότητα, και η αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης, ή διαφορετικά *«ο ρυπαίνων πληρώνει»*.

3.1.1.1. Οι γενικές αρχές

3.1.1.1.1. Η αρχή της ενσωμάτωσης και του υψηλού επιπέδου προστασίας

Η αρχή της ενσωμάτωσης, σύμφωνα με το άρθρο 6 ΣΕΚ, αφορά στην ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στις κοινοτικές πολιτικές, αναβαθμίζοντας, έτσι,

⁴⁹ Δημήτριος Πάλλης, «Ευρωπαϊκή Ολοκλήρωση», σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, Δεκέμβριος 2005, σελ. 79.

το περιβάλλον από απλή παράμετρο σε κύρια συνιστώσα των άλλων κοινοτικών πολιτικών. Μέσω της αρχής αυτής, το περιβάλλον καθίσταται πλέον οριζόντια πολιτική της Ένωσης, που ενσωματώνεται σε όλες τις άλλες επιμέρους τομεακές πολιτικές της Κοινότητας προκειμένου να καταστεί πιο αποτελεσματική η προστασία του περιβάλλοντος και ο έλεγχος της περιβαλλοντικής δραστηριότητας.⁵⁰

3.1.1.1.2. Η αρχή της επικουρικότητας

Η αρχή της επικουρικότητας (άρθρο 5 ΣΕΕ) αφορά στην κατανομή αρμοδιοτήτων ανάμεσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη στους τομείς μη αποκλειστικής αρμοδιότητας της Ένωσης, ανάμεσα στους οποίους εντάσσονται και ο τομέας του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, η ΕΕ στερείται του τεκμηρίου αρμοδιότητας για τα θέματα της περιβαλλοντικής προστασίας, αλλά επεμβαίνει όταν το έννομο αυτό αγαθό προστατεύεται καλύτερα μέσα από την ανάληψη κοινοτικής δράσης και όχι εθνικής.⁵¹

3.1.1.1.3. Η αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης

Στην περίπτωση της αρχής της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως διατυπώνεται άρθρα 2 ΣΕΕ και 2 ΣΕΚ, οι οικονομικές δραστηριότητες πρέπει να συνυπολογίζουν τα περιβαλλοντικά δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η κατασπατάληση των φυσικών πόρων, προάγεται η κοινωνική συνοχή και δεν διακινδυνεύεται η ικανοποίηση των αναγκών των μελλοντικών γενεών. Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης επηρεάζει πολλούς τομείς πολιτικής της Ένωσης, από τις μεταφορές μέχρι την ενέργεια και σε κανένα επίπεδο (εθνικό, τοπικό ή περιφερειακό), δεν επιτρέπεται να αμφισβητηθεί η νομιμότητα του κριτηρίου της περιβαλλοντικής προστασίας.⁵²

⁵⁰ Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, Παναγιώτης Γρηγορίου, *Κοινοτικές στρατηγικές για το περιβάλλον*, Παπαζήσης, Αθήνα, 1994, σελ. 146.

⁵¹ Γ. Δελλής, *Κοινοτικό Δίκαιο Περιβάλλοντος*, Σάκκουλας, Αθήνα – Κομοτηνή, 1998, σελ. 51.

⁵² Παύλος Μ. Δελλαδέτσιμας, «Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης, ο σχεδιασμός του χώρου και η περίπτωση της Ελλάδας», *Τόπος: επιθεώρηση αστικών και περιφερειακών μελετών*, Δεκέμβριος 1997, σελ. 34.

3.1.1.2. Οι ειδικές αρχές

3.1.1.2.1. Η αρχή της πρόληψης και της προφύλαξης

Το γενικό πλαίσιο αφορά στην εκ των προτέρων αποφυγή των περιβαλλοντικών προσβολών. Η αρχή της πρόληψης, η οποία καθιερώνεται και στο άρθρο 24 του ελληνικού Συντάγματος, επιβάλλει στις αρμόδιες αρχές τη λήψη μέτρων κατάλληλων να προλάβουν ενδεχόμενους κινδύνους για τη δημόσια υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον.⁵³ Παράλληλα, η αρχή της προφύλαξης εισάγει ένα νέο είδος επιφυλακής που απαιτεί τη λήψη προληπτικών μέτρων ακόμα και στις περιπτώσεις όπου οι επιστημονικές γνώσεις γύρω από ενδεχόμενους κινδύνους ή επιπτώσεις διαφόρων δραστηριοτήτων είναι ελλιπείς.⁵⁴ Η αρχή της προφύλαξης, όπως αναφέρεται στο άρθρο 191 ΣΛΕΕ, θέτει ως στόχο τη διασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος μέσω της προληπτικής λήψης αποφάσεων σε περιπτώσεις κινδύνου. Η προσφυγή στην αρχή της προφύλαξης δικαιολογείται μόνο όταν έχουν εντοπιστεί δυνητικά αρνητικά αποτελέσματα, έχουν αξιολογηθεί τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα και έχει προσδιοριστεί ο βαθμός της επιστημονικής αβεβαιότητας, ώστε να αποφεύγεται η αυθαίρετη λήψη αποφάσεων.⁵⁵

3.1.1.2.2. Η αρχή της επανόρθωσης των προσβολών του περιβάλλοντος κατά προτεραιότητα στην πηγή

Η εν λόγω αρχή διατείνεται ότι η όποια δυσμενής επίπτωση της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον θα πρέπει να περιορίζεται στην πηγή της ρύπανσης και να καταπολεμάται προτού προλάβει να διαφύγει στο ευρύτερο περιβάλλον. Η

⁵³ Βλ. απόφαση του Πρωτοδικείου της 26.11.2002 στις συνεκδικασθείσες υποθέσεις T-74/00, T-76/00, T-83/00, T-84/00, T-85/00, T-132/00, T-137/00 και T-141/00, *Artegodaņ GmbH και λοιπών κατά της Επιτροπής*, όπως παρατίθεται στο Ευαγγελία Κουτούπα – Ρεγκάκου, «Η επίδραση του ευρωπαϊκού δικαίου στο δίκαιο του περιβάλλοντος» σε Νάσκου - Περράκη, Π., Ηλιόπουλος, Κ. Π. (επιμ.), *Κοινοτικό δίκαιο. 25 χρόνια εφαρμογής στην Ελλάδα*, Αντ. Σάκκουλας, Αθήνα- Κομοτηνή, 2006, σελ. 385.

⁵⁴ Χρήστος Α. Κορκόβελος, *Η προστασία του περιβάλλοντος στην Ευρωπαϊκή Ένωση: με αναφορές στα ελληνικά δεδομένα και κατάλογο της κοινοτικής νομοθεσίας για το περιβάλλον*, Αντ. Ν. Σάκκουλας, Αθήνα, 1997, σελ. 18.

⁵⁵ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής της 2ας Φεβρουαρίου 2000 για την προσφυγή στην αρχή της προφύλαξης», COM (2000) 1 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 02-02-2000.

αρχή αυτή τυγχάνει εφαρμογής στις περιπτώσεις των διασυνοριακών ρυπάνσεων και της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών ή διαχείρισης αποβλήτων.⁵⁶

3.1.1.2.3. Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»

Σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» ο υπαίτιος της ρύπανσης οφείλει να γνωρίζει προκαταβολικά ότι θα φέρει ο ίδιος το βάρος της επανόρθωσης, ώστε να προβαίνει στη λήψη των αναγκαίων προληπτικών μέτρων. Επομένως, μέσα από την επιβολή οικονομικής επιβάρυνσης στον προξενούντα της οικολογικής βλάβης, παρέχεται κίνητρο στους επιχειρηματίες για χρησιμοποίηση «καθαρών», μη ρυπογόνων τεχνολογιών. Στη λογική αυτή, η εν λόγω αρχή αποτελεί τη δικαιολογητική βάση για την επιβολή ειδικών φορολογικών ή άλλων οικονομικών επιβαρύνσεων.⁵⁷

3.2. Η εξέλιξη του πρωτογενούς ευρωπαϊκού δικαίου για το περιβάλλον

3.2.1. Η Συνθήκη της Ρώμης

Η προστασία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος δεν φαινόταν να αποτελεί μέριμνα των έξι ιδρυτικών μελών που θεμελίωσαν την κοινοτική έννομη τάξη με την υπογραφή της *Συνθήκης της Ρώμης* το 1957. Ο λόγος που οι ιδρυτικές συνθήκες δεν περιλαμβάνουν διατάξεις αναφορικά με μια περιβαλλοντική πολιτική είναι διττός: αφενός, πρωταρχικός και αποκλειστικός στόχος ήταν η διαμόρφωση της κοινής αγοράς, αφετέρου, ο όρος «περιβάλλον» απουσίαζε από τη διεθνή βιβλιογραφία μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '70.

Την έλλειψη σαφούς νομικής βάσης για την προστασία του περιβάλλοντος κατά την πρώτη φάση του κοινοτικού φαινομένου (1957 – 1986) -καθώς οι αναφορές των ιδρυτικών συνθηκών στην προστασία του περιβάλλοντος ήταν μηδαμινές - κάλυπταν οι έμμεσες αναφορές σε άλλες διατάξεις των ιδρυτικών συνθηκών ή άλλων δεσμευτικών κειμένων, όπως οι διεθνείς συνθήκες στις οποίες η Κοινότητα

⁵⁶ L. Krämer, N. Παλαιολόγου, *Η Συνθήκη ΕΟΚ και η προστασία του περιβάλλοντος*, Αντ. Ν. Σάκκουλας, Αθήνα - Κομοτηνή, 1992, σελ. 97.

⁵⁷ Γενικά για τις αρχές βλ. «Η περιβαλλοντική πολιτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση», www.ekdd.gr, (τελευταία επίσκεψη:25-09-2013).

συμμετείχε ως συμβαλλόμενο μέρος ή τα κοινοτικά προγράμματα δράσης.⁵⁸ Έτσι, λοιπόν, η όποια πρωτοβουλία στον εν λόγω τομέα έβρισκε έμμεσο νομικό έρεισμα κυρίως στο άρθρο 2 ΣυνθΕΟΚ, που προέβλεπε την ανύψωση του βιοτικού επιπέδου των κρατών μελών και στο άρθρο 100 ΣΕΟΚ που αφορούσε στην έκδοση οδηγιών του Συμβουλίου «για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών, οι οποίες είχαν άμεση επίπτωση στην εγκαθίδρυση ή λειτουργία της κοινής αγοράς». Μετά και τη Σύνοδο Κορυφής του Παρισιού το 1972, όπου οι τότε αρχηγοί των κρατών μελών της Κοινότητας με σχετική Διακήρυξη ανήγαγαν την προστασία του περιβάλλοντος σε στόχο της Κοινότητας, νομικό θεμέλιο για την ανάληψη περιβαλλοντικής δράσης αποτέλεσε και το άρθρο 235 ΣυνθΕΟΚ (νυν 352 ΣΛΕΕ), που επέτρεπε στην Ένωση, ύστερα από ομόφωνη απόφαση όλων των κρατών μελών, να αναλαμβάνει συγκεκριμένες δράσεις σε πεδία που δεν προβλέπονταν από την Συνθήκη.⁵⁹ Σε κάθε περίπτωση, οι ανωτέρω διατάξεις του πρωτογενούς δικαίου έθεταν ως κύριο στόχο τους την διευκόλυνση της λειτουργίας της κοινής αγοράς και όχι την προστασία του περιβάλλοντος καθεαυτού. Οι περιβαλλοντικές ρυθμίσεις που βασιζόνταν σε αυτές, απέβλεπαν κυρίως στην εξάλειψη των εμποδίων που προκαλούσαν τα διαφοροποιημένα εθνικά μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος στην ελεύθερη κυκλοφορία αγαθών και στον ελεύθερο ανταγωνισμό.⁶⁰

3.2.2. Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη

Από την Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (ΕΕΠ) και μετά θεσμοθετήθηκαν πολιτικές με μη αμιγώς οικονομικό περιεχόμενο, εκ των οποίων και η πολιτική περιβάλλοντος.⁶¹ Μέχρι τότε, οι ρυθμίσεις για το περιβάλλον, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν είχαν τόσο οικολογικό χαρακτήρα, όσο οικονομικό και υποστηρικτικό για την

⁵⁸ Θ. Παναγόπουλος, «Η ευρωπαϊκή πολιτική περιβάλλοντος Ι: Νομικές βάσεις», εισαγωγή Κ. Στεφάνου (επιμ.), *Εισαγωγή στις Ευρωπαϊκές Σπουδές: Οικονομική Ολοκλήρωση και πολιτικές, το ρυθμιστικό πλαίσιο*, τόμος Γ', Ι. Σιδέρης, Αθήνα, 2006, σελ. 559.

⁵⁹ Πηγή: <http://europedia.moussis.eu/>, (τελευταία επίσκεψη: 25-09-2013).

⁶⁰ Γ. Δελλής, *Κοινοτικό δίκαιο περιβάλλοντος*, Σάκκουλας, Αθήνα-Κομοτηνή 1998 και Ι. Καράκωστας, *Περιβάλλον και Δίκαιο*, Σάκκουλας, Αθήνα, 2000, όπως παρατίθενται στο Ιωάννα Α. Κυριτσάκη, *Το δικαίωμα στο περιβάλλον υπό το πρίσμα του δικαίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, Σάκκουλας, Αθήνα – Θεσσαλονίκη, 2010, σελ 46.

⁶¹ Κ. Στεφάνου, Μ. Τσινισιζέλης, Αρ. Φατούρος, Θ. Χριστοδουλίδης, *Εισαγωγή στις ευρωπαϊκές σπουδές: Ενοποιητική δυναμική, δικαιοταξία, διακυβέρνηση*, τόμος Α', Ι. Σιδέρης, Αθήνα, Νοέμβριος 2009, σελ.203.

εύρυθμη λειτουργία της νεοσύστατης κοινής αγοράς.⁶² Με την ΕΕΠ εντάσσονται για πρώτη φορά διατάξεις πρωτογενούς δικαίου στις οποίες μπορούσε άμεσα πλέον να στηριχθεί η παραγωγή κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής,⁶³ και συγκεκριμένα με τα άρθρα 130 Π, 130 Ρ και 130 Σ, τα οποία καθόριζαν τους όρους, τους στόχους και τις προϋποθέσεις άσκησης της περιβαλλοντικής δράσης της Κοινότητας.⁶⁴ Βασική, ωστόσο, καινοτομία της ΕΕΠ είναι η εισαγωγή δύο νομικά δεσμευτικών θεμελιωδών αρχών, εκείνων της *αρχής της ενσωμάτωσης* και της *αρχής της επικουρικότητας*. Σύμφωνα με την πρώτη αρχή, πριν την ανάληψη οποιασδήποτε δράσης σε κάθε τομέα αρμοδιότητας της Κοινότητας πρέπει να συνεκτιμάται ο περιβαλλοντικός παράγοντας, ενώ σύμφωνα με τη δεύτερη, η Κοινότητα μπορεί να αναλάβει δράση μόνο όταν οι περιβαλλοντικοί στόχοι μπορούν να εξυπηρετηθούν καλύτερα σε κοινοτικό επίπεδο παρά σε εθνικό.⁶⁵

3.2.3. Η Συνθήκη του Μάαστριχτ

Η Συνθήκη του Μάαστριχτ (1992) σήμανε το τέλος της ευρωπαϊκής κοινότητας ως μιας κοινότητας οικονομίας της αγοράς και σηματοδότησε τη δημιουργία μιας Ένωσης «κρατών και λαών» με πολιτικές επιδιώξεις και διευρυμένες αρμοδιότητες. Στο πλαίσιο αυτό, το ζήτημα της παροχής αυτοτελούς κοινοτικής προστασίας για το περιβάλλον, χωρίς να υποστεί σημαντικές μεταβολές σε σχέση με την ΕΕΠ, εξακολουθούσε αντιμετωπίζεται θετικά.⁶⁶ Το γεγονός αυτό διαφάνηκε και από την ενίσχυση των περιβαλλοντικών αρχών και της σημασίας της προστασίας του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, αναφέρουμε την παράθεση της ανάγκης για προστασία του περιβάλλοντος ανάμεσα στους πρωταρχικούς σκοπούς και προτεραιότητες της Ένωσης (άρθρα 2 και 3 ΣυνθΕΚ) και την αναβάθμιση με τη νέα διάταξη 130 Ρ ΣΕΚ/ΣΕΕ της μέχρι τότε αναφερόμενης ως *δράση* σε κοινοτική πολιτική για το περιβάλλον⁶⁷, η οποία μάλιστα στόχευε και στην προώθηση περιβαλλοντικών

⁶² Ιωάννα Α. Κυριτσάκη, ό. π. υποσημ. 60, σελ. 45.

⁶³ Παναγιώτης Γ. Γρηγορίου, «Η προστασία του περιβάλλοντος και η Συνθήκη της Λισσαβώνας», *Ευρωπαϊών Πολιτεία*, τεύχος 3, 2008, σελ. 602.

⁶⁴ Γ. Δελλής, *Κοινοτικό Δίκαιο Περιβάλλοντος*, ό. π., υποσημ. 51, σελ. 60.

⁶⁵ *Ibid*, σελ. 51.

⁶⁶ Τζ. Χαροκόπου, Ε. Μαριά, «Ο τομέας του περιβάλλοντος στο πρωτογενές κοινοτικό δίκαιο και στη νομολογία του ΔΕΚ», *Δίκαιο και Οικονομία*, Αθήνα, 1994.

⁶⁷ B. Verhoeve, G. Bennett, D. Wilkinson, *Maastricht and the environment*, Institute for European Environmental Policy, London, 1992.

μέτρων σε διεθνές επίπεδο.⁶⁸ Παράλληλα, η αρχή της ενσωμάτωσης που είχε κατοχυρωθεί με την ΕΕΠ αποκτά ακόμα πιο δεσμευτικό χαρακτήρα, αφού η προστασία του περιβάλλοντος δεν αποτελεί απλά «συνιστώσα» των υπολοίπων πολιτικών της Κοινότητας (πρώην άρθρο 130Π ΕΕΠ), αλλά «πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαμόρφωση των κοινοτικών πολιτικών».⁶⁹ Εξίσου σημαντική ήταν και η προσθήκη της παρ. 2 στο άρθρο 130Ρ ΣΕΚ, σύμφωνα με το οποίο τα αρμόδια όργανα οφείλουν να στοχεύουν στο υψηλό επίπεδο προστασίας κατά την υλοποίηση της κοινοτικής πολιτικής για το περιβάλλον. Διευκόλυνε δε την λήψη αποφάσεων στον τομέα αυτό, καθώς μετέτρεψε την απαιτούμενη ομοφωνία του άρθρου 130 ΣΕΟΚ σε ειδική πλειοψηφία και ενίσχυσε το ρόλο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου κατά τη νομοπαραγωγική διαδικασία στο συγκεκριμένο πεδίο. Επιπροσθέτως, διατήρησε μεν τη δυνατότητα των κρατών μελών να παρεκκλίνουν από κοινοτικά μέτρα εναρμόνισης, αλλά εξάρτησε ρητά την επίκληση της συναφούς ρήτρας διασφάλισης από το σκοπό της αρτιότερης προστασίας του περιβάλλοντος.⁷⁰

3.2.4. Η Συνθήκη του Άμστερνταμ

Με τη Συνθήκη του Άμστερνταμ η προστασία του περιβάλλοντος αναγνωρίζεται πλέον ως «αυτοτελές έννομο αγαθό»⁷¹ και συγκαταλέγεται στους μη οικονομικούς στόχους της Ένωσης. Η αρχή της ενσωμάτωσης κατοχυρώνεται ρητά στο άρθρο 6 ΣΕΚ, ενώ ενισχύθηκε η δεσμευτικότητα του υψηλού επιπέδου προστασίας μέσα από την εισαγωγή της εν λόγω απαίτησης στις γενικές διατάξεις της Συνθήκης.

3.2.5. Η Συνθήκη της Νίκαιας

Η Συνθήκη της Νίκαιας δεν επέφερε παρά διαδικαστικού χαρακτήρα τροποποιήσεις στην μέχρι τότε διαμορφωθείσα πολιτική περιβάλλοντος. Οι πιο σημαντικές εξ αυτών είναι οι διατάξεις των άρθρων 11 και 11 Α ΣΕΚ που προέβλεπαν τη δυνατότητα για ενισχυμένη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών σε ορισμένους τομείς, συμπεριλαμβανομένου και του περιβάλλοντος (μέχρι σήμερα οι διατάξεις αυτές δεν έχουν ενεργοποιηθεί). Περαιτέρω, με το άρθρο 175 παρ. 2 ΣΕΚ το

⁶⁸ Γ. Παπαδημητρίου, «Περιβαλλοντικό σύνταγμα. Θεμελίωση, περιεχόμενο και λειτουργία», *Νόμος και Φύση*, τεύχος 1, 1994, σελ. 375.

⁶⁹ Ι. Καράκωστα, *Περιβάλλον και Δίκαιο*, Α. Σάκκουλας, Αθήνα, 2000, σελ. 16.

⁷⁰ *Ibid.*

⁷¹ Ιωάννα Α. Κυριτσάκη, ό. π. υποσημ. 60, σελ. 48.

περιβάλλον συμπεριελήφθη στους τομείς για τους οποίους απαιτείται ομοφωνία για την θέσπιση παράγωγου κοινοτικού δικαίου.⁷²

3.2.6. Η Συνθήκη της Λισσαβώνας

Πλέον με τη Συνθήκη της Λισσαβώνας η προστασία του περιβάλλοντος, βασιζόμενη στις αρχές της προφύλαξης και της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει», καθώς και η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής συγκαταλέγονται στους υψηλούς στόχους της Ένωσης. Ειδικότερα, η ευρωπαϊκή πολιτική περιβάλλοντος αποσκοπεί στη διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στην προστασία της υγείας, στη συνετή και ορθολογική χρήση των διαθέσιμων φυσικών πόρων, καθώς και στη διεθνή πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε παγκόσμιο ή περιφερειακό επίπεδο. Οι εν λόγω στόχοι είναι επιτεύξιμοι στη βάση της κλασικής διοικητικής προσέγγισης, που θέλει την ΕΕ να αποφασίζει ως προς την στοχοθέτηση και τα κράτη μέλη ως προς την μεθοδολογία εφαρμογής.⁷³ Παράλληλα γίνεται σύνδεση της ενεργειακής πολιτικής με την πολιτική περιβάλλοντος, καθώς όπως αναφέρεται η ενεργειακή πολιτική της Ένωσης θα πρέπει να ασκείται «λαμβάνομένης υπόψη της απαίτησης να προστατευθεί και να βελτιωθεί το περιβάλλον».⁷⁴

3.3. Οι στρατηγικές της Ένωσης για το περιβάλλον

Στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα ζητήματα που άπτονται του τομέα του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης προσεγγίζονται μέσα από τις διεργασίες τριών διαδικασιών ή στρατηγικών: της Στρατηγικής της Λισσαβώνας (Lisbon Strategy), της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για την Βιώσιμη Ανάπτυξη (EU Sustainable Development Strategy), και της Διαδικασίας του Κάρντιφ για την περιβαλλοντική ενσωμάτωση (Cardiff Process).

⁷² Ibid, σελ. 49-50.

⁷³ Βλ. Αρθρ. 174 ΣΛΕΕ/191 ΕΣΛΕΕ.

⁷⁴ Βλ. Αρθρ. 176Α ΣΛΕΕ/194 ΕΣΛΕΕ.

3.3.1. Η Στρατηγική της Λισσαβώνας (Lisbon Strategy)

Στο Συμβούλιο Κορυφής που πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο του 2000 στη Λισσαβόνα τέθηκαν οι βάσεις για την υιοθέτηση μιας δεκαετούς στρατηγικής, ικανής να καταστήσει την Ευρώπη την «ανταγωνιστικότερη και δυναμικότερη οικονομία της γνώσης ανά την υφήλιο με περισσότερες και καλύτερες θέσεις εργασίας». Στόχος, λοιπόν, της επονομαζόμενης ως *Στρατηγική της Λισσαβώνας* ήταν η εγκαθίδρυση μιας υγιούς και δυνατής οικονομίας, που θα συντελούσε στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας εξασφαλίζοντας παράλληλα τη βιώσιμη ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ανάπτυξη ανάλογης κοινωνικής και περιβαλλοντικής πολιτικής) και την εξάλειψη του κοινωνικού αποκλεισμού. Η Στρατηγική αυτή διατρέχει όλους τους τομείς δραστηριότητας και πολιτικής της Ένωσης, ενώ η Επιτροπή έχει καταστεί αρμόδια για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής της μέσω της παρουσίασης αναλυτικών ετήσιων Συνθετικών Εκθέσεων (Spring Synthesis Reports).⁷⁵ Τον Μάρτιο 2005, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επαναδιατύπωσε τη Στρατηγική της Λισσαβώνας επικεντρώνοντας και πάλι το ενδιαφέρον στην οικονομική ανάπτυξη και την εργασία στην Ευρώπη.⁷⁶

3.3.2. Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Βιώσιμη Ανάπτυξη (EU Sustainable Development Strategy)

Όπως αναγνωρίστηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμποργκ (2001), η Στρατηγική της Λισσαβώνας δεν ήταν ολοκληρωμένη καθότι κάλυπτε μόνο τους πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης που αφορούσαν στην οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία.⁷⁷ Η διαπίστωση αυτή, οδήγησε στη διαμόρφωση μιας Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, που συμπεριελάμβανε την περιβαλλοντική διάσταση του όρου και θα στόχευε στην υιοθέτηση μια νέας προσέγγισης κατά την χάραξη πολιτικής που θα λαμβάνει υπόψη την αλληλεξάρτηση ανάμεσα σε τομείς όπως οι μεταφορές και το περιβάλλον ή η υγεία

⁷⁵ Βλ. αναλυτικά: Presidency Conclusions - Lisbon European Council 23 and 24 March 2000, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/00100-r1.en0.htm, (τελευταία επίσκεψη: 29-09-2013).

⁷⁶ Clementina Ivan-Ungureanu, Monica Marcu, "The Lisbon Strategy", *Romanian Journal of Economic Forecasting*, Issue 1, 2006, p.81.

⁷⁷ Βλ. αναλυτικά: Συμπεράσματα της Προεδρίας – Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμποργκ 15 και 16 Ιουνίου 2001, http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/el/ec/00200-r1.gr1.pdf, (τελευταία επίσκεψη: 29-09-2013).

και η φτώχεια, βρίσκοντας παράλληλα μακροχρόνια βιώσιμες λύσεις που θα υποστήριζαν τη συσχέτιση των άλλοτε ανταγωνιστικών τομέων. Προς το σκοπό αυτό, η Στρατηγική του Γκέτεμποργκ περιελάμβανε μία σειρά μέτρων που έδιναν έμφαση σε ζητήματα όπως:

- της αποδέσμευσης (decoupling) της οικονομικής ανάπτυξης από την υποβάθμιση του περιβάλλοντος,
- της ολιστικής θεώρησης και του συντονισμού όλων των επιμέρους τομειακών πολιτικών,
- της αλλαγής των καταναλωτικών και παραγωγικών προτύπων,
- της εσωτερίκευσης του κοινωνικού και περιβαλλοντικού εξωτερικού κόστους, καθώς και
- της κοστολόγησης των επιπτώσεων των επιμέρους πολιτικών στα προϊόντα και τις υπηρεσίες.

3.3.3. Η Διαδικασία του Κάρντιφ για την περιβαλλοντική ενσωμάτωση (Cardiff Process)

Σύμφωνα με την αρχή της περιβαλλοντικής ενσωμάτωσης, που δίνει μία καθολική διάσταση στην προστασία του περιβάλλοντος, οι απαιτήσεις της περιβαλλοντικής προστασίας οφείλουν να ενσωματωθούν στην εφαρμογή όλων των υπολοίπων πολιτικών της Ένωσης, στη βάση μιας οριζόντιας/εγκάρσιας και όχι κάθετης προσέγγισης, σύμφωνα πάντα με το άρθρο 6 της συνθήκης της ΕΕ. Σε επίπεδο θεσμικό, η σημασία της περιβαλλοντικής ενσωμάτωσης επιβεβαιώθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του 1998 με την ενεργοποίηση της αποκαλούμενης *Διαδικασίας του Κάρντιφ*, με την οποία ζητήθηκε από τους σχηματισμούς του Συμβουλίου να αναπτύξουν στρατηγικές προς αυτή την κατεύθυνση. Έτσι, κατά την υλοποίηση βασικών πολιτικών της Ένωσης θα πρέπει να συνεκτιμούνται τα περιβαλλοντικά κριτήρια και παράμετροι προκειμένου να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη προστασία του περιβάλλοντος. Έως σήμερα, μέσα από την Διαδικασία του Κάρντιφ έχουν καλυφθεί οι τομείς της γεωργίας, της αλιείας, των

μεταφορών, της βιομηχανίας, της αναπτυξιακής συνεργασίας, της εσωτερικής αγοράς, των οικονομικών σχέσεων, του εμπορίου και της εξωτερικής πολιτικής.⁷⁸

3.4. Οι πολιτικοί προσανατολισμοί της ΕΕ για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή

Αν και οι Συνθήκες ΕΚΑΧ (1951) και ΕΥΡΑΤΟΜ (1957) σήμαναν την έναρξη όχι μόνο της ενωμένης Ευρώπης, αλλά και της ενεργειακής πολιτικής της, η ρητή γενική αρμοδιότητα της τότε Κοινότητας για τον τομέα της ενέργειας δεν θεσπίστηκε από τις διατάξεις της ΣΕΚ, παρά θεμελιώθηκε από λοιπές διατάξεις της συνθήκης που αφορούσαν στη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.⁷⁹ Υπό το πρίσμα αυτό, οι πρώτες παρεμβάσεις στον τομέα της ενέργειας απέβλεπαν κυρίως στη διαμόρφωση των συνθηκών του ελεύθερου ανταγωνισμού και την κατάργηση των μονοπωλίων.⁸⁰ Τα όποια μέτρα ελήφθησαν σχετικά με τις ενεργειακές δραστηριότητες και χρήσεις, εντάσσονταν στον ευρύτερο τομέα του περιβάλλοντος, που έβρισκε ήδη από την Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη νομική θεμελίωση. Ωστόσο, ο τομέας της ενέργειας δεν θα αποκτήσει νομική βάση, παρά με τη Συνθήκη της Λισσαβώνας, και συγκεκριμένα με το άρθρο 194 ΣΛΕΕ. Υπό τον τίτλο «Ενέργεια» (τίτλος XX ΣΛΕΕ/XXI ΕΣΛΕΕ) η Ένωση ορίζει μεταξύ άλλων τους στόχους της ενεργειακής πολιτικής της, που είναι η διασφάλιση της λειτουργίας της αγοράς ενέργειας, η διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και η εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και η ανάπτυξη νέων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.⁸¹

Συνεπακόλουθη της πολιτικής για την ενέργεια αποτελεί η δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με την καταπολέμηση των κλιματικών μεταβολών. Οι σύγχρονες κλιματολογικές προκλήσεις, όπως είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη και το λιώσιμο των πάγων, έχουν καταστήσει τον αγώνα για την αντιμετώπιση της

⁷⁸ Μ. Παπαϊωάννου, Η. Μαυροειδής, ό. π., υποσημ. 11. σελ. 7.

⁷⁹ Πρεβεδούρου εις Σκουρή, *Ερμηνεία Συνθηκών*, ά 3, περ.26.

⁸⁰ Αικατερίνη Ν. Ηλιάδου, «Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και προστασία του περιβάλλοντος», *Δικονομία*, τεύχος 3 (έτος 12ο), 2008, σελ. 395.

⁸¹ Βλ. Συνθήκη για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

κλιματικής αλλαγής σε μείζονα και πρωτεύοντα στόχο της ΕΕ, η οποία μάλιστα φαίνεται να αναλαμβάνει ηγετικό ρόλο σε επίπεδο τόσο ευρωπαϊκό όσο και διεθνές.⁸² Η ανάγκη για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί πλέον πάγια πολιτική της Κοινότητας, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσα από φιλικά προς το περιβάλλον και ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και υπηρεσίες (πχ κτίρια, μεταφορές, ηλεκτρικές συσκευές κλπ), τη συνολική μείωση των παραγόμενων ρύπων, την ενίσχυση της υπευθυνότητας των επιχειρήσεων χωρίς να θίγεται η ανταγωνιστικότητά τους, την υπαγωγή του χωροταξικού σχεδιασμού και της γεωργίας στα περιβαλλοντικά πρότυπα, σε συνδυασμό με την προώθηση της έρευνας και της καινοτομίας.⁸³

Μέσω, λοιπόν, της εκμετάλλευσης της δύναμη της αγοράς, της ανάπτυξη νέων ενεργειακών τεχνολογιών για την ενεργειακή απόδοση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά και τα παρεχόμενα χρηματοδοτικά μέσα, η ευρωπαϊκή κοινότητα επιδιώκει να συμβάλει στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και στον ενεργειακό εφοδιασμό. Για το σκοπό αυτό, έχει προχωρήσει στην υιοθέτηση μιας σειράς φιλόδοξων στόχων και δεσμεύσεων για την επόμενη δεκαετία, στη βάση των οποίων προωθήθηκε ακόμη περισσότερο ο τομέας της βιώσιμης κατασκευής.

3.4.1. Η Πράσινη Βίβλος

Την αναγκαιότητα για τη διαμόρφωση μιας κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής στον τομέα της ενέργειας, εξέφρασε για πρώτη φορά με σαφήνεια η ΕΕ μέσα από την Πράσινη Βίβλο «Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια», που δημοσιεύθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Μάρτιο του 2006. Στην Βίβλο προτάθηκαν έξι τομείς δράσης, ανάμεσα στους οποίους ήταν η απαίτηση για μια ενοποιημένη προσέγγιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής μέσω της υιοθέτησης μέτρων για την ενεργειακή απόδοση και την ενίσχυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με την Βίβλο, ο ευρωπαίος νομοθέτης έθεσε ως προτεραιότητα την επίλυση των προβλημάτων εφοδιασμού και των επιπτώσεών του στην ανάπτυξη

⁸²Sebastian Oberthur & Claire Roche Kelly, "EU Leadership in International Climate Policy: Achievements and Challenges", *The International Spectator*, Volume 43, Issue 3, September 2008, pp. 35-50.

⁸³ Πηγή:
http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_el.htm,
(τελευταία επίσκεψη: 30-09-2013).

και το περιβάλλον. Στόχος ήταν και είναι η αειφόρος, ανταγωνιστική και ασφαλής ενέργεια.⁸⁴

Μάλιστα, στη βάση των αρχών της Πράσινης Βίβλου, Η Επιτροπή με την ανακοίνωση «*Ενέργεια 2020: Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, αειφόρο και ασφαλή ενέργεια*» πρότεινε μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης, την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της αγοράς, την ασφάλεια εφοδιασμού, την υλοποίηση των κλιματικών στόχων επίτευξη των στόχων της Ένωσης, τον συντονισμό των διαπραγματεύσεων με τους προμηθευτές, την καινοτομία, και κατ' επέκταση την ενίσχυση της οικονομικής ανάπτυξης.⁸⁵

3.4.2. Οι στόχοι 20 - 20 - 20

Την Πράσινη Βίβλο διαδέχτηκε σχετική Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο που έφερε τον τίτλο «*Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη*». Μέσα από το κείμενο αυτό, η Επιτροπή προώθησε μια ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική που θα δεσμεύει την Ένωση για τη διαμόρφωση μιας οικονομίας χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Στόχος της πολιτικής αυτής θα πρέπει να είναι η αντιμετώπιση των κοινών σε όλα τα κράτη μέλη ενεργειακών προκλήσεων, δίνοντας έμφαση στη βιωσιμότητα, την ασφάλεια του εφοδιασμού και την ενιαία εκπροσώπηση στη διεθνή κοινότητα.⁸⁶ Τα προτεινόμενα μέτρα αφορούσαν εργαλεία βασιζόμενα στην εύρυθμη λειτουργία της αγοράς (όπως φόροι, επιδοτήσεις, και σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής CO₂) και στην ανάπτυξη τεχνολογιών ενέργειας (ιδιαίτερος για την ενεργειακή απόδοση και τις ΑΠΕ ή για την χαμηλή παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα).⁸⁷

⁸⁴ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Πράσινη Βίβλος - Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια, COM(2006) 105 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 08-03-2006.

⁸⁵ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών - Ενέργεια 2020: Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, αειφόρο και ασφαλή ενέργεια», COM(2010) 639 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 10-11-2010.

⁸⁶ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη», COM (2007) 1 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 10-01-2007.

⁸⁷ Αικατερίνη Ν. Ηλιάδου, «Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και προστασία του περιβάλλοντος», ό. π. υποσημ. 80, σελ. 396.

Στη λογική των προτάσεων της Επιτροπής κινήθηκε το εαρινό Ευρωπαϊκό Συμβούλιο (9 Μαρτίου 2007), το οποίο ενέκρινε συνολικό Σχέδιο Δράσης στον τομέα της ενέργειας για την περίοδο μετά το 2007. Το υιοθετηθέν κείμενο ρύθμιζε μια σειρά από μέτρα που στόχευαν στην εγκαθίδρυση μιας νέας ενεργειακής πολιτικής ικανής να καταπολεμήσει την κλιματική αλλαγή και να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα και την ασφάλεια της ενέργειας της ΕΕ. Ειδικότερα, οι στόχοι που ετέθησαν για την περίοδο μέχρι το 2020 (γνωστοί και ως στόχοι 20 – 20 – 20) ήταν οι εξής:

- 20% μείωση των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου από τα επίπεδα του 1990. Ο στόχος αυτός μπορεί να φτάσει και στο 30%, εάν και εφόσον υπάρξει διεθνής συμφωνία με την οποία θα δεσμεύονται και άλλες αναπτυγμένες χώρες για αντίστοιχες μειώσεις, ενώ οι πιο οικονομικά προηγμένες χώρες θα συμβάλλουν αναλόγως.
- 20% αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών επί της συνολικής ακαθάριστης ενεργειακής κατανάλωσης της ΕΕ
- 20% μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης συγκριτικά με τις τρέχουσες τάσεις.
- 10% χρήση βιοκαυσίμων για τις οδικές μεταφορές, υπό την προϋπόθεση ότι η παραγωγή τους είναι βιώσιμη περιβαλλοντικά.

3.4.3. Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση

Στις 19 Οκτωβρίου 2006, η Επιτροπή ενέκρινε το «Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: Αξιοποίηση του δυναμικού»⁸⁸ για την περίοδο 2007-2012 που επιδιώκει τον έλεγχο και τη μείωση της ενεργειακής ζήτησης, με στόχο την κατά 20% εξοικονόμηση της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μέχρι το 2020 (ετήσια εξοικονόμηση κατά 1,5% περίπου). Προς το σκοπό αυτό τα μέτρα που θα ληφθούν θα πρέπει να αφορούν στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων, των προϊόντων και των υπηρεσιών, της παραγωγής και διανομής ενέργειας, καθώς και στη μείωση του ενεργειακού αντίκτυπου των μέσων μεταφοράς. Παράλληλα, προωθούνται οι επενδύσεις μέσα

⁸⁸ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: Αξιοποίηση του δυναμικού», COM (2006) 545 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 19.10.2006.

από διαδικασίες που θα διευκολύνουν την χρηματοδότηση, ενώ ανάλογη βαρύτητα δίνεται στην ευαισθητοποίηση του ευρύ κοινού και στην ενθάρρυνση και καθιέρωση μιας ορθολογικής συμπεριφοράς όταν πρόκειται για κατανάλωση ενέργειας. Τέλος, μέσω του σχεδίου προωθήθηκε η ενίσχυση της διεθνούς δράσης στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης.

Η επίτευξη της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020 αποτελεί πρωταρχικό στόχο της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» για βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη. Ωστόσο, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις της Επιτροπής, λαμβάνοντας υπόψη και τους εθνικούς στόχους για την ενεργειακή απόδοση που έχουν τεθεί από τα κράτη μέλη, η Ένωση θα επιτύχει μόνο το ήμισυ του στόχου του 20% για το 2020.

Στις 8 Μαρτίου 2011, η Επιτροπή, προκειμένου να δώσει εκ νέου ώθηση στην ενεργειακή απόδοση, πρότεινε νέο Σχέδιο Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) στο οποίο περιλαμβάνονται μέτρα για την επίτευξη μεγαλύτερης εξοικονόμησης στον ενεργειακό εφοδιασμό και την χρήση της ενέργειας. Ειδικότερα, το σχέδιο στοχεύει:

- στην προώθηση μιας οικονομίας που σέβεται τους πόρους του πλανήτη,
- στην εφαρμογή ενός συστήματος για τη μείωση των τιμών του άνθρακα,
- στην βελτίωση της ενεργειακής ανεξαρτησίας της ΕΕ, και
- στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού.

Για την προώθηση των στόχων αυτών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε την ανάληψη δράσης σε διαφορετικά επίπεδα, και συγκεκριμένα, την προώθηση της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα των κατασκευών, την ανάπτυξη μιας ανταγωνιστική ευρωπαϊκής βιομηχανίας, την προσαρμογή της εθνικής και ευρωπαϊκής χρηματοδότησης, της εξοικονόμησης χρημάτων για τον καταναλωτή, τη βελτίωση της απόδοσης των μεταφορών, καθώς και τη διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής του εθνικού νομοθετικού πλαισίου.⁸⁹

⁸⁹ European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Energy Efficiency Plan 2011”, COM (2011) 109 final, European Commission, Brussels, 08-03-2011.

Με την παρούσα νομοθετική πρόταση μετατρέπονται ορισμένες πτυχές του ΣΕΑ σε δεσμευτικά μέτρα, ενώ σκοπός της είναι όχι μόνο να συμβάλλει στην επίτευξη του στόχου του 20% , αλλά και να θεσπίσει ένα ενιαίο, κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στην ΕΕ και μετά το 2020.⁹⁰

3.5. Η πρόβλεψη για βιώσιμο αστικό περιβάλλον

Η βιώσιμη ανάπτυξη των σύγχρονων αστικών πόλεων αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ενωμένη Ευρώπη. Ο μεγάλος βαθμός αστικοποίησης και η υιοθέτηση του αστικού τρόπου ζωής, αν και αποτελούν κινητήρια δύναμη για την οικονομική ευημερία και παραγωγή ευρωπαϊκού πλούτου, έχουν δημιουργήσει μια σειρά περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων. Η εξάρτηση από πόρους εξωαστικών περιοχών για την κάλυψη της ζήτησης ενέργειας, νερού και τροφίμων, η μεγάλη επέκταση της αστικής γης και ο ασαφής διαχωρισμός ανάμεσα στο αστικό και το αγροτικό στοιχείο, ο υπερπληθυσμός ή η υποβάθμιση, οι κοινωνικές ανισότητες, η ρύπανση και η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι μερικά μόνο από αυτά. Στο πλαίσιο αυτό, η Ένωση προχώρησε μέσω της *θεματικής στρατηγικής για το αστικό περιβάλλον* στην θέσπιση ορισμένων στόχων για τη βελτίωση της ζωής στις πόλεις.

3.5.1. Η θεματική στρατηγική για το Βιώσιμο Αστικό Περιβάλλον (Thematic Strategy for Environmental Sustainability)

Η επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης των πόλεων και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων τους εξαρτάται άμεσα από τον σχεδιασμό που έχει ως σκοπό την υψηλότερη περιβαλλοντική προστασία.

Η *θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον* εντάσσεται στο *Έκτο Πρόγραμμα Δράσης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας «Περιβάλλον 2010: Το μέλλον μας, η επιλογή μας»* και αποτελεί τη μια από τις επτά θεματικές στρατηγικές του προγράμματος. Στόχος της είναι η βελτίωση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος, που θα έχει

⁹⁰ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Πρόταση για την οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ», COM (2011) 370 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 22-06-2011.

ως αποτέλεσμα την δημιουργία ελκυστικών και πιο υγιεινών τόπων διαβίωσης, αλλά και η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα πολεοδομικά συγκροτήματα.

Τα μέτρα τα οποία προβλέπονται από την θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον, έχουν ως αντικείμενο τον αποτελεσματικό σχεδιασμό των μεταφορών ώστε τα μεταφορικά μέσα να είναι ασφαλή για τον πολίτη και φιλικά για το περιβάλλον, την ενημέρωση μέσω του διαδικτύου των τοπικών αρχών και την κατάρτιση του προσωπικού σε θέματα που αφορούν τη διαχείριση των αστικών περιοχών, την αξιοποίηση των υφιστάμενων κοινοτικών προγραμμάτων στήριξης, και, στην ολοκληρωμένη περιβαλλοντική διαχείριση, με τη δημοσίευση κατευθύνσεων που θα επιτρέπουν την βελτίωση του σχεδιασμού των αστικών περιοχών και θα λειτουργούν αποτρεπτικά προς τη δημιουργία αντιφατικών μέτρων.⁹¹

Η εν λόγω στρατηγική εστίασε σε τέσσερις θεματικούς άξονες θεμελιώδους σημασίας για την αειφορία των αστικών κέντρων, οι οποίοι είναι α) η αειφόρος αστική διαχείριση, β) η αειφόρος δόμηση, γ) ο αειφόρος πολεοδομικός σχεδιασμός, και, δ) οι αειφόρες αστικές μεταφορές.⁹²

3.6. Προγράμματα δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης

3.6.1. Τα Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον

Στη βάση των παραπάνω, η Ένωση, από το 1973 και μετά, έχει θεσπίσει 6 Προγράμματα Δράσης για το περιβάλλον, τα οποία προωθούσαν την κάθετη και τομεακή προσέγγιση των οικολογικών προβλημάτων. Τα προγράμματα αυτά μπορεί να μην δέσμευαν νομικά, καθώς συνιστούσαν απλώς διακηρύξεις αρχών και στόχων⁹³, συνετέλεσαν όμως στην αυτόνομη ένταξη του περιβάλλοντος στις

⁹¹ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής, της 11ης Ιανουαρίου 2006, σχετικά με μια θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον», COM(2005) 718 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 11-01-2006.

⁹² Θ. Καροπούλου, «Περιβαλλοντική αστική βιωσιμότητα. Η Περίπτωση του Δήμου Γλυφάδας», μεταπτυχιακή εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, 2009, σελ. 37-38.

⁹³ Βλ. ΔΕΚ, απόφαση της 12.12.1996, σελ. 663, σκέψη 32, με την οποία το Δικαστήριο απεφάνθη ότι το 5^ο Πρόγραμμα Δράσης για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη της 16.6.1992 απέβλεπε στη

διατάξεις του πρωτογενούς κοινοτικού δικαίου. Το *έκτο Κοινοτικό Πρόγραμμα Δράσης (ΚΠΔ)* – όπως άλλωστε και τα προηγούμενα πέντε - αποτελεί κείμενο στερούμενο νομικής δεσμευτικότητας, που προτείνει μια κάθετη και τομεακή προσέγγιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.⁹⁴ Ειδικότερα, το ισχύον ΚΠΔ, που θεσπίστηκε τον Ιούλιο του 2002, θέτει ως προτεραιότητες την αλλαγή του κλίματος, την φύση και βιοποικιλότητα, τη σχέση του περιβάλλοντος με την υγεία και, τέλος, την διαχείριση των φυσικών πόρων και των αποβλήτων. Στη βάση αυτών αναπτύσσονται επτά θεματικές στρατηγικές με μακροπρόθεσμους στόχους για την ατμοσφαιρική ρύπανση, το θαλάσσιο περιβάλλον, την αειφόρο χρήση των πόρων, την πρόληψη παραγωγής αποβλήτων και την ανακύκλωση, την αειφόρο χρήση των φυτοφαρμάκων, την προστασία του εδάφους, και το αστικό περιβάλλον. Για την επίτευξη των επιδιωκόμενων στόχων υιοθετείται η στρατηγική προσέγγιση, που χρησιμοποιεί εργαλεία και μέτρα ικανά να επηρεάσουν όλους τους φορείς της πολιτικής, της αγοράς και των πολιτών στη λήψη των αποφάσεων τους. Οι πέντε άξονες της στρατηγικής δράσης συνοψίζονται α) στη βελτίωση της εφαρμογής της ισχύουσας νομοθεσίας, β) στην ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στις άλλες πολιτικές, γ) στη συνεργασία με την αγορά, δ) στην ενεργό συμμετοχή των πολιτών και την αλλαγή της συμπεριφοράς τους, και τέλος ε) στη συνεκτίμηση του περιβάλλοντος στις αποφάσεις που αφορούν τη χωροταξία και χωροταξική διαχείριση.⁹⁵

Αρωγοί στην προσπάθεια της Ένωσης για ορθή εφαρμογή των κοινοτικών πολιτικών στον τομέα του περιβάλλοντος είναι ο *Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ)* και το *ευρωπαϊκό δίκτυο πληροφοριών και παρατηρήσεων σχετικά με το περιβάλλον* Κύρια αρμοδιότητα του ΕΟΠ είναι η συλλογή έγκυρων, αξιόπιστων και συγκρίσιμων πληροφοριών αναφορικά με το περιβάλλον και η πληροφόρηση του

δημιουργία ενός πλαισίου για τον καθορισμό και την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής της Κοινότητας, χωρίς να περιέχει υποχρεωτικούς νομικούς κανόνες.

⁹⁴ Βασιλεία Παυλοπούλου, «Η εφαρμογή του κοινοτικού δικαίου περιβάλλοντος στην Ελλάδα», διπλωματική εργασία, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2007, σελ. 7.

⁹⁵ Απόφαση αριθ. 1600/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Ιουλίου 2002 για τη θέσπιση του κοινοτικού προγράμματος δράσης για το περιβάλλον, ΕΕ L 242, 10-09-2002.

κοινού. ⁹⁶ Τέλος, η χρηματοδότηση της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής και εφαρμογής των ανάλογων νομοθετικών ρυθμίσεων επιτυγχάνεται μέσα από το πρόγραμμα *LIFE+*, που αντικατέστησε το προηγούμενο χρηματοδοτικό μέσο LIFE και ισχύει μέχρι το τέλος του 2013.⁹⁷

3.6.2. Το Πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια - Ευρώπη

Το πρόγραμμα «*Ευφυής ενέργεια – Ευρώπη*», αποτελεί χρήσιμο εργαλείο υποστήριξης των πολιτικών της Ένωσης στον τομέα της βιώσιμης ενέργειας ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι 20-20-20. Οι επιμέρους στόχοι του προγράμματος αφορούν στην ανάπτυξη και εφαρμογή του κανονιστικού πλαισίου για την ενέργεια, στην αύξηση των επενδυτικών κεφαλαίων σε νέες τεχνολογίες, στην αύξηση της χρήσης και ζήτησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και στην ευαισθητοποίηση και στην πληροφόρηση των ευρωπαίων παραγόντων. Σε γενικές γραμμές, δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για μια μελλοντική ενεργειακή αειφορία σε ποικίλους τομείς, όπως στη βιομηχανία, στα κτίρια, τα καταναλωτικά προϊόντα και τις μεταφορές. Η προσδοκία για τα επόμενα χρόνια είναι η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ΕΕ, η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και η καινοτομία. Το πρόγραμμα έχει ισχύ μέχρι το 2013 και διαθέτει προϋπολογισμό ύψους 730 εκατ. ευρώ για να προωθήσει περαιτέρω δράσεις και πρωτοβουλίες.⁹⁸ Να αναφερθεί, ότι στο πλαίσιο του προγράμματος λειτουργεί παράλληλα η ευρωπαϊκή πύλη για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων *BUILD UP*,⁹⁹ που λειτουργεί ως πλατφόρμα επικοινωνίας και ενημέρωσης των δημοσίων αρχών, των επαγγελματιών, και των απλών καταναλωτών του κτιριακού τομέα.¹⁰⁰

⁹⁶ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 401/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Απριλίου 2009 για τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος και το ευρωπαϊκό δίκτυο πληροφοριών και παρατηρήσεων σχετικά με το περιβάλλον, ΕΕ L 126, 21-05-2009.

⁹⁷ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 614/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Μαΐου 2007, σχετικά με το χρηματοδοτικό μέσο για το περιβάλλον (LIFE+) - Δήλωση της Επιτροπής, ΕΕ L 149, 09-06-2007.

⁹⁸ βλ. «Πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη», http://www.research.org.cy/EL/int_cooperation/cip/1_cip/_energyintelligence.html και http://ec.europa.eu/energy/intelligent/about/index_en.htm, (τελευταία επίσκεψη: 15-07-2013).

⁹⁹ Πηγή: <http://www.buildup.eu/el/home> (τελευταία επίσκεψη: 30-09-2013).

¹⁰⁰ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη», COM (2007) 1 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 10-01-2007.

3.7. Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης. Ευρωπαϊκή Νομοθεσία και Πρακτική

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία, όπως έχει μέχρι σήμερα διαμορφωθεί, παρέχει ένα σχετικά πλήρες – αν και φιλόδοξο - νομικό πλαίσιο για την ανακαίνιση των υπαρχόντων και την ανοικοδόμηση νέων κτισμάτων που να ανταποκρίνονται στα πράσινα πρότυπα της ΕΕ. Ο κτιριακός τομέας και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητάς του αποτελεί σημείο κλειδί για την μετάβαση σε μια πράσινη οικονομία της αγοράς, καθώς και για την επίτευξη των κλιματικών και ενεργειακών στόχων της Ένωσης για 20% εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το 2020, για αυτό και τυγχάνει ιδιαίτερης προσοχής από τους ευρωπαϊούς πολιτικούς φορείς..

Γενικότερα, η βιώσιμη κατασκευή προωθείται με ποικίλους τρόπους εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μεγάλο μερίδιο κατέχει η ενίσχυση των τοπικών πολιτικών και πρωτοβουλιών. Τα προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης που προκύπτουν από τους διάφορους οργανισμούς εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης επικεντρώνονται σε πολιτικές και λύσεις για τις ενεργειακές προκλήσεις που θα εφαρμόζονται επίπεδο τοπικό και κοινοτικό. Ήδη στην Ευρώπη εφαρμόζονται διάφορα προγράμματα, όπως το ECO – BUILDINGS που περιλαμβάνει πάνω από 100 πρότζεκτ σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις, το CONCERTO, τα προγράμματα SAVE, το ERACOBUILD και πολλά άλλα εθνικά προγράμματα. Παράλληλα, στηρίζει μεγάλο μέρος της προσπάθειάς της στη δημιουργία στρατηγικών συμμαχιών και συνεταιρισμών δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Οι τελευταίοι, αναλογιζόμενοι των τεράστιων πολιτικών προσπαθειών και επενδύσεων της ΕΕ για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς την αναγνώριση εκ μέρους των βιομηχανιών του ότι η παρούσα κατάσταση χρήζει κατεπείγουσες λύσεις, επιδιώκουν την ταχεία εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής της Ένωσης.

Ωστόσο, η δράση της Ένωσης στον εν λόγω τομέα δεν περιορίστηκε μόνο σε διακηρυκτικές δηλώσεις και σχέδια δράσεις, αλλά προχώρησε σταδιακά στη θέσπιση εξειδικευμένων μέτρων για την οικολογικοποίηση των ευρωπαϊκών κτιρίων, νομιμοποιώντας τη δράση της στο πλαίσιο της ευρύτερης πολιτικής για την ενέργεια, το περιβάλλον και το κλίμα.

3.7.1. Κανονιστικό πλαίσιο

Αν και μια ολοκληρωμένη και πολύπλευρη στρατηγική για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων παρουσιάστηκε μετά το 2000, η εφαρμογή μεμονωμένων μέτρων για διάφορους παράγοντες ή προϊόντα που μπορούν να την επηρεάσουν χρονολογείται αρκετά νωρίτερα. Παρακάτω παρατίθενται τα σημαντικότερα ειδικευμένα μέτρα που έχει λάβει η Κοινότητα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, που αποτελεί τη βάση του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

3.7.1.1. Εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την θέσπιση εξειδικευμένων μέτρων

3.7.1.1.1. Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ

Το πρώτο βήμα έγινε με την *οδηγία 89/106/ΕΟΚ* που στόχευε στην καθιέρωση της ελεύθερης κυκλοφορίας των δομικών προϊόντων μέσα στην ΕΕ, ενώ καθόριζε τεχνικές προδιαγραφές και εναρμονισμένους κανόνες που θα εκφράζουν την απόδοση των κατασκευαστικών προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά, με τρόπο ώστε οι δομικές κατασκευές και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και αερισμού να παράγουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση κατά τη χρήση τους. Ο ευρωπαϊκός οργανισμός πιστοποίησης CEN/CENELEC θα καθόριζε τα πρότυπα για τα δομικά προϊόντα, τα οποία θα ήταν υποχρεωτικά μετά το πέρας ενός έτους από την επικύρωσή τους. Πλέον, τα προϊόντα που καλύπτουν τις εν λόγω απαιτήσεις θα πρέπει να φέρουν *υποχρεωτικά* τη σήμανση CE, διαφορετικά απαγορεύεται η κυκλοφορία τους. Παράλληλα, προβλεπόταν και η λεγόμενη «ρήτρα διασφάλισης» η οποία *απαγόρευε* προσωρινά την κυκλοφορία των προϊόντων που θεωρούνταν επιζήμια για την ασφάλεια και την υγεία, ασχέτως αν δηλώνουν σύμφωνα ως προς τις επιταγές της οδηγίας. Σε περίπτωση, μάλιστα, που η όποια απειλή μπορεί να οφειλόταν σε τεχνικές προδιαγραφές, στην εφαρμογή ή σε ελλείψεις, η Επιτροπή διαβουλεύοταν με τη μόνιμη επιτροπή δομικών κατασκευών για την αντικατάστασή της ή μη. Επομένως, η εν λόγω οδηγία έθετε τις βάσεις για τη δημιουργία μιας ευρωπαϊκής πολιτικής προσανατολισμένης στον περιορισμό της ενεργειακής

εξάρτησης, καθώς και στην ανάπτυξη ευρωπαϊκής βιομηχανίας υλικών και αύξησης της ενεργειακής απόδοσης.¹⁰¹

3.7.1.1.2. Η οδηγία 2005/32/ΕΚ

Η οδηγία θεσπίζει ένα πλαίσιο «για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια».¹⁰² Συγκεκριμένα, ορίζεται ότι το σύνολο των προϊόντων που διατίθενται στην ευρωπαϊκή αγορά οφείλουν να πληρούν τα κριτήρια οικολογικού σχεδιασμού και να φέρουν το ανάλογο σήμα πιστοποίησης. Οι οικολογικοί παράμετροι αφορούν όλο τον κύκλο ζωής των προϊόντων, από τις πρώτες ύλες, την κατασκευή, τη συσκευασία, τη διανομή, την χρήση και το τέλος ζωής του. Οι παράγοντες που συνεκτιμώνται σε κάθε φάση είναι η προβλεπόμενη α) κατανάλωση υλικών, ενέργειας και λοιπών πόρων, β) εκπομπή αερίων, γ) ρύπανση μέσω φυσικών φαινομένων (θόρυβος, δονήσεις, ηλεκτρομαγνητικά πεδία κλπ), και δ) παραγωγή αποβλήτων, ενώ συνυπολογίζεται και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών και ενέργειας του προϊόντος. Επιπλέον, με την εν λόγω οδηγία τροποποιήθηκαν τρεις ακόμη ιδιαίτερα σημαντικές οδηγίες για την ενεργειακή εξοικονόμηση που είχαν υιοθετηθεί νωρίτερα. Αυτές ήταν οι:

- **92/42/ΕΟΚ** για τις «*απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή στερεά καύσιμα*»: καθορισμός απαιτήσεων για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή στερεά καύσιμα ονομαστικής ισχύος ίσης ή ανώτερης τιμής των 4 kw και ίσης ή κατώτερης των 400 kw, ώστε να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στη βάση των ιδιαίτερων τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών και συνθηκών χρήσης τους.¹⁰³
- **96/57/ΕΚ** που καθορίζει τις «*απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των οικιακών ψυγείων, καταψυκτών και συνδυασμών τους*»: οι ψυκτικές συσκευές που διατίθενται εντός της ευρωπαϊκής αγοράς θα πρέπει να καταναλώνουν

¹⁰¹ Βλ. σχετικά: Οδηγία 89/106/ΕΟΚ (ΕΕ L 40 της 11.2.1989), και το άρθρο «Η εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και η προετοιμασία της ελληνικής αγοράς» στο http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=86501295482282, (τελευταία επίσκεψη: 01-10-2013)

¹⁰² βλ. ΕΕ L 191 της 22.7.2005, σ. 29 έως 58.

¹⁰³ βλ. ΕΕ L 167 της 22/06/1992, σ. 0017 – 0028.

ηλεκτρική ενέργεια μικρότερη ή ίση με την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή κατανάλωσης στην κατηγορία της.¹⁰⁴

- **2000/55/EK αναφορικά με τις «απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού»:** η ενεργειακή κατανάλωση των στραγγαλιστικών πηνίων που διατίθενται στην ΕΕ δεν θα πρέπει να επεμβαίνει την μέγιστη ισχύ εισόδου των κυκλωμάτων στραγγαλιστικών πηνίων.¹⁰⁵

3.7.1.1.3. Η οδηγία 2006/32/EK

Σκοπός της οδηγίας 2006/32/EK για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες – η οποία καταργεί την 93/76/ΕΟΚ για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE) - αποτελεί η «οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη».¹⁰⁶ Ειδικότερα, τα κράτη μέλη δεσμεύονται να λαμβάνουν τα όσο το δυνατόν πιο οικονομικώς αποδοτικά μέτρα που θα εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη δυνατή ενεργειακή εξοικονόμηση σε σύντομο χρονικό διάστημα. Προς το σκοπό αυτό, τα κράτη μέλη θα πρέπει να μεριμνήσουν για:

(α) την παροχή αναγκαίων ενδεικτικών στόχων καθώς και μηχανισμών, κινήτρων και θεσμικών, χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων για την άρση των υφιστάμενων φραγμών και ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας·

(β) τη δημιουργία των συνθηκών για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και για την παροχή, στους τελικούς καταναλωτές, άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.¹⁰⁷

Η οδηγία τυγχάνει εφαρμογής στους διανομείς, διαχειριστές και εταιρείες ενέργειας και λιανικής πώλησης ενέργειας, καθώς και στους παρόχους μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, τους τελικούς καταναλωτές και τις ένοπλες δυνάμεις. Στα ενδιαφέροντα σημεία της οδηγίας περιλαμβάνεται αφενός η ιδιαίτερη σημασία στον

¹⁰⁴ βλ. ΕΕ L 236 της 18-09-1996, σ. 0036 – 0043.

¹⁰⁵ βλ. ΕΕ L 279 της 01-11-2000, σ. 33.

¹⁰⁶ βλ. άρθρο 1 οδηγίας 2006/32/EK, ΕΕ L 114 της 27-04-2006, σ. 0064 – 0085.

¹⁰⁷ *ibid.*

υποδειγματικό ρόλο που θα επιτελέσει ο δημόσιος τομέας ως προς την εφαρμογή της εν λόγω οδηγίας και αφετέρου η υποχρέωση - στη βάση των αρχών του Άρχους – για έγκυρη και αξιόπιστη πληροφόρηση των πολιτών και λοιπών ενδιαφερομένων αναφορικά με τις δραστηριότητες του δημοσίου τομέα. Τέλος, από την 30^η Ιουνίου 2007 το κάθε κράτος μέλος έχει την υποχρέωση να υποβάλει στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή *Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ)*.¹⁰⁸

3.7.1.2. Η θεσμοθέτηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

3.7.1.2.1. Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Η οδηγία για την *ενεργειακή απόδοση των κτιρίων* (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD) αποτελεί τη βάση για την προώθηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από το συνεχώς αναπτυσσόμενο κτιριακό τομέα. Η οδηγία χρησιμοποιεί μια μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων που, πέρα από την θερμομόνωση, λαμβάνει υπόψη όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτίσματος, όπως π.χ. οι εγκαταστάσεις ψύξης / θέρμανσης και κλιματισμού, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και προσανατολισμός του κτιρίου, τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικά χωρίσματα κλπ), ο μηχανικός και φυσικός αερισμός, οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, αλλά και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παράλληλα, θεσμοθετεί μια κοινή προσέγγιση και μεθοδολογία για την επίτευξη των στόχων της, προωθεί τη δημιουργία ισότιμων όρων ανάμεσα στα κράτη μέλη και υποστηρίζει τη διαφάνεια / δημοσιοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των ακινήτων στους χρήστες τους.

Στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας εμπίπτουν όλες οι κατοικίες και τα κτίσματα δημόσιας ή ιδιωτικής φύσης, καθώς και ο τριτογενής τομέας, όπως π.χ. γραφεία, κτίρια εκπαίδευσης κλπ, ενώ εξαιρούνται από την υποχρέωση πιστοποίησης τα ιστορικά κτίσματα και τα βιομηχανικά κτίρια. Ειδικότερα, η εν λόγω οδηγία καθιερώνει:

¹⁰⁸ Για την οδηγία βλ. 2006/32/ΕΚ, *EE L 114 της 27/04/2006 σ. 0064 – 0085* και http://theopemptou.blogspot.com/2008/10/blog-post_22.html, (τελευταία επίσκεψη:15-07-2013).

- την δημιουργία κοινής μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων που θα στηρίζεται στην αξιολόγηση της ποιότητας μόνωσης, των εγκαταστάσεων κλιματισμού και φωτισμού, του προσανατολισμού του κτιρίου και γενικά όλων των παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη την τεχνική πρόοδο και τις εξελίξεις στον τομέα της πιστοποίησης,
- την θέσπιση εκ μέρους των κρατών μελών ελάχιστων προτύπων ενεργειακής απόδοσης των νέων και μεγάλων υφιστάμενων κτιρίων ριζικώς ανακαινιζόμενων,
- συστήματα για την πιστοποίηση του επιπέδου ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ τα εκδιδόμενα πιστοποιητικά θα πρέπει να παρέχονται κατά την κατά την κατασκευή, πώληση, ή – κυρίως - μίσθωση ενός κτιρίου, καθώς και
- την τακτική αξιολόγηση των λεβήτων, των κεντρικών μονάδων κλιματισμού και των εγκαταστάσεων θέρμανσης (όταν πρόκειται για λέβητες παλαιότερους των 15 ετών).
- Συμπληρωματικά να αναφέρουμε ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να εξασφαλίζουν ότι οι διαδικασίες επιθεώρησης και πιστοποίησης των κτιρίων θα διεξάγονται από εξειδικευμένο και ανεξάρτητο προσωπικό στη βάση αντικειμενικών κριτηρίων.¹⁰⁹

3.7.1.2.2. Η οδηγία 2010/31/ΕΕ

Στόχος της οδηγίας που καταργεί την 2002/91/ΕΚ είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και των κτιριακών μονάδων, που αποτελεί προτεραιότητα στο πλαίσιο των στόχων «20-20-20». Η οδηγία ορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων που θα πρέπει να υιοθετηθεί σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο και η οποία οφείλει να συνυπολογίζει α) τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (θερμοχωρητικότητα, μόνωση, κ.λπ.), β) την εγκατάσταση θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού, γ) τις εγκαταστάσεις κλιματισμού, δ) την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού, ε) τις εσωτερικές κλιματικές συνθήκες του κτιρίου και ε) τη θετική επίδραση των λοιπών τοπικών κλιματικών και μη παραγόντων (όπως είναι π.χ. ο φυσικός φωτισμός, τα συστήματα

¹⁰⁹ Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ΕΕ L 001 της 04-01-2003, σ. 0065-0071.

τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου κλπ). Συνεπακόλουθα, τα κράτη μέλη υποχρεούνται στη θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες και θα αναθεωρούνται ανά πέντε έτη, ώστε να εξασφαλίζονται τα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα από πλευράς κόστους. Τα κριτήρια των ελάχιστων ενεργειακών απαιτήσεων εφαρμόζονται σε όλα τα νέα και υφιστάμενα ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια, ενώ εξαιρούνται τα επισήμως προστατευόμενα κτίρια (π.χ κτίρια ιστορικής αξίας), τα προσωρινά κτίρια, οι χώροι λατρείας, τα κτίρια προσωρινής κατοικίας, καθώς και τα κτίρια με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50τμ. Τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει, επίσης, να πληρούν όλα τα τεχνικά συστήματα και δομικά στοιχεία που αποτελούν τμήμα του κελύφους του κτιρίου κατά την εγκατάσταση, αντικατάσταση ή αναβάθμισή τους.

Ο πολύ φιλόδοξος και καινοτόμος στόχος που θέτει η παρούσα οδηγία είναι αυτός της κατασκευής κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης από την 31^η Δεκεμβρίου 2020, ενώ όλα τα νέα κτίρια ιδιοκτησίας ή στέγασης δημοσίων αρχών θα πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια από την 31^η Δεκεμβρίου 2018. Προς τον σκοπό αυτό, τα κράτη μέλη θα καταρτίσουν εθνικά σχέδια στα οποία θα περιγράφουν τον τρόπο εφαρμογής του ορισμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, τους ενδιάμεσους στόχους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων κτιρίων έως το 2015, καθώς και τις πολιτικές και τα οικονομικά μέτρα που έχουν λάβει για την προώθηση της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.

Επιπλέον, σε ό, τι αφορά στα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) ορίζεται ότι όταν πρόκειται για κατασκευή, πώληση ή ενοικίαση κτιρίου, τα ΠΕΑ θα πρέπει να δηλώνονται σε όλες τις εμπορικές διαφημίσεις και να επιδεικνύονται στον υποψήφιο αγοραστή ή ενοικιαστή. Τα δημόσια κτίρια και τα κτίρια συχνής επισκεψιμότητας που ξεπερνούν σε συνολική επιφάνεια τα 500τμ (από το 2015 το όριο θα μειωθεί στα 250τμ), το ΠΕΑ θα πρέπει να αναρτάται σε περίοπτη για το

κοινό θέση. Τέλος, η οδηγία προωθεί τη δημιουργία εθνικών συστημάτων τακτικού ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού των κτιρίων.¹¹⁰

3.7.2. Η πρακτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν αναλάβει δράση αναφορικά με την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ωστόσο, παρατηρείται έντονη ανομοιογένεια ανάμεσα στους κανονισμούς ενεργειακής απόδοσης των κρατών μελών, ιδιαιτέρως σε ό, τι αφορά στην ερμηνεία και εφαρμογή των δεικτών ενεργειακής απόδοσης και αξιολόγησης, καθώς και στον καθορισμό ελάχιστων ενεργειακών κριτηρίων. Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει τον αποτελεσματικό έλεγχο της πορείας της ενεργειακής κατανάλωσης εκ μέρους της ΕΕ.¹¹¹

Σχετική έρευνα του Ευρωπαϊκού Ινστιτούτου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Buildings Performance Institute Europe - BPIE) που συγκέντρωσε στοιχεία από τις 27 χώρες μέλη, τη Νορβηγία και την Ελβετία αναφορικά με την πρόοδο και τα προβλήματα στην εφαρμογή των προτύπων της βιώσιμης δόμησης κατέληξε σε ορισμένα πολύ χρήσιμα συμπεράσματα. Αρχικά, διαπιστώθηκε ότι μεγάλο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων οφείλεται στην παλαιότητά τους. Σύμφωνα με την έρευνα, τα κτίρια της Ευρώπης αποτελούνται κατά 75% από κατοικίες, ενώ μόλις το 25% αξιοποιείται από τον δημόσιο και τριτογενή τομέα. Από αυτά, τα περισσότερα είναι παλιότερα των πενήντα ετών, ενώ το 40% των κατοικιών ανεγέρθησαν πριν από την δεκαετία του '60, οπότε και δεν υπήρχε ένα επαρκές κανονιστικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η ύπαρξη, επομένως ενός πολύ μεγάλου ποσοστού παλιών κτισμάτων, σε συνδυασμό με την περιορισμένη οικοδόμηση νέων κτιρίων, δημιουργεί ένα περιβάλλον υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης, κυρίως λόγω της υφιστάμενης οικονομικής ύφεσης που

¹¹⁰ Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ΕΕ L 153, 18-06-2010, σ. 13-35.

¹¹¹ Xavier Garcia Casals, "Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences", *Energy and Buildings*, Vol. 38, May 2005, p. 383.

δεν επιτρέπει στους ιδιώτες να προβούν σε νέες κατασκευές ή ριζικές ανακαινίσεις των υφιστάμενων κατοικιών τους.¹¹²

Επιπλέον, παράγοντες που εμφανίστηκαν ως ανασταλτικοί της ομαλή εφαρμογής των βιώσιμων κατασκευών συνδέονταν με το καθεστώς ιδιοκτησίας (οι μεταρρυθμίσεις προωθούνται περισσότερο σε κτίρια δημόσιας ιδιοκτησίας, παρά ιδιωτικής), τα θεσμικά και διοικητικά εμπόδια και την έλλειψη επαρκούς πληροφόρησης για την προσέλκυση επενδυτικών κεφαλαίων, καθώς και με την μη έγκυρη εφαρμογή των κοινοτικών οδηγιών, και κυρίως της εφαρμογής της ενεργειακής επιθεώρησης. Συγκεκριμένα, μόλις 11 χώρες έχουν αναπτύξει επαρκείς βάσεις εθνικές βάσεις δεδομένων για την έκδοση των ΠΕΑ, δέκα διαθέτουν βάσεις σε περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο με πρόβλεψη για μελλοντική ανάπτυξη του δικτύου, ενώ πέντε χώρες δεν έχουν ακόμη εφαρμόσει το μέτρο για όλα τα κτίρια που απαιτείται η έκδοση ΠΕΑ.¹¹³

Σε κάθε περίπτωση, η σωστή εφαρμογή των ευρωπαϊκών κανόνων και η παραγωγή αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ίδια την βούληση των κρατών μελών. Προς αυτή την κατεύθυνση κινήθηκαν και προγενέστερες μελέτες της Eurostat για την πενταετία 2000-2005 αναφορικά με τα επίπεδα της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Ειδικότερα, προέκυπτε ότι:

- η συνολική κατανάλωση ενέργειας οφειλόταν κατά 29% στον οικιακό τομέα, παρουσιάζοντας αυξητικές τάσεις που έφταναν στο 12% (ετήσια αύξηση κατά 2%),
- η ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο αυξήθηκε κατά 5,3% (7350kWh/κάτοικο), και
- το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν των 27 κρατών μελών αυξήθηκε κατά 8.5%¹¹⁴, ταχύτερα, δηλαδή, από την αύξηση του ΑΕΠ.

¹¹² Marina Economidou, "Europe's Buildings under the Microscope: A Country-by-Country Review of the Energy Performance of Buildings", executive summary, BPIE, October 2011, p. 5.

¹¹³ Ibid, σελ. 11-12.

¹¹⁴ Eurostat 2007.

Μέσα από τα ιδιαίτερος ανησυχητικά συμπεράσματα των μελετών προέκυπτε ότι βασικός παράγοντας της αύξησης στην ενεργειακή κατανάλωση, πέρα από την ανάπτυξη της οικονομίας και την αύξηση του πληθυσμού και του αριθμού των οικογενειών, ήταν η αύξηση των προϊόντων υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.¹¹⁵ Το τελευταίο δηλώνει ξεκάθαρα το γεγονός ότι παρά τις φιλότιμες προσπάθειες της ΕΕ για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των προϊόντων, τα κράτη μέλη σε μεγάλο βαθμό δεν φροντίζουν για την προώθηση και εφαρμογή των ευρωπαϊκών δράσεων. Μάλιστα, το Συμβούλιο Ενέργειας σε έκθεσή του αναφορικά με «την πρόοδο των συζητήσεων για την υπό διαπραγμάτευση Οδηγία Ενεργειακής Αποδοτικότητας», κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ίδια τα κράτη μέλη σαμποτάρουν την ενεργειακή εξοικονόμηση. Όπως πολύ χαρακτηριστικά δήλωσε η Αριάννα Ροσίνι, υπεύθυνη σε θέματα ενεργειακής διαχείρισης της WWF:

*«Τα κράτη μέλη ισχυρίζονται ότι η ενεργειακή εξοικονόμηση είναι μια δυσβάσταχτη δράση εξαιτίας της οικονομικής κρίσης. Την ίδια όμως στιγμή τα κράτη μέλη αποδυναμώνουν τα "καθεστώτα υποχρέωσης ενεργειακής αποδοτικότητας", δηλαδή ένα θεσμό που θα υποχρέωνε τους προμηθευτές ενέργειας να στηρίζουν δράσεις εξοικονόμησης στα νοικοκυριά, μειώνοντας έτσι τους οικιακούς λογαριασμούς χωρίς καμιά επιβάρυνση στον κρατικό προϋπολογισμό».*¹¹⁶ Φαίνεται, λοιπόν, ότι πέρα από τις όποιες νομοθετικές διατάξεις, αυτό που πρέπει να αλλάξει στον χώρο της Ευρώπης είναι οι νοοτροπίες και πρακτικές του παρελθόντος που δεν αφήνουν χώρο για περιβαλλοντική συνείδηση.

3.8. Αποτίμηση της ευρωπαϊκής πολιτικής

Σήμερα, η ανάγκη ενός βιώσιμου αστικού περιβάλλοντος είναι πιο επιτακτική από ποτέ. Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού και η συγκέντρωση στα αστικά κέντρα, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας, η εμφάνιση νέων ασθενειών και η απειλή της ανθρώπινης υγείας, καθώς και η γενικότερη

¹¹⁵ Γ. Μαυρίδης, Χ. Μιχαηλίδης, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΚ», διπλωματική εργασία, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2008, σελ. 7.

¹¹⁶ «Εμπόδια στην εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα», http://www.wwf.gr/old/index.php?option=com_content&view=article&id=831:2011-11-24-13-34-38&catid=73:2008-09-16-12-11-40&Itemid=97, (τελευταία επίσκεψη: 15-11-2013).

υπερεκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος δεν αφήνουν περιθώρια για πολλές αισιόδοξες προβλέψεις για το μέλλον του πλανήτη. Η έκρυθμη αυτή κατάσταση απαιτεί άμεσες και συντονισμένες δράσεις από υπερεθνικούς, εθνικούς και υποεθνικούς φορείς, ώστε σταδιακά να αντιστραφεί αυτή η συνεχής πορεία προς την περιβαλλοντική καταστροφή.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κάνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση αυτή. Παρά το ότι η ευρωπαϊκή πολιτική για το περιβάλλον προέκυψε από την ανάγκη εγκαθίδρυσης της ελεύθερης, ενιαίας και ανταγωνιστικής αγοράς, σήμερα αποτελεί βασική προτεραιότητα που εφαρμόζεται σε όλους τους τομείς πολιτικής. Η ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού, η αλλαγή του κλίματος, η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη αποτελούν στόχους που μπορούν να είναι επιτεύξιμοι μόνο αν εφαρμοστούν οριζόντια. Επομένως, η συμπερίληψη του κτιριακού τομέα στο γενικότερο πλαίσιο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου δεν αποτελεί έκπληξη. Πόσο μάλλον από τη στιγμή που τα κτίρια της Ευρώπης ευθύνονται για το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης και για το 36% των παραγόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.¹¹⁷ Οπότε, γίνεται αντιληπτό ότι, αν τα φιλόδοξα μέτρα της Ένωσης για την ευρεία χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη δημιουργία κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας επιτύχουν, τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη θα είναι τεράστια. Ωστόσο, το ενδιαφέρον σημείο εδώ είναι ότι έστω και εμμέσως, η Ένωση εισέβαλε σε έναν τομέα πολιτικής που δεν είχε προηγουμένως αρμοδιότητα. Καθορίζοντας τις γενικές προδιαγραφές και τα λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά για την οικοδόμηση κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, κατάφερε να επέμβει ακόμα και στον τρόπο αρχιτεκτονικής σχεδίασης των κτιρίων.

Σε κάθε περίπτωση, πάντως, για να είναι επιτυχής η πρωτοβουλία για την θεσμοθέτηση και επιβολή οικοδόμησης κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας θα πρέπει να τύχει ευρείας αποδοχής, κάτι που είναι εφικτό μέσα από την αλλαγή νοοτροπίας και την σωστή ενημέρωση.

¹¹⁷ Πηγή: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm, (τελευταία επίσκεψη: 15-11-2013).

Κεφάλαιο 4: Η εξέλιξη του οικολογικού κτιρίου στην Ελλάδα. Πολιτική και πραγματικότητα

Η περιβαλλοντική νομοθεσία στην Ελλάδα συμπίπτει χρονικά με την ανάδυση του ζητούμενου της προστασίας του περιβάλλοντος στη διεθνή πολιτική ατζέντα στις αρχές της δεκαετίας του '70.

Ειδικότερα, η καθιέρωση του περιβάλλοντος ως έννομου αγαθού κατοχυρώθηκε στο Σύνταγμα του 1975 με το άρθρο 24, παρ. 1, όπου αναφέρεται ότι το κράτος έχει την υποχρέωση να προστατεύει το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και να λαμβάνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα για την επίτευξη του στόχου αυτού.

Ένα χρόνο αργότερα, και με την ψήφιση του νόμου Ν. 360/76 περί χωροταξίας και περιβάλλοντος καθορίστηκε η έννοια του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος, καθώς και όροι όπως τα απόβλητα, η ρύπανση κ.α., ενώ υπήρχε πρόβλεψη για την προστασία του. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξίας και Περιβάλλοντος (ΕΣΧΠ) που είχε ως στόχο τον συντονισμό των κρατικών φορέων που ήταν υπεύθυνοι για την άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής.

Το 1980, με το νόμο Ν. 1032/80, ιδρύθηκε το Υπουργείο Χωροταξίας Οικισμού και Περιβάλλοντος (ΥΧΟΠ) το οποίο ήταν υπεύθυνο για την περιβαλλοντική, πολεοδομική και οικιστική πολιτική. Από την ένωση του ΥΧΟΠ με το Υπουργείο Δημοσίων Έργων το 1985, με βάση το νόμο Ν. 1558/85, δημιουργήθηκε το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).¹¹⁸

Ωστόσο, με την ψήφιση του νόμου Ν. 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος, είχαμε για πρώτη φορά τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου νομικού πλαισίου για το περιβάλλον. Ο νόμος αυτός είχε σκοπό να θεσπίσει θεμελιώδεις κανόνες για την προστασία του περιβάλλοντος ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να ζει σε ένα ασφαλές για την υγεία του περιβάλλον, μέσα από το οποίο θα ευνοείται και η ανάπτυξη της προσωπικότητάς του. Επίσης, με το νόμο αυτό εισάγεται για πρώτη

¹¹⁸ Γεωργία Γιαννακούρου, «Νομικό πλαίσιο και φορείς προστασίας περιβάλλοντος στην Ελλάδα», σημειώσεις, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, Μάιος 1999, σελ 33.

φορά η απαίτηση για εκπόνηση μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων για ορισμένα μόνο έργα.

Αργότερα είχαμε την ψήφιση του νόμου Ν. 2742/99 για το χωροταξικό σχεδιασμό και την αειφόρο ανάπτυξη. Ο νόμος αυτός είχε σκοπό να θεσμοθετηθούν νέες διαδικασίες και μέσα άσκησης χωροταξικού σχεδιασμού, μέσω των οποίων θα προωθείται η αειφόρος και ισόρροπη ανάπτυξη, θα κατοχυρώνεται η παραγωγική και κοινωνική συνοχή, θα διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος σε εθνικό επίπεδο, και, θα ενισχύεται η θέση της χώρας μας στο διεθνές και ευρωπαϊκό πλαίσιο.

Το 2009, με την απόφαση του Πρωθυπουργού κ. Γ. Παπανδρέου 2876/7.10.2009, το ΥΠΕΧΩΔΕ μετονομάστηκε σε Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), στο οποίο στις 5-11-2009 με το Π.Δ. 185/2009 υπήχθησαν υπηρεσίες σχετικές με την ενεργειακή πολιτική του πρώην Υπουργείου Ανάπτυξης. Στόχοι του ΥΠΕΚΑ είναι να βελτιώσει την ποιότητα του περιβάλλοντος, της βιοποικιλότητας και των υδάτινων πόρων, η εξοικονόμηση ενέργειας και η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ο βιώσιμος χωροταξικός σχεδιασμός, η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και, ο συντονισμός των περιβαλλοντικών πολιτικών της κυβέρνησης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι εξελίξεις σε επίπεδο νομοθεσίας και πρακτικής στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα στον ελλαδικό χώρο.

4.1. Το νομοθετικό πλαίσιο

Στην Ελλάδα - ασχέτως αν δεν εφαρμόζεται – έχει δημιουργηθεί ένα ευρύ νομοθετικό πλαίσιο αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ήδη από το 1975 με τη θεσμοθέτηση κτιριοδομικών και άλλων εξειδικευμένων κανονισμών. Από τους πιο σημαντικούς από αυτούς είναι ο *Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων (ΚΘΚ)* του 1979 που κατέστησε υποχρεωτική την τοποθέτηση θερμομόνωσης στα νέα κτίρια, ο οποίος ισχύει μέχρι σήμερα και ίσως είναι ο μόνος

που τυγχάνει ευρείας εφαρμογής. Περαιτέρω, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα προεδρικά διατάγματα ΠΔ 335/93 περί «Απαιτήσεων απόδοσης των νέων λεβητών» (1993 - αναθεωρήθηκε με το ΠΔ 59/95) και ΠΔ 180/1994 για «τον Ενεργειακό χαρακτηρισμό των συσκευών» (1994), με τα οποία ο Έλληνας νομοθέτης ενσωμάτωσε στο ελληνικό δίκαιο τις κοινοτικές οδηγίες 92/42/ΕΚ και 92/75/ΕΚ αντίστοιχα.¹¹⁹ Ωστόσο, καθότι αδύνατο να παραθέσουμε το σύνολο των νομοθετημάτων που φέρουν έμμεσα ή έμμεσα αποτελέσματα στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίων, παρακάτω γίνεται μια αναφορά στην πιο πρόσφατη και σαφώς πιο ολοκληρωμένη νομοθεσία που ισχύει επί του παρόντος.

4.1.1. Νόμος 3661/2008

Με το Νόμο 3661/2008¹²⁰ ο Έλληνας νομοθέτης ενσωμάτωσε στο εθνικό δίκαιο την οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Ο εν λόγω νόμος αργότερα τροποποιήθηκε από το άρθρο το άρθρο 10 του Νόμου 3851/2010 αναφορικά με την «*Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*», καθώς και από το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010 για την «*Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις*» που προέβλεπε την επέκταση του πεδίου εφαρμογής του νόμου και στην περίπτωση των κατοικιών που προορίζονται για χρήση μικρότερη των τεσσάρων μηνών (π.χ. παραθεριστικές κατοικίες). Πεδίο εφαρμογής του νόμου αποτελούν τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας, ενώ οι βασικότερες ρυθμίσεις του συνοψίζονται στα εξής:

- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000 m² που ανακαινίζονται ριζικά και υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.
- Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια καθώς και σε περίπτωση

¹¹⁹ Δ. Αθανασίου, «Ενεργειακή απόδοση στα κτίρια: Θεσμικό πλαίσιο και εφαρμογή στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης», *Δαίμων της Οικολογίας*, τεύχος 65, Νοέμβριος 2006.

¹²⁰ Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) «*Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις*».

αγοραπωλησίας, μίσθωσης ή μεταβίβασης υφισταμένων.

- Τακτική επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού.

4.1.2. Νόμος 3851/2010

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο νόμος 3851/2010¹²¹ με τίτλο «*Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*» τροποποιεί ρυθμίσεις (άρθρο 10) του Νόμου 3661/2008.

Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m² για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά. Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης».

4.1.3. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)

Ο Κανονισμός για την ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)¹²² αποτελεί τη σημαντικότερη ίσως κανονιστική ρύθμιση που εκδόθηκε για την εφαρμογή του Νόμου 3661/2008. Ο ΚΕΝΑΚ προωθεί τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων, ώστε να εξυπηρετούνται οι στόχοι της εξοικονόμησης ενέργειας, της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητάς τους, και γενικότερα την προστασία του περιβάλλοντος. Οι κυριότερες ρυθμίσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ. συνοψίζονται στα εξής:

- Ορίζεται το περιεχόμενο της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΜΕΑΚ), καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η ΜΕΑΚ αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και εφαρμόζεται σε κάθε νέο ή υφιστάμενο ριζικώς ανακαινιζόμενο κτίριο άνω των 50τ.μ. Η μελέτη θα βασίζεται σε μια μεθοδολογία που θα

¹²¹ Νόμος 3851/2010 (ΦΕΚ 85/4/2010) «*Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*».

¹²² Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β' 40/2010) «*Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)*».

ελέγχει το ποσοστό που το κτίριο α) καλύπτει τις ελάχιστες προδιαγραφές αναφορικά με τον σχεδιασμό, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, και β) συγκλίνει προς το κτίριο αναφοράς, ένα κτίριο, δηλαδή, τα χαρακτηριστικά του οποίου πληρούν τις ελάχιστες προδιαγραφές και τα καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (βλ. Πίνακα 3).

- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης	ΤΕΥΧΟΣ Α	ΤΕΥΧΟΣ Β			
		Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις			
Χρήση κτιρίου	Ενεργειακός σχεδιασμός κτιριακού κελύφους	Μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης	Μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος ψύξης (*)	Μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος παραγωγής ΖΝΧ	Μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος τεχνητού φωτισμού
Γραφεία	✓	✓	✓		✓
Εκπαιδευτικό κτίριο Πρωτοβάθμιας / Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	✓	✓	✓		✓
Εκπαιδευτικό κτίριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης	✓	✓	✓		✓
Νοσοκομείο - Κλινική	✓	✓	✓	✓	✓
Διαγνωστικό κέντρο - Ιατρείο	✓	✓	✓	✓	✓
Ξενοδοχείο	✓	✓	✓	✓	✓
Εμπορικό κατάστημα	✓	✓	✓		✓
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό γυμναστήριο	✓	✓	✓	✓	✓
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό κολυμβητήριο	✓	✓	✓	✓	✓
Μονοκατοικία	✓	✓	✓	✓	
Πολυκατοικία	✓	✓	✓	✓	
Αεροδρόμιο	✓	✓	✓		✓
(*) Εάν εγκαθίσταται Η/Μ σύστημα ψύξης					

Πίνακας 3 Απαιτούμενες επιμέρους μελέτες της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου

4.1.3.1. Οι τεχνικές οδηγίες (TOTEE)

Στο πλαίσιο του Κ.Ε.Ν.Α.Κ και για την επίτευξη της πλήρους εφαρμογής του, εγκρίθηκαν ακόμα τέσσερις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ (TOTEE), οι οποίες ορίστηκαν ως υποχρεωτικές και εξειδικεύονται στις παρακάτω κατηγορίες: α) Η TOTEE 20701-1/2010 για τις «αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», β) Η TOTEE 20701-2/2010 αναφορικά με τις «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», γ) Η TOTEE 20701-3/2010 που έχει ως αντικείμενο τα «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», και τέλος, δ) Η TOTEE 20701-4/2010 που ειδικεύεται στις «Οδηγίες έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (βλ. Πίνακα 4).¹²³

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».	Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».	Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφωβίων ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, κουφώματα, κ.τ.λ.
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».	Η οδηγία περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών

¹²³Υπουργική απόφαση 17178/2010 (ΦΕΚ 1387/Β/2.9.2010) «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων».

συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού».	Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την συμπλήρωσή τους
---	---

Πίνακας 4: Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ όπως ορίζονται από την Υ.Α. 17178/2010

Επιπλέον, από το 2010 μέχρι σήμερα έχουν εκδοθεί πέντε ακόμη συμπληρωματικές εγκύκλιοι για την ορθή εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ, οι οποίες παρέχουν διευκρινήσεις αναφορικά με:

- τη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), τα δεδομένα υπολογισμού και τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, καθώς και για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ),¹²⁴
- το πεδίο εφαρμογής και τις εξαιρέσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ, τις περιπτώσεις υποχρεωτικής εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης (ΜΕΑ) και της μη υποχρεωτικής υποβολής, τα άρθρα 14 και 15 του Κ.ΕΝ.Α.Κ για την υποχρέωση έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ), αλλά και τα περιεχόμενα και την θεώρησης της ΜΕΑ,¹²⁵
- την υποχρέωση ή μη έκδοσης ΠΕΑ στις περιπτώσεις αγοραπωλησίας ακινήτων,¹²⁶

¹²⁴ Εγκύκλιος (οικ.1603/04.10.2010) «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 4 Οκτωβρίου 2010

¹²⁵ Εγκύκλιος (οικ.2279/22.12.2010) «Διευκρινίσεις για την ορθή εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 22 Δεκεμβρίου 2010.

¹²⁶ Εγκύκλιος (οικ.2366/05.01.2011) «Διευκρινήσεις επί της εγκυκλίου 2279/22.12.2010 ως προς την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σε περιπτώσεις αγοραπωλησίας ακινήτων», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα. 5 Ιανουαρίου 2011.

- την περαιτέρω εξειδίκευση άρθρων του ΚΕΝΑΚ αναφορικά με την υποχρέωση έκδοσης ΠΕΑ και τα κτίρια που υποχρεούνται ή εξαιρούνται από την απαίτηση αυτή, αλλά και της υποχρεώσεις των συμβολαιογράφων,¹²⁷ και τέλος,
- τον τρόπο ελέγχου της ριζικής ανακαίνισης, τις περιπτώσεις α) λειτουργικά εξαρτώμενων προσθηκών (καθ' ύψος ή κατ' επέκταση) με επιφάνεια ίση ή μεγαλύτερη των 50 τμ., β) αλλαγής χρήσης τμήματος ή συνόλου του κτιρίου και γ) αναθεώρησης υφιστάμενων αδειών δόμησης, την υποχρέωση εκπόνησης ΜΕΑ των διατηρητέων κτιρίων και των κτιρίων εντός παραδοσιακών οικισμών, καθώς και τις περιπτώσεις χρήσεων που δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Ν. 3661/2008 και του ΚΕΝΑΚ.¹²⁸

4.1.4. Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων

Ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή μίας συστηματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μίας βιομηχανικής μονάδας. Αυτή έχει, επίσης, ως στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικώς αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα. Επομένως, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι αποφασιστικής σημασίας για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και για την εξασφάλιση των στόχων της ενεργειακής διαχείρισης.

Ο τρόπος διεξαγωγής των ενεργειακών επιθεωρήσεων καθορίστηκε από την απόφαση σχετικά με τις «*Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων*».¹²⁹ Η εν λόγω απόφαση ορίζει δύο κατηγορίες ενεργειακής επιθεώρησης: τη συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση και την εκτενή ενεργειακή επιθεώρηση. Στην πρώτη περίπτωση, εξετάζονται οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας *πρώτης προτεραιότητας και άμεσης απόδοσης* και

¹²⁷ Εγκύκλιος (οικ.22/26.01.2011) «Εξειδίκευση ρυθμίσεων άρθρου 6 και 11 Ν. 3661/2008, άρθρων 14 και 15 Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), Συντονιστική Επιτροπή Συμβολαιογραφικών Συλλόγων Ελλάδος, Αθήνα, 26 Ιανουαρίου 2011.

¹²⁸ Εγκύκλιος (οικ.2021/14.06.2012) «Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 14 Ιουνίου 2012.

¹²⁹ Υπουργική απόφαση Δ6/Β/οικ.11038 (ΦΕΚ Β' 1526/27.07.1999) «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».

οριοθετούνται οι μεν επεμβάσεις που επαρκούν για την αυτοχρηματοδότηση του επενδυτικού φορέα και οι δε που χρήζουν εκτενής ενεργειακής επιθεώρησης και ανάλυσης. Στη δεύτερη περίπτωση, η οποία συνήθως αποτελεί συνέχεια της πρώτης, πέρα από την ανάλυση των ενεργειακών στοιχείων απαιτείται και η διεξαγωγή των απαραίτητων μετρήσεων για την κατάρτιση των ισοζυγίων ενέργειας σε ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις, ώστε εν συνεχεία να προσδιοριστούν οι όποιες επεμβάσεις με μεσοπρόθεσμη ή/και μακροπρόθεσμη απόδοση.¹³⁰

4.1.4.1. Ενεργειακοί Επιθεωρητές

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις πραγματοποιούνται από εξειδικευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές, τα προσόντα και οι απαιτήσεις των οποίων καθορίζονται από:

- το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 που φέρει τον τίτλο «*Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού*», και
- την Κοινή Υπουργική Απόφαση για την «*Εκπαίδευση και Εξεταστική διαδικασία Ενεργειακών Επιθεωρητών*» που διευκρινίζει την διαδικασία χορήγησης των οριστικών αδειών ενεργειακών επιθεωρητών.¹³¹

Ως ενεργειακός επιθεωρητής νοείται το φυσικό πρόσωπο που κατέχει σχετική Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή (Α΄ ή Β΄ τάξης) για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων ή/και λεβήτων και εγκαταστάσεων ή/και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Η ιδιότητα του ενεργειακού επιθεωρητή αποκτάται ύστερα από εγγραφή του ενδιαφερόμενου στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, τα διαπιστευμένα προσόντα του οποίου ορίζονται ως εξής:

- να είναι διπλωματούχος μηχανικός μέλος του ΤΕΕ ή πτυχιούχος μηχανικός Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΤΕΙ) ή μηχανικός που έχει αναγνωρισμένα στην Ελλάδα επαγγελματικά προσόντα κατ' εφαρμογή της σχετικής ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας.

¹³⁰ ΚΑΠΕ, «Ενεργειακή επιθεώρηση», <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24935&locale=el>, (τελευταία επίσκεψη: 04-09-2013).

¹³¹ Κοινή Υπουργική Απόφαση οικ.192 (ΦΕΚ 2406 Β/31.10.2011) «*Εκπαίδευση και Εξεταστική διαδικασία Ενεργειακών Επιθεωρητών*».

- να παρακολουθήσει εξειδικευμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για θέματα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, ελέγχων ενεργειακών εγκαταστάσεων, καθώς και ενεργειακών επιθεωρήσεων, και το ολοκληρώσει με επιτυχία κατόπιν εξετάσεων, και τέλος,
- να διαθέτει τουλάχιστον τετραετή αποδεδειγμένη επαγγελματική ή/και επιστημονική εμπειρία.¹³²

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε ότι στη βάση του άρθρου 6 του Ν. 3818/2010¹³³ συστάθηκε η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), η συγκρότηση της οποίας, η διοικητική, οργανωτική δομή και η στελέχωσή της, ορίστηκε από το Προεδρικό Διάταγμα (72/2010).¹³⁴ Αποστολή της ΕΥΕΠΕΝ είναι ο έλεγχος και η παρακολούθηση του βαθμού επίτευξης των εθνικών στόχων εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης, και της εφαρμογής των μέτρων για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιριακών υποδομών. Έτσι, μεταξύ άλλων, η ΕΥΕΠΕΝ λειτουργεί ως ελεγκτικός μηχανισμός για την ορθή εφαρμογή των διατάξεων του Ν. 3661/2008.

4.1.4.2. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) αποτελεί ένα έγγραφο αναγνωρισμένο από το ΥΠΕΚΑ, στο οποίο καταγράφεται το ποσοστό ενεργειακής απόδοσης της συνολικής επιφάνειας ενός κτιρίου.¹³⁵ Στη βάση αυτού, το κτίριο κατατάσσεται σε μία από τις εννέα ενεργειακές κατηγορίες / κλάσεις (από Α+ ως Η). Το πιστοποιητικό εκδίδεται μόνο από εντεταγμένο σε ειδικό μητρώο Ενεργειακό Επιθεωρητή, ο οποίος δύναται να προχωρήσει σε συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του οικοδομήματος.

¹³² Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού»

¹³³ Νόμος 3818/2010 (ΦΕΚ 17/Α/2010) «Προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων του Ν. Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις».

¹³⁴ Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 (ΦΕΚ 132/Α/2010) «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας».

¹³⁵ Ως συνολική επιφάνεια ενός κτιρίου νοείται το σύνολο των τετραγωνικών μέτρων του κτιρίου, όπως αναφέρονται στην οικοδομική άδεια (σύμφωνα με το συντελεστή δόμησης), καθώς επίσης και τα τετραγωνικά του κτιρίου που έχουν νομιμοποιηθεί ή τακτοποιηθεί με τις ισχύουσες διατάξεις (πχ κλειστός ημιπαιθριος).

Η έκδοση του ΠΕΑ δεν είναι υποχρεωτική για όλες τις περιπτώσεις κτιρίων. Ειδικότερα, απαιτείται για όλα τα νέα και υφιστάμενα κτίρια βασικών χρήσεων (κατοικία, μόνιμη και παραθεριστική, γραφεία, εμπορικές χρήσεις, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, προσωρινή διαμονή, υγεία και κοινωνική πρόνοια, κλπ) που είναι άνω των 50τμ, υπό τις εξής προϋποθέσεις: για τα νέα ή ριζικώς ανακαινισμένα κτίρια απαιτείται η έκδοση ΠΕΑ μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής, ενώ για τα υφιστάμενα για κάθε αγορά - πώληση ή ενοικίαση ενιαίου ή τμήματος κτιρίου (μόνο για νέες συμβάσεις μίσθωσης κι όχι για ανανεωμένες συμβάσεις υφιστάμενων συμβάσεων). Επιπλέον, το ΠΕΑ κρίνεται απαραίτητο στις περιπτώσεις ένταξης ενός κτιρίου στο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον». Από την υποχρέωση έκδοσης πιστοποιητικού εξαιρούνται τα κτίρια συνολικής επιφάνειας μέχρι και 50τμ, τα βιομηχανικά κτίρια, καθώς και τα κτίρια βιοτεχνίας, εργαστηρίων, αποθηκών, στάθμευσης αυτοκινήτων και πρατηρίων υγρών καυσίμων. Τα διατηρητέα κτίρια και οι κατοικίες χρήσης μικρότερης των τεσσάρων μηνών δεν εξαιρούνται από την υποχρέωση έκδοσης ΠΕΑ.

4.1.4.3. Παράμετροι υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων είναι:

- τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτιρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας
- η εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεων τους
- η εγκατάσταση κλιματισμού
- ο εξαερισμός και ο φυσικός αερισμός
- η ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτιρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας
- η θέση και ο προσανατολισμός των κτιρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών
- τα παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7α του Γ.Ο.Κ., και η ηλιακή προστασία
- οι επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες

Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση:

- των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7β του Γ.Ο.Κ., και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής, που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω ΣΗΘ,
- των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) και του φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την εφαρμογή των επί μέρους ρυθμίσεων του Κ.ΕΝ.Α.Κ., τα κτίρια κατατάσσονται, κατά κατηγορία, σε:

- κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών
- πολυκατοικίες
- γραφεία
- εκπαιδευτικά κτίρια
- νοσοκομεία
- ξενοδοχεία και εστιατόρια
- αθλητικές εγκαταστάσεις
- κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου
- κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια

4.1.4.3.1. Νέα κτίρια

Τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που ορίζονται στον Κ.ΕΝ.Α.Κ.. Πριν από την έναρξη ανέγερσης όλων των νέων κτιρίων, ανεξαρτήτως επιφάνειας, πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία μελέτη, που συνοδεύει τη μελέτη ανάλυσης της τεχνικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής σκοπιμότητας της εγκατάστασης τουλάχιστον ενός από τα εναλλακτικά συστήματα παροχής ενέργειας, όπως αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλίες θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης είναι μεγαλύτερος από

$$SPF > \frac{1,15 * 1,00}{n}$$

όπου:

SPF: εποχιακός βαθμός απόδοσης¹³⁶, και

n: ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EK.

Στα κτίρια για τα οποία κατατίθεται στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία αίτηση χορήγησης οικοδομικής άδειας μετά την 1.1.2011 είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται από άλλα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμό απόδοσης (SPF) σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του νόμου. Αδυναμία εφαρμογής του ανωτέρω ποσοστού απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

Το αργότερο έως τις 31.12.2019, όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμό

¹³⁶ Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

απόδοσης (SPF) σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του παρόντος άρθρου. Για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, η υποχρέωση αυτή θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο έως τις 31.12.2014.

4.1.4.3.2. Υφιστάμενα κτίρια

Στα κτίρια ανεξαρτήτως εμβαδού που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοση τους αναβαθμίζεται στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κ.ΕΝ.Α.Κ.. Οι απαιτήσεις αυτές θεσπίζονται είτε για το ανακαινιζόμενο κτίριο ως σύνολο είτε μόνο για τις ανακαινιζόμενες εγκαταστάσεις ή τα δομικά στοιχεία αυτού, εφόσον αποτελούν μέρος ανακαίνισης που πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε περιορισμένο χρονικό διάστημα, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

4.1.4.4. Τρόπος διεξαγωγής ενεργειακής επιθεώρησης

Η βασική διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι η επί τόπου επίσκεψη του επιθεωρητή και η επιθεώρηση των κτιριακών εγκαταστάσεων για την καταγραφή και διασταύρωση των στοιχείων που έχουν διατεθεί από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνονται τα τυποποιημένα έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου που καθορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010¹³⁷ και περιλαμβάνουν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και άλλα στοιχεία των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που καταγράφονται για στατιστικούς λόγους και περαιτέρω αξιοποίηση από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.).

Μέρος των στοιχείων που καταγράφονται στα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από το υλικό και τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά το στάδιο προετοιμασίας της επιθεώρησης:

¹³⁷ Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, εκτός από τα τυποποιημένα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, περιλαμβάνει και τις σχετικές οδηγίες για τη συγκέντρωση και επαλήθευση των απαιτούμενων δεδομένων.

- Τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του κτιρίου.
- Τις σχετικές μελέτες: αρχιτεκτονικές, θέρμανσης, κλιματισμού, θερμομόνωσης, ενεργειακής απόδοσης, κ.τ.λ.
- Τα δελτία αποστολής και τα πιστοποιητικά με τις τεχνικές προδιαγραφές των δομικών υλικών και Η/Μ συστημάτων (εφόσον είναι διαθέσιμα). Σημειώνεται ότι για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, τα πιστοποιητικά είναι απαραίτητο να συνοδεύουν το φάκελο του κτιρίου.
- Το αρχείο συντήρησης των κτιριακών εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει).
- Τις καταναλώσεις ενέργειας από λογαριασμούς ή από το τυχόν διαθέσιμο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης λειτουργίας του κτιρίου (BEMS).
- Άλλες σχετικές πληροφορίες και παρατηρήσεις που παρέχει ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής ή ο τεχνικός υπεύθυνος.

4.1.4.4.1. Διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες

Για την καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης, ο επιθεωρητής θα πρέπει να χωρίσει το κτίριο σε θερμικές ζώνες. Όλα τα δεδομένα συλλέγονται ανά θερμική ζώνη, όπως απαιτείται και στη μεθοδολογία υπολογισμών για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι με παρόμοια χρήση και ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών, σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 2.2), εφαρμόζεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4°C σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση και προφίλ λειτουργίας. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά.. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων συνήθως έχουν διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά

συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού.

- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) ανταλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες). Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι που καλύπτονται από ενιαίο σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού), των οποίων η επιφάνεια είναι μικρότερη από το 80% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την συνολική κατανάλωση του κτιρίου δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του επιθεωρητή. Πάντως, κατά τον καθορισμό τους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια που αναφέρονται στο άρθρο 3 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. και στην παράγραφο 2.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Η ακρίβεια των υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων. Ως εκ τούτου, καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε ζώνες συνιστάται:

- Ο καθορισμός του μικρότερου δυνατού αριθμού θερμικών ζωνών στο κτίριο για ευκολία και συντομία στην εκπόνηση της μελέτης.
- Καθορισμός των θερμικών ζωνών από τον επιθεωρητή, αφού πρώτα αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Επιφάνεια θερμικής ζώνης μικρότερη από 10% της συνολικής επιφάνειας άλλων ζωνών με παρόμοιες συνθήκες να κατανέμεται σε αυτές τις ζώνες.

Ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες αφορά κυρίως στα κτίρια του τριτογενούς τομέα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά. που αποτελούνται από χώρους με διαφορετικές συνθήκες και ωράριο λειτουργίας. Για τα κτίρια κατοικιών και για μικρά κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως τα κτίρια γραφείων, ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους υπολογισμούς και για το λόγο αυτό δεν συνιστάται ο περαιτέρω διαχωρισμός κατά τους υπολογισμούς.

4.1.4.4.2. Συνθήκες λειτουργίας

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτιρίου. Για το λόγο αυτό στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφοι 2.3 και 2.4) καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης και σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Με την παραδοχή και χρήση καθορισμένων τιμών για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης, προσδιορίζεται κατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι οι εξής:

- η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτιρίου
- η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο
- η επιθυμητή υγρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο
- ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου
- η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου
- η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτιρίου

Η εισαγωγή των συνθηκών λειτουργίας στο λογισμικό για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται αυτόματα, με την επιλογή της χρήσης του κτιρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν υποχρεούται να συμπληρώσει τα δεδομένα για τις εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης στο έντυπο επιθεώρησης, παρά μόνο τη χρήση: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.α.. Όταν η χρήση του υπό εξέταση κτιρίου δεν περιλαμβάνεται στις βασικές κατηγορίες ή χρήσεις κτιρίων σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό, τότε επιλέγεται ως

χρήση κτιρίου αυτή με το πλησιέστερο προφίλ λειτουργίας όπως: εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, ωράριο λειτουργίας, κ.α.

Ένα σημαντικό, όμως, στοιχείο που εισάγεται στο λογισμικό από τον επιθεωρητή, είναι το εάν πληρούνται οι συνθήκες άνεσης (θερμική, οπτική και ακουστική) στους χώρους του υπό εξέταση κτιρίου.

4.1.4.4.3. Εσωτερικά θερμικά κέρδη

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, λαμβάνονται υπόψη και τα εσωτερικά κέρδη που συνεισφέρουν στα θερμικά φορτία και επιβαρύνουν τα ψυκτικά φορτία. Ως εσωτερικά κέρδη ενός κτιρίου ή μιας θερμικής ζώνης θεωρούνται:

- Η εκλύομενη θερμότητα από τα ηλεκτρικά συστήματα φωτισμού (αισθητή θερμότητα),
- Η έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα), η οποία καθορίζεται ανάλογα τη δραστηριότητά τους, δηλαδή ανάλογα τη χρήση των χώρων,
- Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός και οι συσκευές του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.

Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και άλλες εγκαταστάσεις, τα οποία συνήθως βρίσκονται σε ανεξάρτητους μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτιρίου, καθορίζεται και ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού, βάσει του οποίου εκτιμάται η πραγματική έκλυση θερμότητας στον εκάστοτε χώρο. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 2.6, δίνονται αναλυτικά σε πίνακες οι τιμές για εσωτερικά κέρδη από τους χρήστες και τις συσκευές, καθώς επίσης και ο συντελεστής παρουσίας χρηστών και ο συντελεστής ετεροχρονισμού για τις συσκευές.

Η εισαγωγή των δεδομένων για τα εσωτερικά κέρδη που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται αυτόματα, με την επιλογή της χρήσης του κτιρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν χρειάζεται να

συμπληρώσει τα αντίστοιχα δεδομένα για την εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές και χρήστες στο έντυπο επιθεώρησης κατά τη διαδικασία της επιθεώρησης, παρά μόνο τη χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.τ.λ.

4.1.4.4.4. Γεωμετρία του κτιρίου ή θερμικών ζωνών

Κατά την επίσκεψη στο κτίριο ο επιθεωρητής μετράει και επαληθεύει όλα τα γεωμετρικά μεγέθη του κτιρίου. Συγκεκριμένα, επαληθεύει και καταγράφει τις όψεις και τα ανοίγματα. Επισκέπτεται τους κοινόχρηστους χώρους και καταγράφει τα στοιχεία των εσωτερικών όψεων. Επίσης επισκέπτεται το δώμα για τη μέτρηση των διαστάσεων του περιγράμματος και τυχόν εσοχών και φωταγωγών. Στην συνέχεια επισκέπτεται τους κύριους χώρους και επαληθεύει τα στοιχεία και συγκεκριμένα:

- τα μεγέθη των διαφόρων τύπων ανοιγμάτων
- τα πάχη εξωτερικής τοιχοποιίας
- τον φέροντα οργανισμό (επαληθεύει / καταγράφει μεγέθη μέσω οπτικής και ηχητικής διερεύνησης π.χ. κρούοντας τον τοίχο με σφυρί)

Επίσης διερευνά την εσωτερική δομή της ιδιοκτησίας για την εκτίμηση της θερμικής αδράνειας του χώρου, δηλαδή εάν οι χώροι είναι μεγάλοι και ανοικτοί ή σχετικά μικροί με διαχωριστικούς τοίχους από βαριά υλικά, την ύπαρξη ή μη ψευδοροφής, το τύπο δαπέδου κ.λπ. Επιπλέον σημειώνει την κατάσταση των κουφωμάτων όλου του κτιρίου, καθώς και τα ανοίγματα εξαερισμού, προκειμένου να εκτιμήσει την αεροστεγανότητα του κτιριακού περιβλήματος.

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου είναι από τις πιο βασικές παραμέτρους που εισάγονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει τα απαιτούμενα γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Σε περίπτωση απόκλισης των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου από τα σχέδια ή έλλειψης αρχιτεκτονικών σχεδίων, ο επιθεωρητής έχει δύο εναλλακτικές λύσεις: α) Να κάνει αποτύπωση των αποκλίσεων των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου πάνω στα υφιστάμενα αρχιτεκτονικά σχέδια, με την προϋπόθεση ότι το κτίριο είναι μικρής επιφάνειας και η αποτύπωση

των αποκλίσεων μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην εκτίμηση των γεωμετρικών δεδομένων που απαιτούνται. Σε καμία περίπτωση, ο επιθεωρητής δεν είναι υποχρεωμένος να κάνει την αποτύπωση αυτή και β) να ζητήσει από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή ή τον τεχνικό υπεύθυνο του κτιρίου την ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων σε νέα αρχιτεκτονικά σχέδια πριν τη διεξαγωγή της επιθεώρησης του κτιρίου. Η αποτύπωση και σύνταξη των νέων σχεδίων θα πρέπει να γίνει από αρμόδιο μηχανικό σύμφωνα με τα όσα ορίζει η νομοθεσία. Σε περίπτωση που υπάρχουν αντίγραφα σχεδίων στην αρμόδια πολεοδομία, ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής μπορεί να ζητήσει αντίγραφο και να το προσκομίσει για την επιθεώρηση.

Κατά την καταγραφή των γεωμετρικών παραμέτρων του κτιρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης θα πρέπει να εφαρμόζονται τα εξής:

- Έλεγχος των αρχιτεκτονικών σχεδίων και καταγραφή στα έντυπα επιθεώρησης όλων των απαραίτητων γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου.
- Επιβεβαίωση των γεωμετρικών δεδομένων κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης. Σε περίπτωση επέκτασης ή τροποποίησης των χώρων (π.χ. ημιυπαίθριοι χώροι) σε σχέση με τα κατασκευαστικά σχέδια, ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πραγματικά δεδομένα του κτιρίου που παρατηρεί και όχι των σχεδίων.
- Εκτίμηση των γεωμετρικών μεγεθών των δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη του κτιρίου, όπως τις έχει καθορίσει ο επιθεωρητής προς διευκόλυνση των υπολογισμών.

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στις παραγράφους 3.1, 3.1.1, 3.1.2 και 3.1.3, δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον προσδιορισμό των γεωμετρικών στοιχείων σε επίπεδο κτιρίου ή θερμικής ζώνης αντίστοιχα. Επίσης, στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 δίνονται αναλυτικές οδηγίες για την καταγραφή των γεωμετρικών δεδομένων σε επίπεδο κτιρίου ή θερμικής ζώνης στο σχετικό έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου. Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, καταγράφει τα απαραίτητα για το σκοπό της ενεργειακής επιθεώρησης γεωμετρικά δεδομένα, τα οποία είναι :

- η συνολική μικτή επιφάνεια δαπέδου του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών.
- το ύψος του ορόφου ή/και ο μικτός όγκος του υπό μελέτη κτιρίου ή θερμικής ζώνης.
- η εξωτερική επιφάνεια (συνολική ή επιμέρους) των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων δομικών στοιχείων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, τα οποία έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με το έδαφος.
- το πάχος των εξωτερικών κατακόρυφων δομικών στοιχείων, δηλαδή της τοιχοποιίας, των δοκών, των υποστυλωμάτων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων εξωτερικών δομικών στοιχείων, δηλαδή του δαπέδου, της πλάκας οροφής, κ.α.
- οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (κουφωμάτων), το ποσοστό πλαισίου επί της επιφάνειας κάθε ανοίγματος, καθώς και η περίμετρος και το εμβαδόν κάθε κουφώματος, ανά προσανατολισμό,
- οι διαχωριστικές μικτές επιφάνειες των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης προς μη θερμαινόμενους χώρους ή/και ηλιακούς χώρους ή/και άλλα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- σε περίπτωση νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, το μήκος και το είδος των θερμογεφυρών που υπάρχουν σε κάθε εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, ανά προσανατολισμό.

4.1.4.4.5. Αεροστεγανότητα κτιρίου

Η αεροστεγανότητα ενός κτιρίου εξαρτάται από το είδος των κουφωμάτων (ανοιγόμενα, συρόμενα επάλληλα, συρόμενα χωνευτά), την ποιότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων (ύπαρξη ψυκτρών), τη συναρμογή των κουφωμάτων με την τοιχοποιία, το είδος του πλαισίου (μεταλλικό, συνθετικό, ξύλινο), την επιφάνεια και τον προσανατολισμό των κουφωμάτων, καθώς επίσης και από τις θυρίδες αερισμού (π.χ. εστιών καύσης) που πιθανόν υπάρχουν στο κτίριο. Ο αθέλητος αερισμός που προκύπτει λόγω διείσδυσης του αέρα με τους παραπάνω τρόπους εξαρτάται από πολλές συνιστώσες και για το λόγο αυτό δεν μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί. Στην πράξη, για τον υπολογισμό της διείσδυσης αέρα χρησιμοποιούνται

διάφορες εμπειρικές σχέσεις παραμετροποιημένες.

Η μέτρηση της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων ενός κτιρίου κατά την ενεργειακή επιθεώρηση δεν είναι εύκολα εφικτή. Ακόμα όμως και στις περιπτώσεις πιστοποιημένων ως προς την αεροστεγανότητα τους κουφωμάτων, η διεϊσδυση του αέρα δεν μπορεί να προσδιοριστεί, αφού εξαρτάται και από την τελική θέση των κουφωμάτων στο κτιριακό κέλυφος, τη δυνατότητα διαμπερούς αερισμού, κ.α.

Στην παράγραφο 3.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παρέχεται αναλυτικά ο τρόπος προσδιορισμού του αερισμού λόγω χαραμάδων από τα κουφώματα ενός κτιρίου, ανάλογα με τον τύπο του κουφώματος, την ανεμόπτωση και το υλικό του πλαισίου, καθώς επίσης και λόγω της διεϊσδυσης του αέρα από τις θυρίδες αερισμού. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη ενεργειακής απόδοσης με αναλυτικούς υπολογισμούς του αερισμού λόγω χαραμάδων, ο επιθεωρητής για τους υπολογισμούς λαμβάνει τις τιμές των πινάκων που δίνονται στην παράγραφο 3.4.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

4.1.4.4.6. Συστήματα σκιασμού

Ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει τον ηλιασμό κατά τη χειμερινή περίοδο και την ηλιοπροστασία (σκιασμό) κατά τη θερινή περίοδο. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η ζήτηση για θερμική και ψυκτική ενέργεια αντίστοιχα. Η σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης μέσω των εποχικών συντελεστών σκίασης (χειμερινή, θερινή περίοδος). Τρεις είναι οι βασικοί συντελεστές σκίασης μιας επιφάνειας:

- Ο συντελεστής σκίασης λόγω περιβάλλοντα χώρου, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του γειτονικού εμποδίου.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του οριζόντιου σταθερού σκιάστρου (πρόβολος, τέντα, κ.τ.λ.).
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω των πλευρικών εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης της πλευρικής προεξοχής.

Ως εξωτερικά σκιάστρα λαμβάνονται μόνο οι σταθερές διατάξεις που διαθέτει ένα

κτίριο ανά προσανατολισμό επιφάνειας, οι εξωτερικές περσίδες και οι τέντες. Ειδικά στην τελευταία περίπτωση, ο συντελεστής σκίασης αφορά μόνο στην περίοδο ψύξης. Τα εσωτερικά σκίαστρα ή τα προστατευτικά φύλλα των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη στον προσδιορισμό των συντελεστών σκιασμού. Οι εποχικοί συντελεστές σκίασης προσδιορίζονται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 3.3 ανάλογα με τον προσανατολισμό της επιφάνειας και τη γεωμετρία της διάταξης που προσφέρει σκιασμό. Για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο επιθεωρητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές που περιλαμβάνονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Ο υπολογισμός των παραπάνω συντελεστών γίνεται ανά δομικό στοιχείο και προσανατολισμό. Για λόγους απλοποίησης, στην περίπτωση δομικών στοιχείων με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,6\text{W/m}^2\text{K}$, ο συντελεστής σκίασης μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

4.1.4.4.7. Σύστημα θέρμανσης χώρων

Ως σύστημα θέρμανσης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει θερμική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δε διαθέτει σύστημα θέρμανσης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι θερμαίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 4.1.

Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θέρμανσης, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής θερμότητας: κεντρικά συστήματα παραγωγής θερμότητας όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής θερμότητας όπως αερίου, ηλεκτρικά σώματα, τοπικές αντλίες θερμότητας,

κ.τ.λ.

- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής θερμότητας: θερμαντικά σώματα, στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας (π.χ. για λέβητας (η_g), αντλία θερμότητας (COP), εστίες καύσης, κ.α.), το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων, το ποσοστό του θερμικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής θέρμανσης, ενώ συνυπολογίζεται και η ενδεχόμενη χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση των χώρων. Στην παράγραφο 4.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης μιας μονάδας παραγωγής θερμότητας.

Ιδιαίτερα για μονάδες λέβητα-καυστήρα, για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι μετρήσεις από την ανάλυση καυσαερίων που επιβάλλεται για όλες τις σταθερές εστίες καύσης κλειστού τύπου. Επίσης, στην παράγραφο 4.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό των δεδομένων για τα βοηθητικά συστήματα θέρμανσης. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το δίκτυο διανομής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής, το μήκος του δικτύου θέρμανσης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πιο πάνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον υπάρχει, αφού ελέγξει την ορθότητά τους, αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες ανά περίπτωση τιμές που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.3.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τις τερματικές μονάδες θέρμανσης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής

απόδοσης των τερματικών μονάδων θέρμανσης, ανάλογα τον τύπο, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτης κ.α.), τη θέση στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πιο πάνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον υπάρχει, αφού ελέγξει την ορθότητά τους, αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.4.2.

4.1.4.4.8. Συστήματα ψύξης χώρων

Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι ψύχεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2010, παράγραφο 4.2.

Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη ψύξης χώρων, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης χώρων και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς από τη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης (τοπικές αντλίες θερμότητας).
- Δίκτυο διανομής ψύξης: οι σωληνώσεις μεταφοράς ψυχρού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής ψύξης: στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής ψύξης, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER της μονάδας, το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά

συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων ψύξης, το ποσοστό του ψυκτικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.2. δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό της ψυκτικής απόδοσης μιας μονάδας παραγωγής ψύξης. Επίσης, στην παράγραφο 4.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό των δεδομένων για τα βοηθητικά συστήματα ψύξης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το δίκτυο διανομής ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές ψυκτικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις ψυκτικές απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής, το μήκος του δικτύου διανομής ψύξης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πιο πάνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον υπάρχει, αφού ελέγξει την ορθότητά τους, αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.3.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τις τερματικές μονάδες ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή ψυκτικής απόδοσης των τερματικών μονάδων ψύξης, ανάλογα τον τύπο, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτης κ.α.), τη θέση στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πιο πάνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον υπάρχει, αφού ελέγξει την ορθότητά τους, αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση, οι οποίες δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.4.3.

4.1.4.4.9. Σύστημα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται τα δεδομένα του ηλιοθερμικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εφόσον υφίσταται), σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην σχετική μελέτη και ακολουθεί επιβεβαίωση των δεδομένων από τον επιθεωρητή. Αν δεν υπάρχει μελέτη για τα ηλιοθερμικά συστήματα ενός κτιρίου, τότε ο επιθεωρητής καταγράφει όσα

από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιοθερμικού συστήματος είναι διαθέσιμα και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς, σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στη σχετική παράγραφο 5.3.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Κατόπιν, καταγράφονται τα δεδομένα του συμβατικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη για το σύστημα ZNX, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς από την παράγραφο 4.8 στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα ZNX του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται στη συνέχεια, καταγράφοντας για καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ZNX όπως μονάδες αερίου, ηλεκτρικοί θερμαντήρες, ταχυθερμαντήρες, κ.ά.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), κ.τ.λ.
- Τερματική μονάδα απόδοσης θερμότητας για ZNX: θερμαντήρες με εναλλάκτη ή με ηλεκτρική αντίσταση ή άλλο σύστημα αποθήκευσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από το σύστημα παραγωγής ZNX χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής ZNX, το είδος καυσίμου (ηλεκτρικό, πετρέλαιο, κ.ά.), το ποσοστό του θερμικού φορτίου για ZNX που καλύπτει το σύστημα, τη θερμική απόδοση του δικτύου διανομής ZNX, τη θερμική απόδοση των τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας (αποθήκευσης) για ZNX. Ο υπολογισμός του φορτίου για ZNX σε ένα κτίριο γίνεται με βάση την κατανάλωσή του ανά χρήση κτιρίου, η οποία ορίζεται στην παράγραφο 2.7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, καθώς επίσης και τις θερμοκρασίες του νερού στο δίκτυο της περιοχής.

4.1.4.4.10. Σύστημα Φωτισμού

Κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου (που δεν χρησιμοποιείται ως κατοικία) λαμβάνονται υπόψη τα συστήματα φωτισμού, τόσο για

την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εκτός των κατοικιών), όσο και για τη συνεισφορά τους στα εσωτερικά θερμικά φορτία του κτιρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει όλα τα συστήματα γενικού φωτισμού στο χώρο και ιδίως τα χαρακτηριστικά που ακολουθούν, τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

- Εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών λαμπτήρων. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων αποτυπώνεται αναλυτικά η ηλεκτρική ισχύς τους και η φωτιστική τους απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) σε lumen/W.
- Ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 5.1.3.2, περιγράφεται ο προσδιορισμός των ζωνών φυσικού φωτισμού.
- Διατάξεις αυτόματου ελέγχου του συστήματος φωτισμού, περιλαμβανομένων και των διατάξεων ελέγχου φυσικού φωτισμού χώρων: λουξόμετρα (στάθμη φωτισμού), χρονοδιακόπτες κ.ά
- Σύστημα απομάκρυνσης της εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά, σε περίπτωση που υπάρχει στο κτίριο.
- Ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας στο κτίριο ή την θερμική ζώνη.
- Η ύπαρξη συστήματος εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού των χώρων.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνεται υπόψη και η περίοδος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και η περίοδος χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Αυτές οι παράμετροι είναι καθορισμένες ανά χρήση κτιρίου και λαμβάνονται από τον πίνακα 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στο λογισμικό οι τιμές εισάγονται αυτόματα και σε σχέση με το ποσοστό των χώρων που λαμβάνεται σαν ζώνη φυσικού φωτισμού. Επισημαίνεται ξανά ότι τα παραπάνω δεν εφαρμόζονται σε κτίρια κατοικίας.

4.1.4.4.11. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), μειώνει την κατανάλωση συμβατικής ενέργειας στο κτίριο. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση καταγράφονται όλα τα δεδομένα των συστημάτων Α.Π.Ε. που υπάρχουν στο κτίριο

και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς. Στην παράγραφο 5.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, αναλύονται όλες οι παράμετροι που καταγράφονται για τα συστήματα Α.Π.Ε. Συγκεκριμένα για τους ηλιακούς συλλέκτες, τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος ηλιακών συλλεκτών: επίπεδοι με μονό ή διπλό τζάμι, κενού, κ.ά.
- Ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας του ηλιακού συλλέκτη. Η τιμή αυτή προκύπτει από τη μελέτη διαστασιολόγησης του συλλέκτη με μια δοκιμασμένη μέθοδο, όπως οι μέθοδοι που αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.4-3:2008 ή η μέθοδος καμπυλών f των S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie.
- Η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Το ποσοστό και το είδος (θέρμανση χώρων, ΖΝΧ) θερμικού φορτίου που καλύπτουν οι ηλιακοί συλλέκτες.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου λαμβάνονται υπόψη μόνο τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου και όχι αυτά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και διάθεσής της στο ηλεκτρικό δίκτυο. Τα απαιτούμενα δεδομένα των Φ/Β για τους υπολογισμούς είναι:

- Ο τύπος του Φ/Β συστήματος: μονοκρυσταλλικό, άμορφο, κ.ά.
- Η χρονολογία εγκατάστασης και λειτουργίας του Φ/Β.
- Η απόδοση του Φ/Β συστήματος. Ενδεικτικές τιμές απόδοσης στην ελληνική αγορά δίνονται στον πίνακα 5.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.
- Η επιφάνεια των Φ/Β.
- Ο προσανατολισμός των Φ/Β, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των Φ/Β, συνήθως για την Ελλάδα για ετήσια χρήση 26° έως 30° .

Για την περίπτωση προτεινόμενης λύσης ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου από

τον επιθεωρητή με την χρήση ενός συστήματος Α.Π.Ε., μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές των παραμέτρων που αναφέρονται στην παράγραφο 5.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα για τους ηλιακούς συλλέκτες, κατά την επιθεώρηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μεγάλη ακρίβεια οι συντελεστές ηλιακής αξιοποίησης που δίνονται στους πίνακες 5.8 (για κατοικίες) και 5.9 (κτίρια τριτογενή).

4.1.4.4.12. Συντήρηση και αναγκαίες επεμβάσεις

Εκτός από την καταγραφή των δεδομένων στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ενημερωθεί για τις προγραμματισμένες συντηρήσεις και να εντοπίσει τις αναγκαίες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν στο κτίριο. Ο επιθεωρητής ενημερώνεται από τον υπεύθυνο του κτιρίου για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτίριο σχετικά με τη λειτουργία του, καθώς και για τα παράπονα των χρηστών, σε περίπτωση που υπάρχουν. Συνοπτικά, ο επιθεωρητής, για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση του κτιρίου, λαμβάνει επίσης υπόψη τα εξής:

- Τις προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στα δομικά στοιχεία ή/και στις εγκαταστάσεις του κτιρίου.
- Τις επεμβάσεις βελτίωσης (λόγω λειτουργικών προβλημάτων ή γήρανσης) που πρέπει να πραγματοποιηθούν ή που έχουν προγραμματιστεί για άμεση υλοποίηση από τους υπεύθυνους του κτιρίου.

Ο επιθεωρητής εντοπίζει και επιβεβαιώνει τις ανάγκες του κτιρίου για αναβάθμιση και συντήρηση κατά την διάρκεια της επιθεώρησης. Επίσης, από τη συνολική εικόνα του κτιρίου, εκτιμάει τις προτεραιότητες που πρέπει να δοθούν για την εφαρμογή διαφόρων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου και συντήρησης των εγκαταστάσεών του. Οι συντηρήσεις που θα πρέπει να εφαρμόζονται σε ένα κτίριο για τη βέλτιστη λειτουργία του είναι:

- Τακτική επισκευή τυχόν ζημιών στο κτιριακό κέλυφος: αποκατάσταση σοβά, στεγανοποίηση ανοιγμάτων, στεγανοποίηση αρμών, διόρθωση θερμογεφυρών, κ.ά.

- Ετήσιος έλεγχος και συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού του κτιρίου όπως: λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, τερματικές μονάδες, δίκτυα διανομής, κ.ά.
- Τακτικός έλεγχος των συστημάτων φωτισμού: καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, αντικατάσταση λαμπτήρων σε υπολειτουργία, κ.ά.
- Έλεγχος διατήρησης των κατάλληλων εσωτερικών συνθηκών στο κτίριο: θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.

4.1.4.4.13. Απαιτούμενες επεμβάσεις - προτάσεις

Ο επιθεωρητής μετά την ολοκλήρωση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου και έχοντας πλέον μια ολοκληρωμένη εικόνα για την πραγματική κατάσταση του κτιρίου, θα πρέπει να προσδιορίσει τις πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων CO₂. Με τη χρήση του λογισμικού, θα εκτιμήσει την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου και θα κάνει την απαραίτητη αξιολόγηση με την εφαρμογή διαφόρων σεναρίων (επεμβάσεων) ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, σύμφωνα με τη διαθέσιμη πάντα τεχνολογία. Από τα αποτελέσματα θα επιλεγούν οι επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που μπορούν να εφαρμοστούν, είναι ενεργειακά και οικονομικά αποδοτικές, καθώς κι εκείνες που παρουσιάζουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά έχουν υψηλό κόστος εφαρμογής και μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση διαθέσιμων χρηματοδοτικών εργαλείων, ώστε να γίνουν οικονομικά ελκυστικές. Στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης – Π.Ε.Α. του κτιρίου θα πρέπει να αναφέρονται οι τελικές προτάσεις για την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αξιολογήθηκαν από τον επιθεωρητή. (0031/2010, 2010) (Κ.Α.Π.Ε., 2009)

4.2. Προγράμματα Δράσης

4.2.1. Πρόγραμμα «Εξοικονομώ» για τα δημόσια κτίρια

Το πρόγραμμα «Εξοικονομώ» του Υπουργείου Ανάπτυξης λειτουργεί από το 2006, συγχρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας και

Επιχειρηματικότητας «ΕΠΑΕ», τα ΕΣΠΑ και τους επιλέξιμους Δήμους σε αναλογία 70% από το ΕΣΠΑ και 30% από ίδια συμμετοχή των Δήμων. Στόχος του προγράμματος είναι:

- η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και του φορτίου αιχμής
- η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και περιορισμός της κλιματικής αλλαγής
- η αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης στα κτίρια και στις πόλεις
- η δημιουργία ευνοϊκού αστικού περιβάλλοντος και ο περιορισμός του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας
- η στήριξη της τοπικής αυτοδιοίκησης και των πολιτών για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
- η ευαισθητοποίηση της κοινωνίας στα θέματα της περιβαλλοντικής διαχείρισης και η αλλαγή της καθημερινής συμπεριφοράς
- η κινητοποίηση των δυνάμεων της αγοράς και η προώθηση επενδύσεων προς την κατεύθυνση της αειφόρου ανάπτυξης

Επιπλέον, το πρόγραμμα στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και του δομημένου περιβάλλοντος, στη μείωση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής, στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των μέσων μεταφοράς σε αστικό επίπεδο, στην ανάπτυξη σχεδίων αστικής κινητικότητας, καθώς και στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών. Το πρόγραμμα χωρίζεται σε 5 βασικούς άξονες:

1. Δημόσια κτίρια
2. Κοινόχρηστοι χώροι
3. Μεταφορές (μελέτες & επιλεγμένες παρεμβάσεις)
4. Τεχνικές υποδομές (μελέτες)
5. Δικτύωση, ευαισθητοποίηση, τεχνική στήριξη

Στο πίνακα 5 που ακολουθεί αποτυπώνονται ενδεικτικά τα αναμενόμενα οφέλη από τις προγραμματισμένες δράσεις του προγράμματος:

Δράσεις	Αναμενόμενα Οφέλη
Κτιριακό κέλυφος	
Προσθήκη θερμομόνωσης	10-40% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Αντικατάσταση παλαιών παραθύρων, εξωτερικών θυρών και κουφωμάτων	10-20% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Χρήση ειδικών επιχρισμάτων («ψυχρών» υλικών)	τουλάχιστον 10% εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας δομικών στοιχείων (ανάλογα με την κατασκευή και το χρώμα).
Εγκατάσταση εξωτερικών σκιάστρων	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και σημαντική βελτίωση των εσωκλιματικών συνθηκών κατά τουλάχιστον 5° C
Φύτευση δωμαίων/στεγών	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη ή και βελτίωση των εσωτερικών θερμοκρασιακών συνθηκών κατά 5° C
Εγκατάσταση/ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων	10-15% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Εγκαταστάσεις ΗΜ (θέρμανση/κλιματισμός)	
Αναβάθμιση συστήματος κεντρικής θέρμανσης και αντικατάσταση καυσίμου με Φ/Α	10-15% εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
Αναβάθμιση συστήματος κλιματισμού	20-40% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη
Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	
Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής	20-30% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη Βελτίωση των συνθηκών θερμικής

άνεσης σε αντιστοιχία με 3-4 βαθμούς
χαμηλότερη θερμοκρασία.

Πίνακας 5: Αναμενόμενα οφέλη από το Πρόγραμμα "Εξοικονομώ"

4.2.2. Πρόγραμμα «Εξοικονομώ II»

Το πρόγραμμα «*Εξοικονομώ II*», που υιοθετήθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος «*Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη*», αφορά στη χρηματοδότηση υφιστάμενων δημοτικών κτιρίων και υποδομών των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) Α' Βαθμού για την υλοποίηση παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι παρεμβάσεις αυτές θα αφορούν δύο επιμέρους άξονες:

- Παρεμβάσεις σε κτίρια και υποδομές (σε ποσοστό 85% - 95%) με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων, την αναβάθμιση του συστήματος φυσικού/τεχνητού φωτισμού, και την εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.
- Υποστηρικτικές και λοιπές δράσεις, (σε ποσοστό 5% - 15%) όπως υπηρεσίες τεχνικού – ενεργειακού συμβούλου, τεχνικές μελέτες, μελέτες ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακές επιθεωρήσεις και δράσεις δημοσιότητας (πινακίδες έργου, οδηγίοι, εγχειρίδια κλπ.)

Οι προτάσεις που υποβλήθηκαν για συμμετοχή στο πρόγραμμα¹³⁸ όφειλαν να εμπίπτουν στις τιθέμενες από το πρόγραμμα θεματικές προτεραιότητες, κατηγορίες πράξεων και οικονομική δραστηριότητα, καθώς και να εξυπηρετούν τους ειδικούς στόχους της α) εξοικονόμησης ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα, β) της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, και γ) της μείωσης των εκπομπών των αερίων υπεύθυνων για την κλιματική αλλαγή. Τέλος, σε επίπεδο προϋπολογισμού, οι συνολικές δαπάνες του Προγράμματος ανέρχονται σε 75.000.000 ευρώ, ενώ οι

¹³⁸ Η προθεσμία για την υποβολή προτάσεων έληξε στις 31/7/2013. Συνολικά κατετέθησαν 139 προτάσεις από Δήμους της Χώρας. Η Α' Φάση Αξιολόγησης αναφορικά με την πληρότητα των υποβληθέντων φακέλων έχει ήδη ολοκληρωθεί (στην πλειονότητα των οποίων διαπιστώθηκαν αρκετές παραλήψεις), ενώ έχει ήδη ξεκινήσει η Β' Φάση Αξιολόγησης των Τεχνικών Δελτίων Πράξεων.

επιλεγέντες προτάσεις θα χρηματοδοτηθούν κατά 70% από τους πόρους του Προγράμματος και κατά 30% από ίδιους πόρους των Δήμων.¹³⁹

4.2.3. Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον»

Το Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», που συγχρηματοδοτείται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) και την Ευρωπαϊκή Ένωση, ολοκληρώνει το θεσμικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και απευθύνεται σε ιδιοκτήτες κατοικιών είτε αυτή είναι μονοκατοικία, είτε πολυκατοικία ή μεμονωμένο διαμέρισμα.. Ειδικότερα, από το πρόγραμμα μπορούν να επιδοτηθούν όλα τα κτίρια κατοικίας που:

- είναι χτισμένα σε περιοχές με μέγιστη τιμή ζώνης τα 2.100 €/τ.μ., όπως αυτή διαμορφώθηκε μέχρι τις 31.12.2009
- φέρουν οικοδομική άδεια ή άλλα σχετικά νομιμοποιητικά έγγραφα που πιστοποιούν ότι η κατοικία είναι νόμιμη,
- το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης τα κατατάσσει στην ενεργειακή κατηγορία Δ και κάτω, και τέλος,
- δεν έχουν κριθεί κατεδαφιστέα.

Στην περίπτωση της πολυκατοικίας, για να χαρακτηριστεί ως επιλέξιμη στο σύνολο των διαμερισμάτων της θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Τουλάχιστον το 50% των ιδιοκτησιών να χρησιμοποιείται ως κατοικία.
- Ύστερα από απόφαση της γενικής συνέλευσης, να έχει υποβληθεί σχετική αίτηση από εκπρόσωπο του συνόλου των ιδιοκτητών των διαμερισμάτων με στοιχεία σχετικά με την ικανοποίηση των κριτηρίων επιλεξιμότητας του κτηρίου, καθώς και επιμέρους αιτήσεις από καθένα από τους ιδιοκτήτες διαμερισμάτων, που επιθυμούν να ενταχθούν στο Πρόγραμμα.
- Να έχει υποβληθεί πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για τη συνολική επιφάνεια του μέρους του κτιρίου που χρησιμοποιείται ως κατοικία.

¹³⁹ Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π., «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη», Πρόσκληση 1.13, οικ. 117721/Π126, ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 27-03-2012.

Οι παρεμβάσεις του προγράμματος στοχεύουν στην ενεργειακή εξοικονόμηση και θα πρέπει να αντιστοιχούν σε αναβάθμιση μιας ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Οι παρεμβάσεις αυτές φορούν στη τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κτιριακό κέλυφος συμπεριλαμβανομένων του δώματος, στέγης και της πιλοτής, στην αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης, και στην αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ΖΝΧ.¹⁴⁰

Η συνεπής εφαρμογή του προγράμματος μπορεί να επιφέρει πολύ σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον, την ενέργεια και την κοινωνία. Ειδικότερα, επιδιώκεται α) η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας κατά 1 δισ.kWh, β) η ευαισθητοποίηση των πολιτών για την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, γ) η βελτίωση του συνολικού επιπέδου διαβίωσης και του αστικού περιβάλλοντος, όπως και δ) η κινητοποίηση των δυνάμεων της αγοράς προς πιο βιώσιμες λύσεις.¹⁴¹

4.3. Η ελληνική πραγματικότητα

Στην χώρα μας η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων αντιπροσωπεύει περίπου το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Μάλιστα, την περίοδο 2000-2005 οι κτιριακές εγκαταστάσεις παρουσίασαν αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 24%, κατατάσσοντας έτσι τα ελληνικά κτίρια ανάμεσα στα πιο ενεργοβόρα της Ευρώπης. Οι λόγοι για την άνοδο αυτή ποικίλουν, όπως η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, αν και ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι ο πολύ μεγάλος αριθμός κτιρίων δομημένων πριν το 1980, οπότε και τέθηκε σε ισχύ ο κανονισμός για τις θερμομονώσεις. Στα κτίρια αυτά παρουσιάζεται σχεδόν παντελής έλλειψη θερμομόνωσης (σε ποσοστό που φτάνει στο 50%), παλαιά κουφώματα, ανεπαρκής ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών τους όψεων και αξιοποίηση της ηλιακής

¹⁴⁰ ΥΠΕΚΑ, «Ανανεωμένο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον» με ευνοϊκούς όρους», <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=526&locale=el-GR&language=en-US>, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013).

¹⁴¹ ΥΠΕΚΑ, «Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια», <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013).

ενέργειας, ενώ τα συστήματα θέρμανσης/κλιματισμού είναι χαμηλής απόδοσης εξαιτίας της ανεπαρκούς συντήρησής τους.¹⁴²

Γεγονός είναι ότι η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, παρότι αποτελεί μία πολύ σημαντική παράμετρο για την ορθολογική δόμηση, σε εθνικό επίπεδο δεν αντιμετωπίζεται με τη δέουσα σημασία, για αυτό και στην πράξη δεν εφαρμόζεται σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι έννοιες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, της εξοικονόμησης ενέργειας, της οικολογικής δόμησης δεν κατάφεραν να ενσωματωθούν στην πράξη στον τρόπο με τον οποίο χτίζουμε τα κτίρια μας. Η αλήθεια είναι ότι στην πληθώρα των περιπτώσεων, το ελληνικό κτίριο απλά ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης (του 1979), ο οποίος έχει στην ουσία μετατραπεί σε μια υπόθεση ρουτίνας, χωρίς να προβληματίζει το μηχανικό για την ουσία του θέματος που είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η ποιότητα της ζωής των ενοίκων εντός των κτιρίων.¹⁴³

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιριακού τομέα, με την έννοια που η ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία επιβάλλει, αποτελούσε υποχρέωση που έπρεπε να εφαρμόζεται στη χώρα μας από το 2006. Δυστυχώς, για διάφορους λόγους, η πολιτεία κατόρθωσε μόλις πρόσφατα (2009) να θεσπίσει τις απαραίτητες κανονιστικές ρυθμίσεις και τα κατάλληλα εργαλεία, με τα οποία ξεκίνησε και στην Ελλάδα η εφαρμογή της ενεργειακής απόδοσης. Μια υπόθεση για την οποία η χώρα είχε παραπεμφθεί στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο, υπό την απειλή υψηλότατων προστίμων (από 32.000 ευρώ την ημέρα). Παρ' όλα αυτά, οι οδηγίες 2006/32/EK και 2005/32/EK ακόμα να ενσωματωθούν στην εθνική νομοθεσία, ενώ για τη δεύτερη οδηγία εκκρεμεί και απόφαση του ΔΕΚ [C-169/09 (13.5.2009)] για παράλειψη εμπρόθεσμης μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο.¹⁴⁴

Εξίσου σημαντικός παράγοντας για την μη εφαρμογή των βιοκλιματικών προτύπων είναι εκείνος του κόστους. Αυτό φαίνεται κυρίως μέσα από το γεγονός ότι αν και ο

¹⁴² ΥΠΕΧΩΔΕ, «Οδηγός για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες», 2001, http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf, (τελευταία επίσκεψη: 22-10-2013).

¹⁴³ Δημήτρης Αθανασίου, «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων: Η επόμενη μέρα», εισήγηση ημερίδας, Κέρκυρα, 6 Μαΐου 2011.

¹⁴⁴ Πηγή: <http://politics.wwf.gr/images/stories/docs/nomothesia/Nomothesia%20updates%2001-10.pdf>, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013).

κανονισμός θερμομόνωσης μετρά πάνω από 25 χρόνια, η ευρεία εφαρμογή του κωλύεται από τους «μύθους» αναφορικά με το υψηλό κόστος κατασκευής της και τη μη αναγκαιότητα λόγω των ήπιων καιρικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν άλλοι πιο σημαντικοί παράγοντες που αυξάνουν το κόστος κατασκευής (πχ η πολιτική γης) και ότι η θερμομόνωση χρησιμοποιείται όχι μόνο για θέρμανση, αλλά και για ψύξη. Οι μελέτες θερμομόνωσης είναι υποβαθμισμένες, τα θερμομονωτικά υλικά που εφαρμόζονται είναι διακοσμητικού χαρακτήρα (δεν ξεπερνούν τα 2εκ στα σημαντικά σημεία), οι κατασκευές είναι ανεξέλεγκτες, ενώ σε μεγάλο ποσοστό τοποθετούνται μη πιστοποιημένα συστήματα κουφωμάτων και κατασκευάζονται υπερμεγέθεις εξώστες στα κτίρια, εκτονώνοντας τεράστια θερμική ενέργεια. Τα παραπάνω προκαλούν τόσο σημαντική ενεργειακή σπατάλη που είναι ικανά να εκμηδενίσουν κάθε προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας, ακόμα και μέσα από την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες κατά τον πλείστον δεν είναι και ελληνικής παραγωγής.¹⁴⁵ Βέβαια, η εφαρμογή των οδηγιών 89/106/ΕΟΚ και 2002/91/ΕΚ έχει συμβάλλει στον περιορισμό αυτής της πολιτικής. Ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ), που έχει ιδρυθεί στη βάση της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ, έχει εκδώσει μέχρι σήμερα μόνο για τα εξωτερικά κουφώματα περίπου στα εκατό πρότυπα απαιτήσεων, ελέγχου, δοκιμών και αξιολόγησης.¹⁴⁶ Ωστόσο, αν και η εφαρμογή της οδηγίας έχει σημαντικά οφέλη για την οικονομία, το υψηλός κόστος που συνεπάγονται οι διαδικασίες και τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται (ιδιαίτερος ο συντελεστής θερμοπερατότητας U) για την απονομή του σήματος CE αναμένεται να δυσχεράνει τις βιομηχανίες στην εφαρμογή των απαιτήσεων.¹⁴⁷

Σε μεγάλο βαθμό πάντως η ελλιπής εφαρμογή της ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, οφείλεται στην σχεδόν θρησκευτική προσήλωση σε πρακτικές του παρελθόντος, αδιαφορώντας για τις δεσμεύσεις μας σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, μένοντας - και εδώ - δεκαετίες πίσω από άλλες ευρωπαϊκές χώρες, στις οποίες η οικολογική αρχιτεκτονική και η

¹⁴⁵ Πηγή: http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=86501295482282, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013)

¹⁴⁶ βλ. πρότυπο για τα εξωτερικά κουφώματα EN14351/2-02.

¹⁴⁷ Πηγή: http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=86501295482282, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013)

χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί κοινή πρακτική στις οικοδομές. Σε αυτό συμβάλλει και η αδιαφορία ή άγνοια του μεγαλύτερου ποσοστού των ελλήνων μηχανικών και εργολάβων. Αν και οι επίσημα εγγεγραμμένοι στο ΤΕΕ ανέρχονται στους 110.000, μόνο μερικές δεκάδες από αυτούς είναι σχετικοί με το θέμα.¹⁴⁸ Κύρια υπεύθυνη για αυτή την εξέλιξη είναι η ελληνική κυβέρνηση και η αδράνεια ή αδιαφορία ως προς την εκπόνηση εκστρατειών ενημέρωσης των κατασκευαστών και των καταναλωτών ως προς τα μακροπρόθεσμα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη που μπορεί να επιφέρει η ολοκληρωμένη εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Ωστόσο, θα ήταν άδικο να μην αναφέραμε ότι έχει σημειωθεί μια μικρή πρόοδος τα τελευταία χρόνια. Μέχρι σήμερα έχουν δομηθεί περίπου 178 βιοκλιματικές κατασκευές και 2 οικιστικά σύνολα, εκ των οποίων οι 58 βρίσκονται στην Αττική, 41 στη Μακεδονία, στη Στερεά Ελλάδα και Εύβοια περίπου 17, όσες και στην Κρήτη, 14 στην Πελοπόννησο και σε μικρότερη κλίμακα στην υπόλοιπη Ελλάδα. Στο συντριπτικό ποσοστό τους, που φτάνει στο 74%, αφορούν κτίρια κατοικιών, ενώ μόνο την τελευταία δεκαετία παρατηρείται μία στροφή προς τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και από τον τριτογενή τομέα, κυρίως σε κτίρια γραφείων ή εκπαιδευτικά. Όσον αφορά στα παθητικά συστήματα στο κέλυφος των κτιρίων εφαρμόζονται κυρίως σε χαμηλές κατοικίες.¹⁴⁹

Την θετική αυτή εξέλιξη αντικατοπτρίζουν και τα συμπεράσματα του 2^{ου} εθνικού Σχεδίου Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ)¹⁵⁰, το οποίο αξιολογεί τα μέτρα που έχουν εφαρμοστεί ή σχεδιάζονται να εφαρμοστούν στους τομείς της τελικής χρήσης ενέργειας. Συγκεκριμένα, αποδείχτηκε ότι την περίοδο 2007-2010 η χώρα παρουσίασε ραγδαία μείωση στην κατανάλωση ενέργειας, επιτυγχάνοντας παράλληλα, τους ενεργειακούς στόχους για το 2010. Συγκεκριμένα, ενώ την περίοδο 1990-2007 η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας αυξανόταν με ρυθμούς 2.4%

¹⁴⁸ Πηγή: http://ecoweek.netfirms.com/ecoweek/eco_building_ecoweek_GR.htm, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013)

¹⁴⁹ Ευγενία Λάζαρη, *Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής*, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002, σελ. 7.

¹⁵⁰ Το «2ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης - ΣΔΕΑ» προκύπτει από το Ν. 3855/2010 αναφορικά με τα «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις». Το ΣΔΕΑ κατατίθεται στην ΕΕ σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ.

ετησίως, την τριετία 2007-2010 σημείωσε μείωση της τάξης του 13,9% (-3.7% μεταξύ 2007-2009 και -8,1% μεταξύ 2009-2010). Σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, η εξοικονόμηση ενέργειας έχει ξεπεράσει τον ενδιάμεσο στόχο του 2010 και τον τελικό στόχο εξοικονόμησης για το 2016.¹⁵¹

4.4. Αποτίμηση της εθνικής πολιτικής για τη βιωσιμότητα του κτιριακού τομέα

Στην Ελλάδα έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα ένα ευρύ κανονιστικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος γενικότερα, και τις κτιριακές υποδομές ειδικότερα. Η σχετική αυτή νομοθεσία πηγάζει κατά κύριο λόγο από τις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας ως προς την προστασία του περιβάλλοντος και την ευρωπαϊκή νομοθεσία που καλείται να ενσωματώσει στο εσωτερικό της. Εντούτοις, όπως συμβαίνει στο πλείστο των περιπτώσεων, η θέσπιση νόμων και κανονιστικών διατάξεων δεν αρκεί για την αλλαγή του υπάρχοντος σκηνικού. Απαιτείται συντονισμένη δράση και έλεγχος, και όχι καθυστερήσεις, ασάφειες και παραλήψεις.

Η μη εφαρμογή της υπάρχουσας νομοθεσίας είναι το κύριο ζήτημα που καλείται να διορθώσει η πολιτική ηγεσία. Ανεξάρτητα από τη γενικότερη διαφθορά που εντοπίζεται σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης, τους τομείς πολιτικής και τους φορείς άσκησης εξουσίας, η ανεπαρκής εφαρμογή του κανονιστικού πλαισίου οφείλεται και στις μεγάλες καθυστερήσεις που εντοπίζονται από τη σύναψη μέχρι την ψήφιση των νόμων. Ιδιαίτερος στις περιπτώσεις ενσωμάτωσης ευρωπαϊκών οδηγιών, η χώρα μας καταλήγει σχεδόν πάντα να τις ενσωματώνει στην ελληνική δικαιοπραξία μετά το πέρας της οριζόμενης από την εκάστοτε οδηγία προθεσμία, με αποτέλεσμα την επιβολή κυρώσεων υπό την μορφή τεράστιων χρηματικών προστίμων μέχρι τη συμμόρφωση του κράτους στις ευρωπαϊκές επιταγές. Πέραν τούτου, η παραχθείσα νομοθεσία είναι σχεδόν πάντα αυτούσια μεταφορά των αντίστοιχων κοινοτικών οδηγιών και όχι προσαρμοσμένη στα ελληνικά δεδομένα, δημιουργώντας έτσι κείμενα ασαφή και πολύπλοκα, που αφήνουν χώρο για παρανοήσεις.

¹⁵¹ Πηγή: <http://www.energypress.gr/portal/resource/contentObject/id/8576d470-7795-4539-a4cd-7df666222a9c>, (τελευταία επίσκεψη: 22-11-2013).

Τέλος, η ελλιπής εφαρμογή των κανόνων δικαίου, ιδίως στην περίπτωση της βελτίωσης των κτιριακών υποδομών, οφείλεται στην ανεπαρκή εκπαίδευση και επιμόρφωση των επαγγελματιών του κλάδου για τις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και τη βιώσιμη κατασκευή, καθώς και στην ισχνή πληροφόρηση των ενδιαφερομένων μερών (βιομηχανίες, ιδιώτες, τεχνικό προσωπικό κ.τ.λ.) γύρω από τα οφέλη που προκύπτουν από τη μετάβαση από τη συμβατική στην ενεργειακά αποδοτική κατασκευή, αλλά και για τρέχοντα προγράμματα δράσης που μπορούν να ελαφρύνουν το οικονομικό κόστος που απαιτείται για την μετατροπή των κτιρίων.

Σε γενικές γραμμές, η ελληνική πολιτική για το περιβάλλον και τα κτίρια ακολουθεί την ίδια τακτική που χρησιμοποιείται και στις υπόλοιπες επιμέρους τομεακές πολιτικές, η οποία δεν είναι άλλη από την φαινομενική μόνο υιοθέτηση πολιτικών και δράσεων και την έλλειψη σαφούς πολιτικής βούλησης για πραγματική εφαρμογή των κανόνων.

Κεφάλαιο 5: Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης. Ορισμοί και μέσα επίτευξης

Το πέρασμα από το συμβατικό στο οικολογικό κτίριο έδωσε χώρο τόσο για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όσο και για την υιοθέτηση νέων θεωρητικών, εννοιολογικών προσεγγίσεων. Μέχρι σήμερα, έχουν υιοθετηθεί πολλοί, διαφορετικοί ή και πολλές φορές συγγενείς ορισμοί που περιγράφουν τις διάφορους τύπους των πράσινων κατασκευών. Το γεγονός αυτό, οδήγησε στην σε μεγάλο βαθμό παρανόηση και σύγχυση των εννοιών αυτών, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται απερίσκεπτα και καταχρηστικά. Προκειμένου, λοιπόν, να γίνει καλύτερα αντιληπτό το καινοτόμο στοιχείο των κτιρίων μηδενικής ή σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, γίνεται παρακάτω μια προσπάθεια αποσαφήνισης των βασικών εννοιών που συχνά συναντώνται.

5.1. Ορισμοί

5.1.1. Βιώσιμη κατασκευή

Βιώσιμες θεωρούνται οι κατασκευές που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εφαρμόζονται με ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης, με στόχο τη μεγιστοποίηση της περιβαλλοντικής απόδοσης κάθε νέας και υφιστάμενης κατασκευής, που αποδέχεται την αξιολόγηση κύκλου ζωής και στηρίζεται στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.¹⁵²

Στην βιώσιμη κατασκευή εκτός από τους παράγοντες οικονομικό κόστος, ποιότητα της κατασκευής και χρόνος, που αποτελούν τους βασικούς παράγοντες της συμβατικής κατασκευής, εισάγονται και νέοι παράγοντες που αφορούν το κοινωνικό σύνολο. Πλέον θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα στάδια ζωής ενός κτιρίου, από τον σχεδιασμό, την λειτουργία και μέχρι την κατεδάφιση, ενώ τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα κτίρια πρέπει να έχουν την δυνατότητα να ανακυκλωθούν και να έχουν χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να έχουμε μείωση των στερεών απορριμμάτων, μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και της ρύπανσης του αέρα, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερες συνθήκες διαβίωσης.¹⁵³

5.1.2. Βιοκλιματικό κτίριο

Ως *βιοκλιματική αρχιτεκτονική* νοείται ο σχεδιασμός εσωτερικών και εξωτερικών χώρων που αξιοποιεί το τοπικό κλίμα (ηλιακή ακτινοβολία, άνεμος κλπ) με τέτοιο τρόπο ώστε το κτιριακό κέλυφος του κτιρίου να δημιουργεί εσώκλιμα ικανό να αποδίδει χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και να παρέχει συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.¹⁵⁴ Ένα βιοκλιματικό κτίσμα θα πρέπει να ενσωματώνει τα κριτήρια:

- της αναγκαιότητας (*necessitas*)

¹⁵² Δημήτρης Κ. Μπίκας, «Αειφορία και αισθητική στις κατασκευές. Αειφόρος δόμηση, βιοκλιματικός σχεδιασμός – κτίριο μηδενικών εκπομπών», ΑΠΘ, σελ. 11, <http://www.ihu.edu.gr/attachments/events/sustainability-and-design/prof-dimitrios-bikas.pdf>, (τελευταία επίσκεψη: 29-10-2013).

¹⁵³ Τ. Γιαννακοπούλου, «Εισαγωγή στις βιώσιμες κατασκευές», ΔΠΘ, σελ. 3-9.

¹⁵⁴ Κλειώ Ν. Αξαρή, «Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού», σημειώσεις σεμιναρίου με γενικό τίτλο «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων», Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009, σελ. 11.

- της άνεσης (*commoditas*)
- της θελκτικότητας (*voluptas*), και
- της οικολογίας (*ecologicas*).

Παράλληλα, ένα κτίριο που δομείται στη βάση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα πρέπει να κινείται στο πλαίσιο της οικολογικής λογικής που αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσα από την χρήση οικοδομικών υλικών φιλικών απέναντι στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Αναπόσπαστο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα, αφού εφαρμόζονται στις κτιριακές κατασκευές με σκοπό την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για την θέρμανση, ψύξη και τον φωτισμό των κτιρίων.¹⁵⁵ Έτσι μπορούμε να έχουμε ιδανική θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, η οποία ανάλογα με την εποχή να είναι υψηλή τον χειμώνα και χαμηλή το καλοκαίρι, αποφεύγοντας τη χρήση συστημάτων για την διατήρησή της¹⁵⁶.

Η βιοκλιματική δόμηση σαφώς και προτιμάται έναντι της συμβατικής κατασκευής αφού επιφέρει πολλαπλά οφέλη για τον χρήστη, που διακρίνονται σε ενεργειακά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά. Ειδικότερα, ένα βιοκλιματικά σχεδιασμένο κτίριο που χρησιμοποιεί τεχνικοοικονομικά αποδοτικές ενεργειακές τεχνολογίες μπορεί να επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 80% συγκριτικά με ένα παραδοσιακά δομημένο κτίσμα. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε μεγαλύτερο οικονομικό όφελος, καθότι μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις αλλά και η ανάγκη για εγκατάσταση Η/Μ συστημάτων. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να αμεληθεί και το περιβαλλοντικό όφελος καθώς ένα βιοκλιματικά δομημένο κτίριο παράγει πολύ λιγότερους ρύπους και έχει μειωμένες εκπομπές διοξειδίου (CO₂). Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται αισθητά ή ποιότητα ζωής του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου.

¹⁵⁵ Ευγενία Λάζαρη, «Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα. Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής», ό. π., υποσημ. 145, σελ. 3.

¹⁵⁶ Κώστας Στεφ. Τσίππρας, *Το Οικολογικό Σπίτι*, Λιβάνη, Αθήνα 1966, σελ. 171.

5.1.3. Παθητικό κτίριο

Ως παθητικό ορίζεται «το κτίριο στο οποίο η θερμική άνεση (ISO 7730)¹⁵⁷ εξασφαλίζεται αποκλειστικά από προθέρμανση ή πρόψυξη της ποσότητας του νωπού αέρα, η οποία απαιτείται (DIN 1946)¹⁵⁸ για την σωστή εσωτερική ατμόσφαιρα, χωρίς τη χρήση επιπλέον ανακυκλοφορίας του αέρα».¹⁵⁹

Πρόκειται για ένα ενεργειακά αποδοτικό κτίριο που μας προσφέρει συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, χωρίς την χρήση παραδοσιακών συστημάτων θέρμανσης και χωρίς διαρκή κλιματισμό. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται πολύ καλή θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου, μηδενικές θερμογέφυρες, πολύ καλά θερμομονωτικά κουφώματα άριστα τοποθετημένα, μεγάλη αεροστεγανότητα, και, ένα κεντρικό σύστημα αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε ιδανική θερμοκρασία χώρου μεταξύ 19- 22° C, αλλά και υγρασία στο χώρο μεταξύ 40 – 60%, ενώ η εξοικονόμηση για το κόστος θέρμανσης φτάνει το 85%.¹⁶⁰

5.1.4. Κτίριο Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ)

Θετική απόρροια της ευρωπαϊκής οδηγίας για τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης (EPBD) είναι η σαφώς η φιλόδοξη στοχοθέτηση για όλα τα νέα κτίρια να πληρούν τις προδιαγραφές των κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, τα οποία αποτελούν εξέλιξη των παθητικών κτιρίων, έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2020.

Αν και δεν υπάρχει ακόμα κάποιος σαφής ορισμός, ως **Zero Energy Building (ZEB)** χαρακτηρίζεται το κτίριο «*το οποίο είναι χτισμένο έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες ενεργειακές*

¹⁵⁷ Με τον ISO 7730 προτείνονται οι μέθοδοι για την πρόβλεψη της γενικής θερμικής άνεσης των ατόμων που διαμένουν σε ήπια θερμικά περιβάλλοντα. Μέσω του υπολογισμού του Μέσου Αναμενόμενου Θερμικού Δείκτη (Predicted Mean Vote – PMV) και του Θεωρητικού Ποσοστού Δυσaréσκειας (Predicted Percentage of Dissatisfied – PPD) διευκολύνεται ο προσδιορισμός της θερμικής άνεσης, στη βάση των περιβαλλοντικών συνθηκών που θεωρούνται αποδεκτές για τη γενική και τοπική θερμική άνεση, καθώς και εκείνων που εκπροσωπούν την τοπική δυσφορία. Βλ. σχετικά ISO 7730:2005, όπως παρατίθεται στο www.iso.org, (τελευταία επίσκεψη: 15-07-2013).

¹⁵⁸ Πηγή: <http://www.din.de>, (τελευταία επίσκεψη: 15-07-2013)

¹⁵⁹ Πηγή: <http://www.eipak.org/pathitiko-ktirio-passive-house>, (τελευταία επίσκεψη: 15-07-2013)

¹⁶⁰ Sustainable Energy Ireland (SEI), “Passive homes. Guidelines for the design and construction of passive house dwellings in Ireland”, SEI 2007, pp 1. http://www.seai.ie/Renewables/Renewable_Energy_for_the_Homeowner/SEI_Passive_House_A4.pdf, (τελευταία επίσκεψη: 15-07-2013).

απαιτήσεις, και η εισερχόμενη ενέργεια από το δίκτυο με την εξερχόμενη ενέργεια να είναι ίσες κατά την διάρκεια ενός έτους».

Ωστόσο, συναντάται συχνά και ο όρος *Nearly Zero Energy Building*, που σύμφωνα με τον ορισμό του «είναι το κτίριο το οποίο έχει πολύ υψηλή ενεργειακή συμπεριφορά. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο, πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ που παράγονται επί τόπου ή κοντά στον χώρο που βρίσκεται το κτίριο».¹⁶¹

Σε κάθε περίπτωση, η ποσότητα ενέργειας που πρέπει να εισέρχεται σε ένα κτίριο ZEB πρέπει να παράγεται από ΑΠΕ σε σταθμούς τοποθετημένους στη γύρω περιοχή του οικοδομήματος. Η παροχή της ενέργειας μπορεί να προέρχεται από πηγές που βρίσκονται είτε στο οικοπέδο του κτιρίου (on-site) είτε εκτός του οικοπέδου (off-site).¹⁶²

5.1.4.1.Επιλογές παροχής ενέργειας σε κτίριο ZEB

5.1.4.1.1. Μείωση της απαιτούμενης ενέργειας μέσω τεχνολογιών χαμηλής κατανάλωσης.

Σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη του ZEB είναι η μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, ώστε να εξοικονομείται ενέργεια και όχι να παράγεται επιπλέον. Προς εξυπηρέτηση του εν λόγω σκοπού χρησιμοποιούνται τεχνικές που έχουν ως στόχο την εκμετάλλευση παραμέτρων όπως είναι το φυσικό φως, ο φυσικός δροσισμός ή ο προσανατολισμός του κτιρίου. Παράλληλα, παράγοντες όπως η εγκατάσταση μόνωσης, η αντικατάσταση των κουφωμάτων και η εγκατάσταση μονάδων υψηλής απόδοσης ψύξης, θέρμανσης και φωτισμού συντελούν στη βέλτιστη επίτευξη του στόχου του ZEB.

¹⁶¹ Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC, Brussels, OJ. L 114/64, 27-04-2006.

¹⁶² Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., “Zero Energy Building- A critical look at the definition”, ACEEE summer study Pacific Grove, California, 2006.

5.1.4.1.2. Παροχή ενέργειας από πηγές στο εσωτερικό του οικοπέδου (on-site)

5.1.4.1.2.1. Χρήση ΑΠΕ εγκατεστημένων πάνω στο κτίριο

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα κτίρια τα οποία διαθέτουν την απαραίτητη τεχνολογία για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία είναι εγκατεστημένη πάνω στο δώμα του κτιρίου ή σε ελάχιστες περιπτώσεις στο κέλυφός του. Αποτελεί τη συνηθέστερη λύση, καθότι δεν απαιτεί μεταφορά και διανομή της ενέργειας, μειώνοντας έτσι τις όποιες απώλειες. Για την παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή, ηλιακοί συλλέκτες για Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) και ανεμογεννήτρια μικρής ισχύος.

5.1.4.1.2.2. Χρήση ΑΠΕ εγκατεστημένων στο οικόπεδο του κτιρίου

Στην περίπτωση αυτή γίνεται και πάλι χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως, φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες για ZNX, μικρής ισχύος υδροηλεκτρικοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες, οι οποίες προορίζονται, αφενός, για αποκλειστική χρήση του κτιρίου, αφετέρου, δεν είναι εγκατεστημένες πάνω σε αυτό.

5.1.4.1.3. Παροχή ενέργειας από πηγές που δεν βρίσκονται στο οικόπεδο του κτιρίου (off-site)

5.1.4.1.3.1. Χρήση ΑΠΕ διαθέσιμων εκτός του οικοπέδου για παραγωγή ενέργειας στο κτίριο

Σε αυτή την κατηγορία γίνεται χρήση διαφόρων ΑΠΕ όπως βιομάζα, αιθανόλη, βιοκαύσιμα, pellets, biodiesel, οι οποίες καλύπτουν συνήθως τις ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση. Δεν θεωρούνται on-site ΑΠΕ επειδή βρίσκονται εκτός του οικοπέδου και συνεπώς πρέπει να αγοραστούν και να μεταφερθούν σε αυτό, γεγονός που αποφέρει επιπλέον σπατάλη ενέργειας.

5.1.4.1.3.2. Αγορά ενέργειας από ΑΠΕ διαθέσιμων εκτός του χώρου του κτιρίου

Στην περίπτωση που δεν καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου από τις παραπάνω μορφές ανανεώσιμων πηγών, τότε επιλέγεται η αγορά ενέργειας από εξωτερικά εγκατεστημένες ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες). Κριτήριο για την επιλογή της κατάλληλης παροχής ενέργειας από ΑΠΕ αποτελεί η τοποθεσία του κτιρίου, ο τρόπος κατασκευής του καθώς και οι κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή.

5.1.4.2. Τύποι κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης

5.1.4.2.1. Διαχωρισμός ανάλογα την παροχή ενέργειας

Λόγω των διαφορετικών συμφερόντων αλλά και του διαφορετικού ενδιαφέροντος των εμπλεκόμενων με ένα κτίριο, δεν υπάρχει ένας καθολικός ορισμός. Η σύγκρουση συμφερόντων έγκειται στην διαφορετική οπτική του κάθε εμπλεκόμενου στο κτίριο. Ο ιδιοκτήτης για παράδειγμα εστιάζει στο κόστος της εγκατάστασης και την διάρκεια απόσβεσης, ο μηχανικός στο να κατασκευάσει ένα αυτόνομο κτίριο με τεχνολογίες ΑΠΕ, το κράτος να καλύψει τα νούμερα που απαιτούνται από την οδηγία και τέλος οι οικολογικές οργανώσεις στις εκπομπές ρύπων. Έτσι προκύπτουν οι τέσσερις παρακάτω ορισμοί.¹⁶³

5.1.4.2.1.1. Net Zero site Energy

Κτίριο που παράγει όση τελική ενέργεια χρειάζεται κατά την διάρκεια ενός έτους από ΑΠΕ εγκατεστημένες μέσα στην τοποθεσία του. Ένα site ZEB, δηλαδή, δίνει έμφαση στην τελική ενέργεια που παράγει και όχι στην πρωτογενή. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στις στέγες, η χρήση ηλιακών συλλεκτών ή κάποιας μικρής ανεμογεννήτριας είναι τεχνολογίες που συνήθως χρησιμοποιούνται προς αυτό το σκοπό. Ωστόσο, δεν αποκλείεται και η εκμετάλλευση ενέργειας που παράγεται κοντά στην τοποθεσία του κτιρίου (υδροηλεκτρική, φωτοβολταϊκά σε χώρους στάθμευσης κλπ). Ο συγκεκριμένος τύπος ZEB, αν και αποτελεί ίσως το πιο πλήρες μοντέλο κτιρίου μηδενικής κατανάλωσης αφού ελάχιστα επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες, διαθέτει ένα σημαντικό μειονέκτημα: δεν λαμβάνει υπόψη τους συντελεστές μετατροπής της καταναλισκόμενης ενέργειας σε πρωτογενή. Καθότι ο συντελεστής μετατροπής περίπου την τριπλάσια αξία από την ενέργεια που παράγεται από το φυσικό αέριο, προκύπτει ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι ισοδύναμη με την ενέργεια από φυσικό αέριο που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου. Με άλλα λόγια, για κάθε kWh που εξάγουμε, χρησιμοποιούμε αντίστοιχα 1 kWh θερμικής ενέργειας από φυσικό αέριο. Επομένως, τα κτίρια μεγάλων απαιτήσεων θέρμανσης θα πρέπει να έχουν μεγάλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για να αντισταθμίζουν το παραπάνω μειονέκτημα.

¹⁶³ P.Torcellini, S. Pless, M.Deru "Zero Energy Building- A critical look at the definition", ό. π., υποσημ. 158.

Διαφορετικά, θα πρέπει να προτιμηθεί η χρήση εναλλακτικών συστημάτων θέρμανσης, όπως π.χ. οι αντλίες θερμότητας και όχι απαραίτητα το φυσικό αέριο. Τέλος, στα αρνητικά θα πρέπει να συμπεριληφθεί και το κόστος το οποίο αυξάνεται αν υπολογίσουμε τον πολύ καλό σχεδιασμό και τον μεγάλο μη ρυπογόνο εξοπλισμό που απαιτείται για την κατασκευή ενός site ZEB.

5.1.4.2.1.2. Net Zero Source Energy

Σε αντίθεση με τον παραπάνω ορισμό, ένα κτίριο τύπου Zero Source Energy, είναι σε θέση να παράγει όση πρωτογενή – και όχι τελική - ενέργεια χρειάζεται κατά την διάρκεια ενός έτους. Προκειμένου να υπολογιστεί το σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας που χρειάζεται για να καλυφθούν οι ανάγκες ενός τέτοιου οικοδομήματος, πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την εισερχόμενη και εξερχόμενη ενέργεια με τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής της ενέργειας σε πρωτογενή για κάθε μορφή ενέργειας. Ουσιαστικά, ένα source ZEB έρχεται να καλύψει την αδυναμία του προηγούμενου κτιριακού μοντέλου, αφού εκμεταλλεύεται το συντελεστή της ηλεκτρικής ενέργειας που είναι τριπλάσιος από τον αντίστοιχο του φυσικού αερίου. Συνεπώς, σε ένα τέτοιο κτίριο δεν είναι απαγορευτική η εκτεταμένη χρήση του φυσικού αερίου, αν και πρωταρχικός στόχος είναι η παραγωγή ενέργειας εξ ολοκλήρου από ανανεώσιμες πηγές και όχι από φυσικό αέριο.

5.1.4.2.1.3. Net zero energy Costs

Στην περίπτωση ενός κτιρίου cost ZEB, πρέπει να υπάρχει ισορροπία όσον αφορά στα χρήματα που δίνονται από την εταιρεία παραγωγής ενέργειας στον ιδιοκτήτη του κτιρίου για την εξερχόμενη από αυτό ενέργεια, με τα χρήματα που διαθέτει ο ιδιοκτήτης στην εταιρία, τόσο για την ενέργεια που αγοράζει σε ένα έτος, όσο και για την εξυπηρέτηση του.

5.1.4.2.1.4. Net Zero Energy Emissions

Σε ένα emissions ZEB κτίριο, πρέπει οι συνολικές εκπομπές ρύπων να είναι μηδενικές. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ΑΠΕ αντί συμβατικών καυσίμων, με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Το τελικό ισοζύγιο ανάμεσα στους ρύπους από την καύση συμβατικών καυσίμων με τους ρύπους που εκλείψαμε λόγω της αντικατάστασης συμβατικών καυσίμων με ΑΠΕ, πρέπει να είναι μηδέν.

5.1.4.2.2. Διαχωρισμός ανάλογα την σύνδεση του κτιρίου στο δίκτυο

Εν συνεχεία, ένας ακόμη διαχωρισμός που γίνεται ανάμεσα στα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης, συναρτάται με το αν τα εν λόγω κτίρια είναι συνδεδεμένα ή μη στο εθνικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στην κατηγορία αυτή συναντάμε τα off-grid ZEB και τα on-grid ZEB.

5.1.4.2.2.1. Off-grid ZEB

Πρόκειται για ένα κτίριο το οποίο παράγει ενέργεια προκειμένου να καλύψει αποκλειστικά τις δικές του ανάγκες και δεν είναι συνδεδεμένο με το εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια που παράγεται από το κτίριο αποθηκεύεται σε συσσωρευτές ώστε να καλύπτεται η τροφοδοσία του ακόμη και σε νυκτερινές ώρες. Υπάρχουν όμως κάποιοι παράγοντες που δημιουργούν σημαντικά μειονεκτήματα, όπως:

- Αυξημένο κόστος της κατασκευής λόγω του κόστους των συσσωρευτών
- Περιορισμένες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας
- Επειδή δεν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο, πρέπει να γίνεται αποθήκευση της πλεονάζουσας ενέργειας

5.1.4.2.2.2. On-grid ZEB

Σε αντίθεση με την προηγούμενη κατηγορία, ένα on-grid ZEB είναι συνδεδεμένο με το εθνικό δίκτυο διανομής ενέργειας. Μάλιστα σύμφωνα με τον Clark (2008), θα ήταν ενδιαφέρουσα μια μορφή on-grid ZEB σε επίπεδο γειτονιάς ή και περιοχής (ZEB community), στην οποία όλα τα κτίρια θα έχουν μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις και θα μπορούν να χρησιμοποιούν διάφορες μορφές ΑΠΕ, προτιμότερο on-site. Επίσης οι ιδιοκτήτες θα μπορούν να μοιραστούν το κόστος της εγκατάστασης διάφορων μορφών ΑΠΕ, όπως για παράδειγμα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου ή ανεμογεννητριών στην περιοχή, καθώς και την ενέργεια που παράγεται από αυτό, ενώ θα μπορούν να πουλήσουν στο δίκτυο τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια.

5.2. Μέσα υλοποίησης Κτιρίου Μηδενικής Κατανάλωσης

5.2.1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

5.2.1.1. Κτιριακή Μορφολογία

5.2.1.1.1. Προσανατολισμός και σχήμα

Το κτίριο που βασίζεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, πρέπει να λειτουργεί ως αποθήκη και παγίδα θερμότητας, ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα και να αποθηκεύει φυσική ψύξη το καλοκαίρι¹⁶⁴.

Μεγάλος παράγοντας στη λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη είναι το κατάλληλο σχήμα του κτιρίου, σε συνδυασμό με άλλες προϋποθέσεις όπως ο σωστός προσανατολισμός, η χωροθέτησή του στο οικόπεδο, το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό και η λειτουργική διάρθρωση του εσωτερικού.

Οι ανάγκες ενός κτιρίου σε ψύξη, θέρμανση και φωτισμό, επηρεάζονται σημαντικά από το σχήμα του κτιρίου. Αν λάβουμε υπόψη την τροχιά του ήλιου, προκύπτει ότι το ιδανικό σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολή-δύσης, με επιτρεπτή απόκλιση ως 30°, αφού έτσι επιτυγχάνουμε καλύτερο φυσικό φωτισμό και συλλέγουμε περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το καλοκαίρι μπορούμε να αντιμετωπίσουμε εύκολα την ηλιακή επίδραση με την χρήση σκίασης. Όσον αφορά τον ανατολικό και τον δυτικό προσανατολισμό, έχουν σημαντικά μικρότερη επιβάρυνση κατά τους θερινούς μήνες. Σχετικά με το κυβικό σχήμα ενός κτιρίου, έχει παρατηρηθεί ότι είναι προτιμότερο από ένα επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, καθώς έχει μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα και με κατάλληλες επεμβάσεις στο γεωμετρικό του σχήμα μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα. Αντιθέτως, ένα επίμηκες κτίριο κατά τον άξονα βορρά-νότου, έχει αρνητικά αποτελέσματα τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Από τα παραπάνω

¹⁶⁴ Wright, D., van Nostrand, Natural Solar Architecture, Reinhold Company, 1978, σελ. 49

προκύπτει πως το ιδανικό σχήμα κτιρίου, ανεξαρτήτως κλίματος, είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης με διαφορετικές αναλογίες.¹⁶⁵

Ο προσανατολισμός ενός κτιρίου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή, το φυσικό τοπίο, το ανάγλυφο του εδάφους, η τοπογραφία της περιοχής και ο κυκλοφοριακός θόρυβος.¹⁶⁶ Στην Ελλάδα ως καταλληλότερος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος, αφού παρέχει τρεις φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία συγκριτικά με το δυτικό ή τον ανατολικό, προσφέροντάς μας έτσι μεγαλύτερη ποσότητα ηλιασμού το χειμώνα.

5.2.1.1.2. Λειτουργική οργάνωση εσωτερικού

Κατά την αρχική αρχιτεκτονική διαμόρφωση του εσωτερικού ενός κτιρίου, πρέπει να γίνεται διαχωρισμός των χώρων ανάλογα με την χρήση τους, ώστε εν συνεχεία να τοποθετηθούν στην επιθυμητή με βάση τον προσανατολισμό πλευρά. Αρχικά τους χώρους τους οποίους χρησιμοποιούμε περισσότερο και στους οποίους θέλουμε να έχουμε ιδανικές θερμοκρασιακές συνθήκες, τους τοποθετούμε στη νότια πλευρά του κτιρίου. Στη συνέχεια, οι χώροι με μικρότερη χρήση από τους οποίους δεν έχουμε υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις τοποθετούνται στο ενδιάμεσο και τέλος τους βοηθητικούς χώρους (αν υπάρχουν) τους τοποθετούμε στο βόρειο τμήμα του κτιρίου, ώστε να λειτουργούν ως κάποιου είδους μόνωση για τους υπόλοιπους χώρους, διαχωρίζοντας τους κατά αυτό τον τρόπο από την άμεση επαφή με τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες. Έτσι επιτυγχάνουμε την μείωση των θερμικών απωλειών από τους κύριους χώρους της κατοικίας.¹⁶⁷

Ιδανική λύση αποτελεί ο σχεδιασμός ενός κτιρίου κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, αφού μας δίνει την δυνατότητα να τοποθετήσουμε περισσότερα δωμάτια στην νότια πλευρά. Αυτή η λύση είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί στην περίπτωση μιας μονοκατοικίας η οποία δεν γειτονεύει με άλλα κτίρια. Το πρόβλημα των δωματίων που βρίσκονται στην βόρεια όψη του κτιρίου, μπορούμε να το αντιμετωπίσουμε

¹⁶⁵ Colombo R. Passive Solar Architecture for Mediterranean Area, Design Handbook, February 1994, σελ. 124

¹⁶⁶ Lebens R., Passive Solar Heating Design, Applied Science Publishers, 1980

¹⁶⁷ The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook, Brussels 1996, σελ. 164

τοποθετώντας παράθυρα είτε στην ανατολική είτε στην δυτική πλευρά τους.¹⁶⁸ Στην περίπτωση που η κατοικία συνορεύει με άλλη, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη και τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τους ενδιάμεσους τοίχους, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ενδιάμεση μόνωση.¹⁶⁹

Εκτός από τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο, υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον προσανατολισμό, όπως είναι η θέα, η ασφάλεια κ.α.. Επίσης πρέπει να θυμόμαστε ότι όσο πιο μεγάλος είναι ένας χώρος τόσο μεγαλύτερες απαιτήσεις έχει σχετικά με τις ανάγκες του σε θέρμανση ή ψύξη και να λαμβάνουμε υπόψη τα θερμικά κέρδη που έχουμε από τη χρήση του χώρου, όπως για παράδειγμα τα θερμικά οφέλη από τον φούρνο στο χώρο της κουζίνας.

Το καθιστικό και η τραπεζαρία έχουν συνήθως το μεγαλύτερο εμβαδό σε μια κατοικία και είναι ένας χώρος που χρησιμοποιείται αρκετές ώρες της ημέρας. Έτσι θα ήταν καλό να τοποθετείται στην νότια όψη του κτιρίου, ούτως ώστε να εκμεταλλεύεται τα ηλιακά κέρδη που θα συνεισφέρουν σημαντικά στην θέρμανσή του. Επίσης σε αυτό το χώρο υπάρχουν θερμικά οφέλη και από την χρήση των διαφόρων συσκευών και φωτιστικών. Επειδή συνήθως συναντάμε μεγάλα ανοίγματα, θα πρέπει να δοθεί προσοχή σχετικά με την υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες, την οποία μπορούμε να αντιμετωπίσουμε με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα η σκίαση, η τοποθέτηση θερμομονωτικών τζαμιών κ.α., για τους οποίους όμως θα γίνει ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο.

Η κουζίνα συγκριτικά με τους υπόλοιπους χώρους της κατοικίας, αποτελεί τον χώρο με τα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη από την ίδια χρήση της, λόγω της ύπαρξης πολλών ηλεκτρικών συσκευών, όπως για παράδειγμα η ηλεκτρική κουζίνα, που συνεισφέρουν σημαντικά στις ανάγκες για θέρμανση. Επειδή όμως έχουμε και την δημιουργία υγρασίας, πρέπει να εξασφαλίζουμε τον καλό αερισμό του δωματίου με την κατασκευή ενός παραθύρου, το οποίο στην περίπτωση που η κουζίνα είναι ενιαία με το καθιστικό προτιμάται να είναι μεγάλο, αφού θα πρόκειται για χώρο

¹⁶⁸ Funaro G., Fanchiotti A., and D' Errico E., *Edifici Solari Passivi in Italia*, Viale Redina Margherita, Roma 1985, σελ. 119

¹⁶⁹ Yannas Simos, *Solar Energy And Housing Design Volume 1*, Architectural Association, 1994, σελ. 64

συχνής χρήσης. Έτσι γίνεται κατανοητό πως είναι προτιμότερο να αποφεύγουμε τον δυτικό και τον νότιο προσανατολισμό, οι οποίοι κατά τους θερινούς μήνες μπορούν να δημιουργήσουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες και να προτιμούμε τον βόρειο, όπου δεν έχουμε μεγάλη ηλιακή δραστηριότητα.

Από την άλλη οι ανάγκες θέρμανσης ενός υπνοδωματίου σχετίζεται με τον τρόπο χρήσης τους. Για παράδειγμα σε ένα παιδικό δωμάτιο έχουμε περισσότερη ανάγκη για θέρμανση, συγκριτικά με ένα δωμάτιο που χρησιμοποιείται ως γραφείο. Θα πρέπει ωστόσο να προσέξουμε την τοποθέτηση τους στο χώρο, καθώς επηρεάζεται η ανταλλαγή θερμότητας και έχουμε επιπτώσεις στην συνολική θερμική άνεση.

Τέλος, στο μπάνιο θέλουμε να θερμική άνεση συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, κάτι που δεν μπορούμε να εξασφαλίσουμε απαραίτητα τοποθετώντας το σε ένα συγκεκριμένο προσανατολισμό. Έτσι καταλήγουμε στο να το τοποθετούμε όπου θεωρούμε ότι μας βολεύει περισσότερο.

5.2.2. Τεχνικές θερμομόνωσης

Πριν από την πετρελαϊκή κρίση του 1973, η ενεργειακή απόδοση των επιμέρους τμημάτων του κελύφους των κτιρίων ποτέ δεν αποτέλεσε κρίσιμο και σημαντικό παράγοντα στο σχεδιασμό των κτιρίων. Ωστόσο, η μέχρι το 1973 κατάσταση άλλαξε ριζικά με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αρκετών προτύπων και κανονισμών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης διάφορων στοιχείων του κτιριακού κελύφους. Έτσι, η μέχρι πρότινος τακτική, το κέλυφος των κτιρίων να σχεδιάζεται από τους αρχιτέκτονες μηχανικούς με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στην ικανοποίηση πολλών παραγόντων, κατασκευαστικών και αισθητικών, διαμορφώθηκε εκ νέου με τη βελτίωση ενεργειακής συμπεριφοράς του. Στα 1974 εμφανίζονται οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης στις Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία) με στόχο μέσα από την σωστή θερμομόνωση κτιρίων την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Ελλάδα, η επιβολή θερμομόνωσης στα νέα κτίρια ρυθμίστηκε για πρώτη φορά νομοθετικά στα τέλη της δεκαετίας του 80' (ΦΕΚ362/1979). Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοίχοι, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί

παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας.

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως να δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.¹⁷⁰

Πιο αναλυτικά, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μεταφορά θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο. Κάτι ανάλογο συμβαίνει το χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, αλλά και το καλοκαίρι, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου. Η θερμομόνωση του κτιρίου προσφέρει ουσιαστικά σε αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα», επιβραδύνοντας έτσι την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας του κτιρίου με το περιβάλλον μέσα από τις επιφάνειες (τοιχούς, οροφές, πατώματα, πόρτες, παράθυρα). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα συστήματα θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων. Τα πιο συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την ροή θερμότητας από και προς το κτίριο επειδή περιέχουν στο εσωτερικό τους ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ διογκωμένη πολυστερίνη).

Σε κάθε περίπτωση, ένα κτίριο πρέπει να έχει επαρκή θερμομόνωση σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειές του, κατακόρυφες και οριζόντιες, ώστε να εμποδίζεται κατά το δυνατόν η διαφυγή της θερμικής ενέργειας.

5.2.2.1. Κέλυφος

Η θερμική προστασία στο κτίριο αφορά στη μείωση των ανταλλαγών θερμικής ενέργειας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος, δηλαδή σε τεχνικές εφαρμοζόμενες στο κτιριακό κέλυφος, οι οποίες μειώνουν τις απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον τους ψυχρούς μήνες, ενώ τους θερμούς μήνες

¹⁷⁰ Υπηρεσία Ενέργειας, *Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων*, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Αθήνα, 2010.

μειώνουν την είσοδο της θερμότητας προς το κτίριο. Η σημαντικότερη τεχνική θερμικής προστασίας του κτιρίου είναι η θερμομόνωση του κελύφους, η οποία αφορά τόσο στο αδιαφανές κτιριακό κέλυφος (εξωτερική τοιχοποιία, οροφές, δάπεδα, κουφώματα) όσο και στα διαφανή στοιχεία του (υαλοπίνακες).

5.2.2.1.1. Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας

Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης χωρίς χρονική καθυστέρηση, και δεν μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή, παραθεριστικές κατοικίες, σχολεία, κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας κ.λπ. Η εσωτερική θερμομόνωση καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα κ.λπ. (βλ. Εικόνα 3).

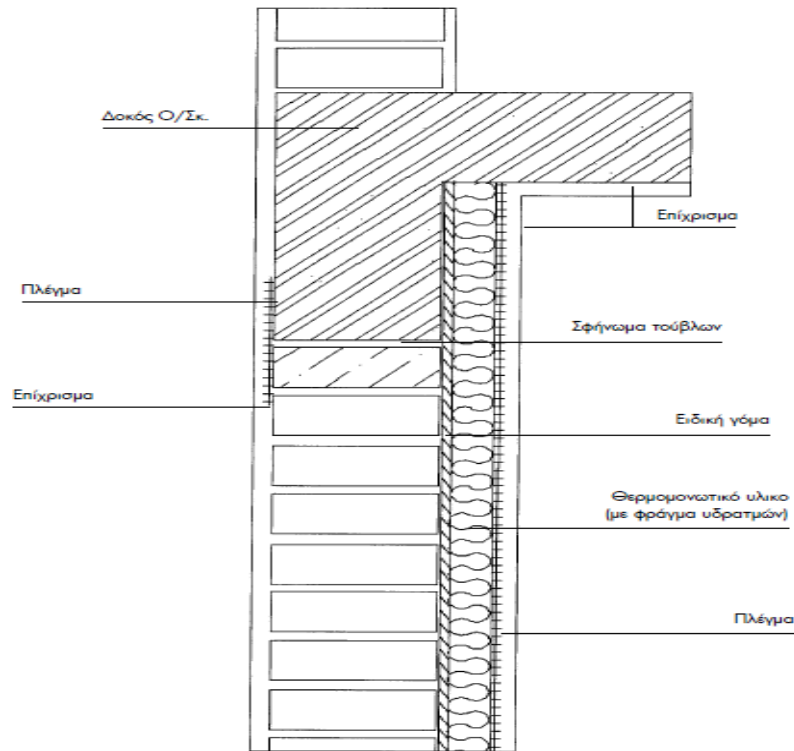
Τα πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Απλή και γρήγορη κατασκευή
- Οικονομικότερη κατασκευή σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
- Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.)

Τα μειονεκτήματά της είναι:

- Πρόβλημα θερμογεφυρών (κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων).
- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
- Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές - διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών που για να αποφευχθεί απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανο, νάιλον κ.λπ.) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.
- Δυσκολία, όχι αξιόπιστα, στο να κρεμαστούν ράφια, πίνακες κ.λπ. μεγάλου βάρους και τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

- Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.



Εικόνα 3: Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό

5.2.2.1.2. Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας

Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κ.λπ. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια πρέπει να γίνεται με προσοχή, λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο συντελεστή δόμησης. (βλ. Εικόνα 4).

Τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

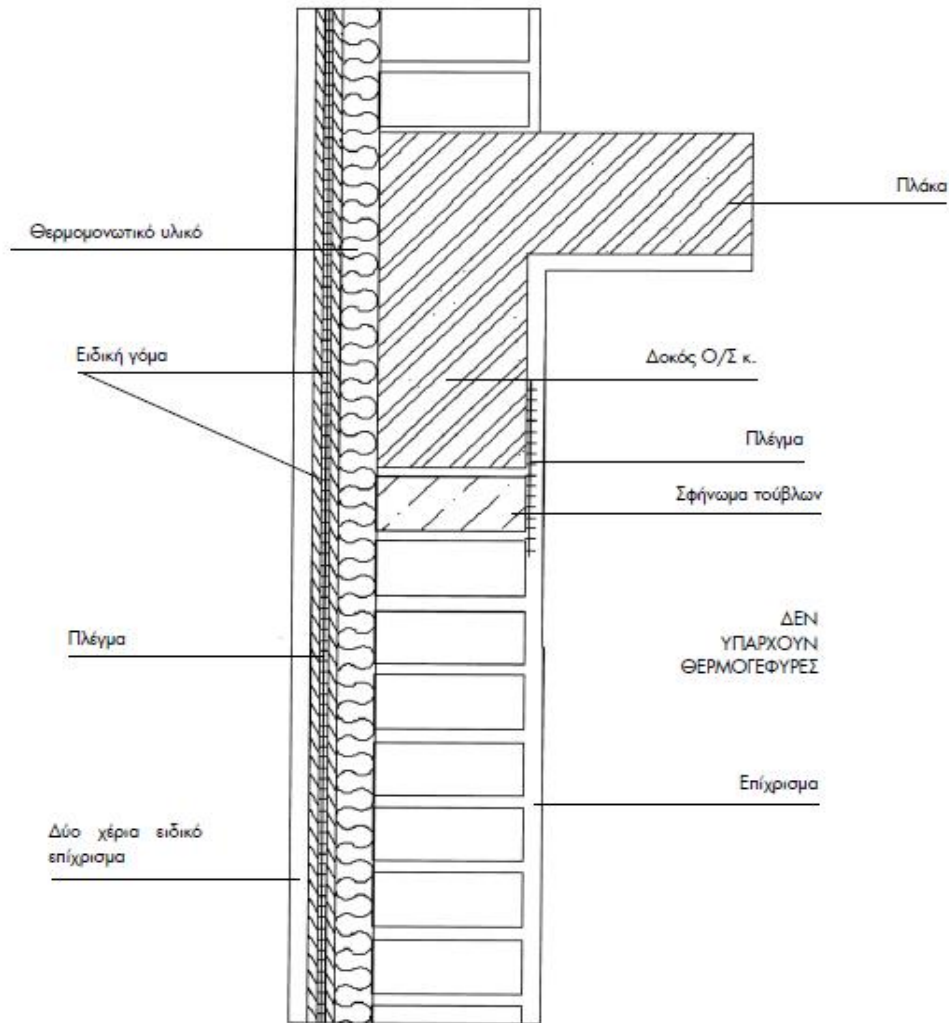
- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης

λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.

- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος θέρμανσης/ψύξης εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στα νότια κυρίως δομικά στοιχεία από τον ήλιο εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων επαρκούς πάχους.
- Προστασία εξωτερικών επιφανειών τοίχων από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Ελαχιστοποίηση έως μηδενισμός των θερμογεφυρών.
- Σε περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.
- Προστασία από καιρικές συνθήκες

Τα μειονεκτήματα της είναι:

- Αυξημένο κόστος κατασκευής.
- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή (ορθή επιλογή υλικών, ορθή τοποθέτηση) για αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη.
- Δυσκολία/Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.



Εικόνα 4: Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό

5.2.2.1.3. Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής επιφάνειας

Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου/μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ. Για συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης που ισχύουν, θα πρέπει να τοποθετηθεί θερμική μόνωση στο διάκενο.

Ο εσωτερικός επιμέρους τοίχος από τούβλο θα απορροφήσει και θα συγκρατήσει τη θερμική ενέργεια ενώ το κτίριο θερμαίνεται. Ο τοίχος θα επιστρέψει τη θερμότητα αυτή στα δωμάτια όταν το κτίριο δεν θερμαίνεται, διατηρώντας έτσι μια πιο ομοιόμορφη εσωτερική θερμοκρασία.

Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής θα διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο και μπορεί να τρέξει στο εσωτερικό μέτωπο του τοίχου αυτού.

Για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας από τον εξωτερικό τοίχο στο θερμομονωτικό υλικό, θα πρέπει να υπάρχει ένα σαφές διάκενο μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και των θερμομονωτικών πλακών. Ένα καθαρό κενό πάχους 5 cm, είναι κατάλληλο για όλους τους βαθμούς έκθεσης. Για ορισμένες περιπτώσεις, ένα καθαρό κενό των 2,5 cm θα είναι αρκετό για να αποτρέψει την είσοδο της υγρασίας στο θερμομονωτικό υλικό.

Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, δεν προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.

5.2.2.1.4. Θερμομόνωση μεσοτοιχίας

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δρομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ.

5.2.2.1.5. Διαφανής Θερμομόνωση

Εναλλακτική θερμομόνωση αποτελεί η διαφανής θερμομόνωση για την κατασκευή μεγάλων εξωτερικών επιφανειών. Η διαφανής μόνωση μπορεί να περιγραφεί ως ένας «μηχανισμός» που μας επιτρέπει την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με ελεγχόμενη χρήση του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες, όπως τα συμβατικά αδιαφανή μονωτικά υλικά. Ο διττός αυτός μηχανισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση στα διαφανή μονωτικά υλικά

επικαλυπτικών στρωμάτων χαμηλής ακτινοβολίας, που μειώνουν την διαπερατότητα του γυαλιού στην θερμική ακτινοβολία, ενώ δεν επηρεάζεται η διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι το μεν φως μπορεί να περάσει, η δε θερμότητα εμποδίζεται. Η συνεχής εξέλιξη των διαφανών μονωτικών υλικών οδήγησε στην εξέλιξη δύο γεωμετρικών κατηγοριών: α) τα απορροφητικά κάθετα στρώματα και β) τις ημιομογενείς δομές.

Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών των διαφανών θερμομονωτικών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη ενός συντελεστή θερμικής διαπερατότητας χαμηλότερο από $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ενώ διατηρείται η ηλιακή διαπερατότητα σε ποσοστό υψηλότερο του 70%. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες της είναι πολύ καλές, καλύτερες ακόμη και από διπλούς υαλοπίνακες. Συγκεκριμένα, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των υλικών αυτών είναι $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ για πάχος 10 cm, ενώ για διπλό υαλοπίνακα η τιμή είναι περίπου $3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Η διαφανής θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοσθεί και πάνω από υπάρχουσες μη μονωμένες τοιχοποιίες, όπως ακριβώς συμβαίνει με τις παραδοσιακές μονώσεις.

5.2.2.2. Οροφή

Η οροφή και η στέγη, που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες, καθώς είναι τα μέρη εκείνα του κτιρίου που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών. Αποτελούνται από διάφορα στρώματα τα οποία παρέχουν τις διαφορετικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα τη θερμομόνωση, την υδατοστεγάση και την εξωτερική κάλυψη. Η μόνωση της οροφής είναι πολύ σημαντική διότι το επάνω μέρος οποιασδήποτε οικοδομής έχει απώλειες θερμότητας σε όλη του την επιφάνεια. Χρησιμοποιώντας τη σωστή ποσότητα θερμικής μόνωσης μειώνονται οι απώλειες κατά τη διάρκεια του χειμώνα και συνεπώς το κτίριο θα γίνει πιο αποδοτικό μιας και η ενέργεια που θα απαιτείται θα είναι λιγότερη.

Μεταξύ των μονωτικών υλικών, υπάρχουν διάφορες πιθανές λύσεις που εξαρτώνται από το εάν η οροφή είναι επίπεδη ή με κλίση, ή εάν είναι ομαλή ή όχι η επιφάνειά της. Η καλύτερη επιλογή, είναι η εγκατάσταση πλακιδίων που είναι ενωμένα με εισδοχές το ένα με το άλλο χωρίς καρφιά. Υπάρχουν επίσης και παραδοσιακά αετώματα φτιαγμένα από κεραμικό ή σκυρόδεμα. Επιπλέον προτείνεται και η χρήση

πλακών από σχιστόλιθο εάν το υλικό αυτό βρίσκεται εύκολα στην περιοχή.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι οροφές υπερθερμαίνονται διότι δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια. Για την αποτροπή τέτοιων καταστάσεων μια καλή λύση είναι η κατασκευή οροφών με πλήρη ή μερικό αερισμό.

5.2.2.2.1. Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής με οπλισμένο σκυρόδεμα

Οροφή θεωρείται η κατασκευή η οποία είναι κεκλιμένη ή οριζόντια. Το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί είτε κάτω από την πλάκα είτε πάνω σε αυτή.

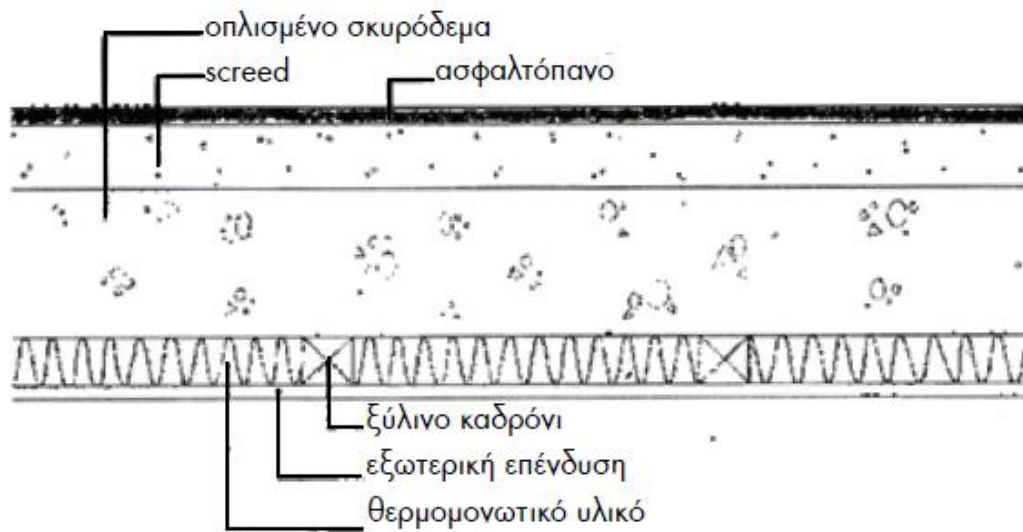
Θερμομόνωση κάτω από την πλάκα: Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα κ.λπ.). Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση ή μετά. Καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος ή με γυψοσανίδα ή με όποιου τύπου ψευδοροφή, εφόσον το επιτρέπει το ύψος του χώρου (βλ. Εικόνα 5).

Πλεονεκτήματα:

- Άμεση απόδοση συστήματος κλιματισμού.
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).

Μειονεκτήματα:

- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
- Πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας στις γωνίες λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών.



Εικόνα 5: Θερμομόνωση επίπεδης οροφής κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος

Θερμομόνωση πάνω από την πλάκα: Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού. Το θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία, τοποθετείται κάτω από την στεγάνωση (περίπτωση κλασικής μόνωσης) (βλ. Εικόνα 6) ή πάνω από αυτήν (ανεστραμμένη μόνωση). Στην πρώτη περίπτωση όποιο στεγανωτικό και να χρησιμοποιηθεί απαιτείται φράγμα υδρατμών πάνω από την πλάκα.

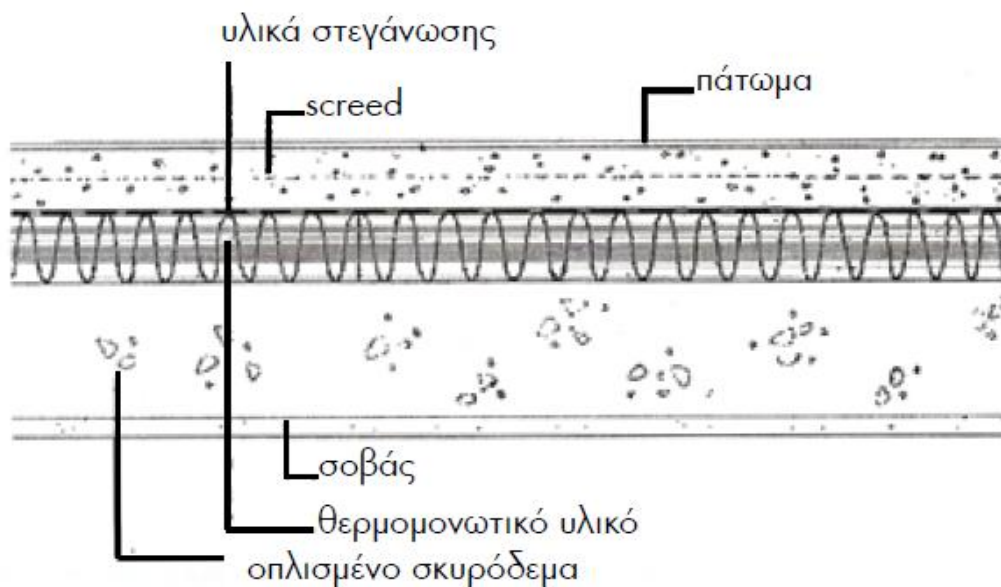
Πλεονεκτήματα:

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας της πλάκας.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικής χρήσης του συστήματος κλιματισμού, εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στην πλάκα.
- Προστασία εξωτερικής επιφάνειας πλάκας από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.

- Σε περίπτωση εφαρμογής σε υφιστάμενα κτίρια, δεν εμποδίζεται η λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και δεν μειώνεται το ωφέλιμο ύψος του.

Μειονεκτήματα:

- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή σε συνδυασμό με τη στεγάνωση.



Εικόνα 6: Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον, τοποθετημένη στην πάνω πλευρά της πλάκας

5.2.2.2.2. Θερμομόνωση στέγης

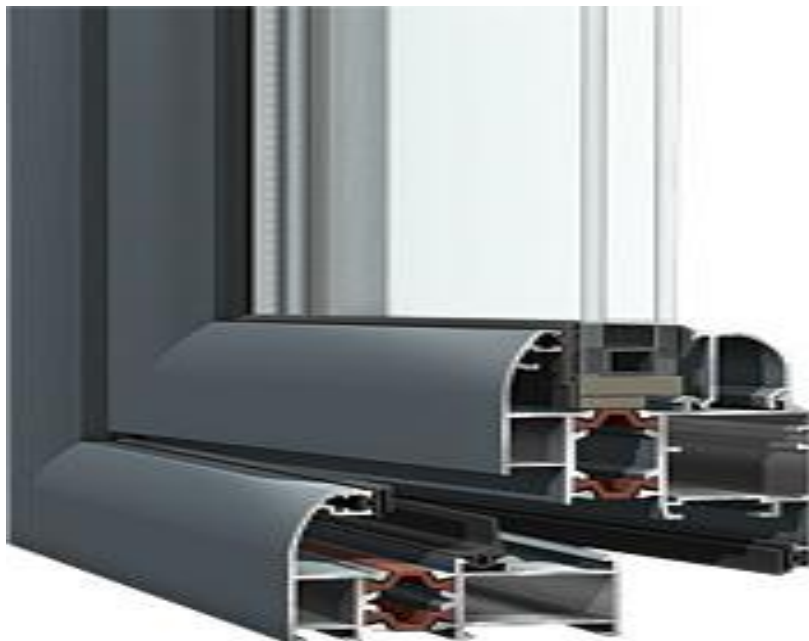
Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη θερμομόνωση στεγών πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή όπως:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών για να μειώνεται ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών στην περιοχή επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά.

- Ευκολία χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.
- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπύκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.

5.2.2.3. Θερμομονωτικά κουφώματα

Τα θερμομονωτικά κουφώματα οφείλουν την θερμομόνωση τους στην θερμοδιακοπή, δηλαδή στην χρήση ενός υλικού, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας, το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού τμήματος μιας διατομής αλουμινίου (βλ. Εικόνα 7).



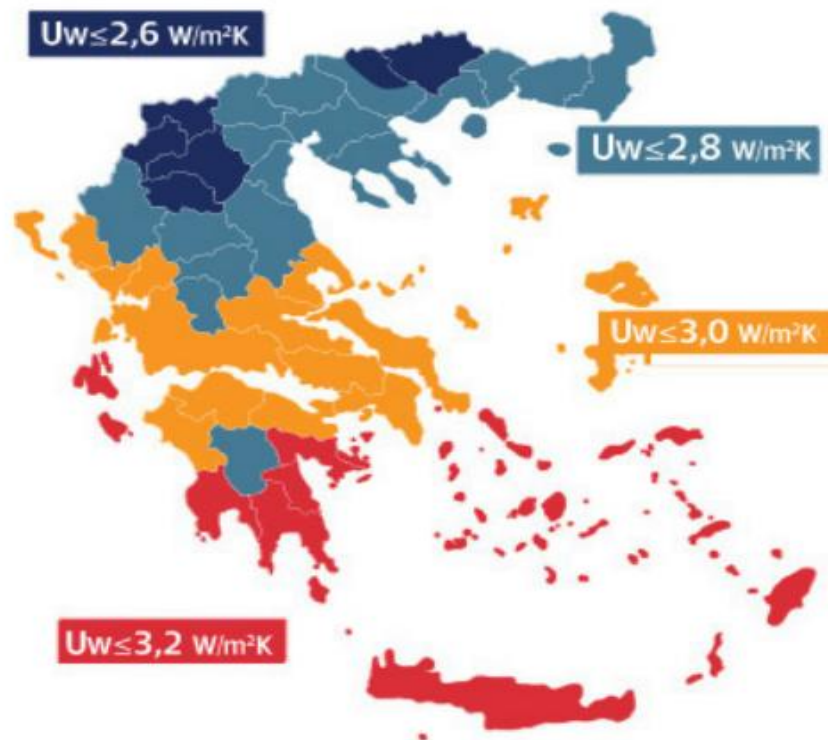
Εικόνα 7: Τομή θερμομονωτικού κουφώματος

Το πιο διαδεδομένο υλικό για αυτήν την εφαρμογή είναι το πολυαμίδιο ενισχυμένο με 25% ίνες υάλου, το οποίο εξασφαλίζει την απαιτούμενη στιβαρότητα της διατομής, καθώς και την ομοιότροπη συμπεριφορά της. Επίσης, το ενισχυμένο

πολυαμίδιο έχει παρόμοιο γραμμικό συντελεστή διαστολής με το αλουμίνιο. Τα οφέλη που προκύπτουν από την τοποθέτηση θερμομονωτικών κουφωμάτων αλουμινίου είναι πολλαπλά αφού με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουμε συνθήκες θερμικής άνεσης όλο το χρόνο, μειώνουμε το λειτουργικό κόστος, συμβάλλουμε στην προστασία του περιβάλλοντος και ελαττώνουμε το κόστος συντήρησης του σπιτιού μας. Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή του θερμομονωτικού συστήματος είναι τα εξής:

- Μειωμένες τιμές θερμοπερατότητας κατά 40-70% σε σύγκριση με τα απλά κουφώματα αλουμινίου.
- Μείωση μεταφοράς θερμότητας ψύξης από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό και αντιστρόφως και κατά συνέπεια εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων
- Μείωση της συμπύκνωσης υδρατμών στην επιφάνεια του κουφώματος και σε άλλες παρακείμενες λείες επιφάνειες στο εσωτερικό του χώρου, ελαχιστοποιώντας το ενδεχόμενο εμφάνισης μούχλας.

Οι υαλοπίνακες των παραθύρων συντελούν σε μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτούς μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Η αντικατάστασή τους από ειδικούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e) μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων, καθώς και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνεται στους εσωτερικούς χώρους. Οι υαλοπίνακες αυτοί εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας από το να εισέρχεται στο κτίριο, ή να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησής τους και τον προσανατολισμό του κτιρίου. Βέβαια, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8, το ποσοστό θερμοπερατότητας που θα έχουν οι υαλοπίνακες εξαρτάται και από την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο.



Εικόνα 8: Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή θερμοπερατότητας υαλώσεως U_w ανάλογα με την κλιματική ζώνη

5.2.2.4. Τεχνικές φύτευσης δώματος

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα που μπορούν να πείσουν κάποιον σήμερα να αποφασίσει να μετατρέψει το δώμα ή την ταράτσα του σε ένα φυτεμένο δώμα. Αρχικά μια τέτοια εφαρμογή μειώνει σημαντικά το κόστος θέρμανσης του κτιρίου, διότι η διαστρωμάτωση, ανάλογα με το πάχος της, λειτουργεί ως επιπλέον θερμομόνωση και μειώνει τις θερμικές απώλειες. Ταυτόχρονα μειώνει και το κόστος ψύξης εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα, καθώς η θερμοκρασία εντός του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες διατηρείται περίπου 10-15 βαθμούς κάτω από την εξωτερική.

5.2.2.4.1. Προδιαγραφές κατασκευής

Η εγκατάσταση ενός κήπου σε δώμα προσθέτει φορτία στην επιφάνεια του δώματος. Ανάλογα με τη μορφή του κήπου, με τη χρήση του, με τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του και με το μέγεθος των φυτών, η καταπόνηση του δώματος από τα φορτία του κήπου κυμαίνεται γενικά από 5% έως

65%. Υπάρχει όμως η δυνατότητα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να κατασκευαστεί κήπος σε δώμα υφιστάμενου κτιρίου, η στατική επιβάρυνση από τον κήπο να είναι μηδενική ή και αρνητική, όταν προηγείται αποξήλωση της υπάρχουσας επικάλυψης του δώματος. Συνήθως σε μια ελαφριά κατασκευή τα επιπρόσθετα φορτία υπολογίζονται περίπου στα 0.50 kN/m^2 , ενώ σε μια βαριά κατασκευή κήπου μπορούν να φθάσουν και τα 6.00 kN/m^2 . Ωστόσο, αν θέλει κανείς να υπολογίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια το επιπρόσθετο φορτίο από την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος, θα πρέπει στα φορτία των συνήθων στρώσεων (στεγάνωσης, θερμομόνωσης, κλίσεων κτλ.) να υπολογίσει αναλυτικά και τα επιμέρους φορτία του κηπευτικού τμήματος, λαμβάνοντας υπόψη του το βάρος της κάθε στρώσης σε κατάσταση κορεσμού από άποψη υγρασίας και το βάρος των φυτών σε πλήρη ανάπτυξη.

5.2.2.4.2. Διαδικασία φύτευσης

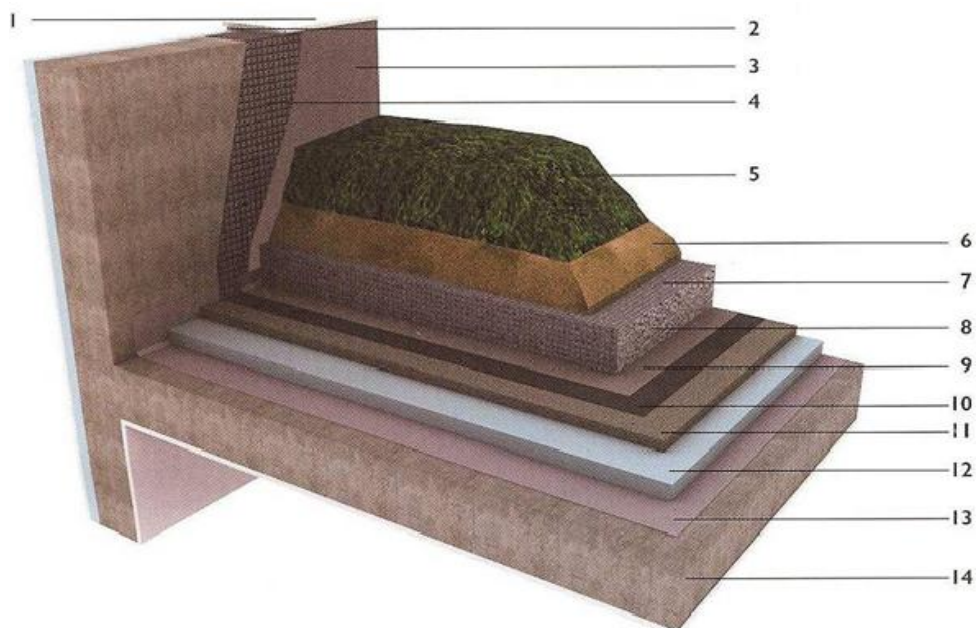
Για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της φύτευσης του δώματος πρέπει αρχικά η επιφάνεια του δώματος να έχει καθαριστεί καλά και να έχουμε επισκευάσει τυχόν φθορές. Στη συνέχεια γίνεται επάλειψη της επιφάνειας σε δύο στρώσεις κατ' ελάχιστο, με ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα για τη δημιουργία φράγματος υδρατμών. Τα στάδια διαστρωμάτωσης που ακολουθούν είναι τα εξής:

Θερμομονωτική Στρώση	Γίνεται η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών, σύμφωνα με την μελέτη θερμομόνωσης
Ρύσεις και Αστάρωμα Επιφάνειας πριν την Στεγάνωση	Δημιουργία στρώσης ρύσεων με χρήση κατάλληλου υλικού (ελαφροσκυρόδεμα, περλομπετόν, γαρμπιλοσκυρόδεμα κτλ), με ελάχιστη κλίση 1,5%. Μετά την ξήρανση της τελικής στρώσης η επιφάνεια των ρύσεων θα πρέπει να είναι βατή και λεία και χωρίς σαθρά σημεία.
Στεγανωτικές Αντιριζικές Στρώσεις	– Για την προστασία των υποκείμενων δομικών στοιχείων από την επιθετική συμπεριφορά των ριζών των φυτών είναι απαραίτητη η στεγάνωση του δώματος με διπλή στρώση αντιριζικών ασφαλτικών μεμβρανών, οι οποίες θα

	είναι πλήρως επικολλημένες στην υποκείμενη επιφάνεια
Προστασία Στεγανωτικής Στρώσης	Ακολουθεί προστατευτική στρώση από υψηλής πυκνότητας φύλλο πολυαιθυλενίου (HDPE), ελάχιστου πάχους 0,75χιλ. επάνω από τη στεγανωτική στρώση, για να αποφευχθεί πιθανός «τραυματισμός» της στεγανωτικής μεμβράνης κατά τις εργασίες που ακολουθούν.
Αποστραγγιστική Στρώση	Τοποθετείται επάνω από την προστατευτική στρώση αποστράγγισης. Η σύγχρονη τεχνολογία φυτεμένων δωματίων προτείνει έναντι του χαλικιού, πολυστραγγιστικές αποστραγγιστικές μεμβράνες, οι οποίες συνδυάζουν τις στρώσεις διήθησης, αποστράγγισης και διαχωρισμού προστασίας σε ένα προϊόν, ενοποιημένο και εξαιρετικά ελαφρύ
Υπόστρωμα Φύτευσης	Επάνω από τις αποστραγγιστικές μεμβράνες διαστρώνεται το υπόστρωμα φύτευσης, που είναι μείγμα ανόργανων και οργανικών ουσιών και έχει διάφορες ποιότητες ανάλογα με τον τύπο φύτευσης για τον οποίο προορίζεται
Φύτευση	Ακολουθεί φύτευση εκτατικού ή εντατικού τύπου. Είναι αναμενόμενο ότι ένα φυτεμένο δώμα χρειάζεται μεγαλύτερη φροντίδα, προσοχή και συντήρηση από ένα μη φυτεμένο δώμα.

Πίνακας 6: Στάδια διαστρωμάτωσης

Στην Εικόνα 9 που ακολουθεί φαίνεται ένα φυτεμένο δώμα σε τομή.



Εικόνα 9: Τομή φυτεμένου δώματος

Όπου 1) Μάρμαρο, 2) Τσιμεντοκονίαμα, 3) Μεμβράνη προστασίας, 4) Ασφαλτόπανο με ψηφίδα, 5) Φυτά, 6) Στρώση χώματος φύτευσης, 7) Φίλτρο συγκράτησης, 8) Αποστραγγιστική στρώση, 9) Μεμβράνη προστασίας από τις ρίζες, 10) Στεγανοποίηση, 11) Περλιτόδεμα με κλίση, 12) Θερμομονωτική στρώση, 13) Φράγμα υδρατμών, 14) Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

5.2.2.4.3. Τύποι φυτεμένου δώματος

Οι πράσινες στέγες κατατάσσονται σε τρία διαφορετικά είδη, αναλόγως του είδους της βλάστησης που χρησιμοποιείται, του βάθους του απαραίτητου υποστρώματος και του βαθμού της φροντίδας που χρειάζονται για την συντήρησή τους. Η επιλογή του είδους της φυτεμένης στέγης μπορεί να επηρεαστεί από την χρήση για την οποία προορίζεται, καθώς και από το γεωγραφικό σημείο όπου βρίσκεται. Έτσι, ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να ανήκει στον εκτατικό (extensive), στον ημιεντατικό (semi extensive), ή στον εντατικό (intensive) τύπο.

5.2.2.4.3.1. Εντατικός τύπος

Ο εντατικός τύπος, ή ταρατσόκηπος όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται στη χώρα

μας, επιλέγεται κυρίως για την ικανοποίηση αισθητικών και ψυχολογικών αναγκών, για την ενίσχυση της σχέσης του κοινού με το φυσικό περιβάλλον. Οι επιλογές των φυτών είναι απεριόριστες και μπορούν προσαρμοστούν ανάλογα με το γούστο του ιδιοκτήτη. Είναι μια καλή επιλογή για υγρά και ήπια κλίματα, που δεν χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους (βλ. Εικόνα 10).

Αλλά το συνολικό όφελος από την εφαρμογή αυτού του είδους πράσινης στέγης περιορίζεται από το υψηλό κόστος τοποθέτησης και συντήρησης της, που κάνουν την απόσβεση της επένδυσης ιδιαίτερα αργή. Επιπλέον, στη χώρα μας, οι περίπλοκες και αυξημένες ανάγκες άρδευσης, περιορίζουν και το οικολογικό όφελος του φυτεμένου δώματος, καθώς η οικονομία στην κατανάλωση νερού είναι υπ' αριθμόν ένα προτεραιότητα για την επιβίωση μας στον πλανήτη.



Εικόνα 10: Εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος

5.2.2.4.3.2. Ημιεντατικός τύπος

Ο ημιεντατικός τύπος χαρακτηρίζεται από τα αντίστοιχα οφέλη και μειονεκτήματα, αναλόγως του βαθμού διείσδυσης του προς τον εντατικό ή τον επεκτατικό τύπο. Γενικότερα, το κριτήριο της αποτελεσματικότητας του πράσινου δώματος σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα νερού που καταναλώνει, το κόστος συντήρησης του για κλάδεμα, κούρεμα, λίπανση και ζιζανιοκτόνα, αλλά και από το ύψος των φυτών που

όσο υψηλότερο είναι πιθανό να ξεριζωθούν από τους δυνατούς ανέμους, με σημαντικό κίνδυνο για τους διερχόμενους (βλ. Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Ημιεντατικός τύπος φυτεμένου δώματος

5.2.2.4.3.3. Εκτατικός τύπος

Ο εκτατικός τύπος συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους τύπους πράσινης στέγης, καθώς συνδυάζει όλα τα οικολογικά με τα οικονομικά οφέλη. Είναι το φυτεμένο δώμα που επιλέγουν παγκοσμίως οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί, καθώς αποσβένει άμεσα, εξοικονομώντας χρήματα για τον επενδυτή από την πρώτη μέρα της τοποθέτησης του. Επίσης, οι περιορισμένες έως μηδενικές ανάγκες αυτού του τύπου σε συντήρηση και σε άρδευση τον αναδεικνύουν ως τον πλέον αποδοτικό και από οικολογική άποψη. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, που το κλίμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις θερμοκρασίας και ισχυρούς ανέμους και όπου η επάρκεια νερού είναι σημαντικά περιορισμένη, ο εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος (βλ. Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος

5.2.2.4.4. Οφέλη από τη φύτευση δώματος

Τα φυτεμένα δώματα προστατεύουν τις υποκείμενες στρώσεις των δομικών υλικών ενός δώματος (π.χ. υγραπονοτικά στοιχεία, θερμομονωτικά υλικά) από τη θερμική επιβάρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη βροχόπτωση, το χιόνι, το χαλάζι, την ακτινοβολία UV και τις μηχανικές καταπονήσεις. Ως αποτέλεσμα έχουμε διπλασιασμό του χρόνου ζωής του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από 30 έτη σε πάνω από 60 έτη, κερδίζοντας έτσι χρήματα για τον ιδιοκτήτη από το κόστος επαναστεγανοποίησης αλλά και την επισκευή του σκυροδέματος, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνουμε σημαντική μείωση του κόστους συντήρησης του κτιρίου.

Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δώματος είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτήν ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και της ανώτατης επιφάνειας της διατομής των φυτεμένων δωματίων (χώματος), παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί λοιπόν ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία το καλοκαίρι και τα αντίστοιχα θερμικά φορτία το χειμώνα. Σε έρευνα που έγινε διαπιστώθηκε ότι οι πράσινες στέγες έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη

θερμική απόδοση μιας σκεπής μέσω της σκίασης, της μόνωσης και της εξατμισοδιαπνοής, με την οποία τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά φορτία. Οι παρατηρήσεις έδειξαν ότι μια πράσινη στέγη θα μπορούσε να μειώσει τη θερμοκρασία και την καθημερινή διακύμανση θερμοκρασίας σημαντικά στους θερμότερους μήνες (άνοιξη και καλοκαίρι). Η πράσινη στέγη επίσης συγκράτησε τη ροή θερμότητας μέσω της σκεπής και μείωσε τη μέση καθημερινή καλοκαιρινή ενεργειακή ζήτηση, που οφειλόταν στη ροή θερμότητας μέσω στέγης, κατά περισσότερο από 75%. Ενώ η περιβαλλοντική θερμοκρασία υπερέβη τους 30°C για 10% των ημερών κατά τη διάρκεια της 22μηνιας περιόδου παρατήρησης, η θερμοκρασία στέγης αναφοράς (απλή στέγη) πήγε επάνω από 30°C κατά τη διάρκεια του μισού από το χρόνο, έναντι σε μόνο 3% του χρόνου για την πράσινη στέγη.¹⁷¹

Στον ελλαδικό χώρο η θερμοκρασία στην επιφάνεια μιας ταράτσας μπορεί να φθάσει τους 80°C. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών αυξάνει την ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη του κτιρίου. Τα φυτά σε ένα φυτεμένο δώμα απορροφούν τη ζέστη για τις ανάγκες του μεταβολισμού τους. Ως αποτέλεσμα έχουμε τη μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της ταράτσας έως 45°C σε σχέση με ένα συμβατικό δώμα (επιφανειακή θερμοκρασία < 35°C). Αυτό συνεπάγεται μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου έως 10°C. Η μείωση του κόστους θέρμανσης και δροσισμού του κτιρίου υπολογίζεται σε έως 50%. Συγκεκριμένα για το πετρέλαιο θέρμανσης υπολογίζεται μείωση της κατανάλωσης σε 2 λίτρα για κάθε τετραγωνικό μέτρο πράσινης ταράτσας κάθε χρόνο. Έτσι επιτυγχάνεται απόσβεση κόστους τοποθέτησης ενός πρασίνου δώματος μέσα σε τρία με τέσσερα χρόνια με τις υπάρχουσες τιμές πετρελαίου. Εκτός από τα περιβαλλοντικά και ενεργειακά, υπάρχουν και πολλά οικονομικά οφέλη τα οποία προσφέρει ένα φυτεμένο δώμα. Είναι πολύ σημαντικό για έναν ιδιοκτήτη να γνωρίζει ότι η μόνωση του δώματος προστατεύεται από εξωτερικούς παράγοντες που θα μείωναν τη διάρκεια ζωής της.

Σημαντικό, τέλος, είναι το γεγονός ότι το κτίριο αναβαθμίζεται αισθητικά και συνεπώς αυξάνεται η εμπορική του αξία. Το γεγονός ότι υπάρχουν περισσότεροι χώροι προς εκμετάλλευση συνεπάγεται την αύξηση της αξίας του ακινήτου.

¹⁷¹ Karen Liu and Bas Baskaran, "Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation", National Research Council, Institute for Research in Construction, www.econ3.com, (τελευταία επίσκεψη: 13-10-2013).

5.2.3. Παθητικά ηλιακά συστήματα

Η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων αποτελεί μια πολύ καλή λύση προκειμένου να επιτύχουμε μείωση στις ενεργειακές ανάγκες που παρουσιάζει ένα κτίριο για θέρμανση. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ιδιότητα που εμφανίζει το γυαλί να αποθηκεύει την ηλιακή ενέργεια που δέχεται και να την μετατρέπει σε θερμική στο εσωτερικό του κτιρίου.

Η αποδοτικότητα ενός παθητικού ηλιακού συστήματος επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους όπως:

- Τον προσανατολισμό του συστήματος
- Τον βαθμό σκιασμού του συλλέκτη
- Την ορατότητα του συλλέκτη προς τον ήλιο το χειμώνα
- Τη θερμική μάζα του συστήματος
- Τις θερμικές απώλειες του συστήματος όλη την διάρκεια του εικοσιτετραώρου¹⁷²

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Άμεσου κέρδους
- Έμμεσου κέρδους
- Απομονωμένου κέρδους

5.2.3.1. Άμεσου κέρδους

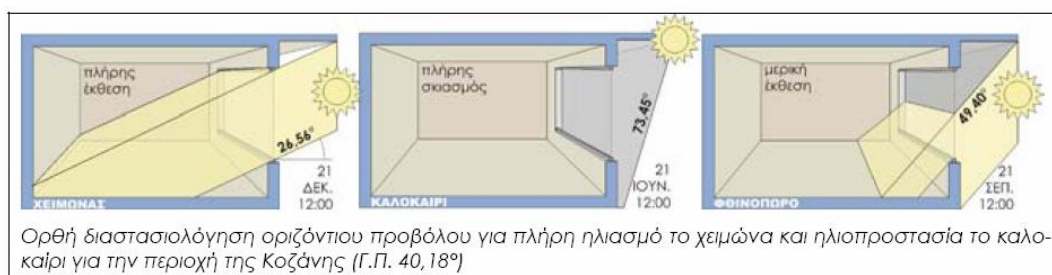
Αποτελούν τον πιο συνηθισμένο και απλό τρόπο εκμετάλλευσης την ηλιακής ακτινοβολίας για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου αποθηκεύεται σε αυτά και στην συνέχεια διαχέεται στο εσωτερικό υπό την μορφή θερμότητας. Η θερμότητα αυτή αποθηκεύεται στα διάφορα υλικά που συνθέτουν τον χώρο. Έτσι δεν χρειάζεται να έχουμε κάποιο σύστημα τεχνικής διανομής της θερμότητας ούτε μια ιδιαίτερη κατασκευή θερμικής μάζας.

¹⁷² Κ Α Π Ε , “Πρόγραμμα Παθητικών Ηλιακών και Υβριδικών Συστημάτων, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική - Εφαρμογές στην Ελλάδα”, Πικέρμι, 1993, σελ. 6.

Να επισημάνουμε εν τούτοις ότι οι ανάγκες του συστήματος εξυπηρετούνται μόνο όταν το άνοιγμα είναι νότιου προσανατολισμού, με μια μικρή αποδεκτή απόκλιση της τάξεως των 20-25°. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όσο μεγαλώνει η απόκλιση, τόσο αυξάνεται η δυσκολία σκίασης των ανοιγμάτων κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Κατά την χειμερινή περίοδο η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως: α) την διαπερατότητα του υαλοστασίου στην ηλιακή ακτινοβολία, β) το μέγεθος, τη θέση και τον συντελεστή θερμοπερατότητας του ανοίγματος, γ) τον προσανατολισμό και την κλίση του υαλοστασίου και δ) την θερμοχωρητικότητα των υλικών που βρίσκονται στο χώρο. Την μείωση των θερμικών απωλειών, μπορούμε να την εξασφαλίσουμε είτε με απλές μεθόδους όπως την χρήση κουρτινών και παντζουριών, είτε με την τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπεμπιμότητας, είτε με την τοποθέτηση κινητών πλαισίων στην όψη του κτιρίου εφόσον αυτό είναι εφικτό.¹⁷³

Αντιθέτως κατά την περίοδο του καλοκαιριού εξασφαλίζουμε την μειωμένη έκθεση του συστήματος στην ηλιακή ακτινοβολία χάρη στο νότιο προσανατολισμό του. Με την τοποθέτηση ενός οριζόντιου προβόλου με την προϋπόθεση του σωστού υπολογισμού του, μπορούμε να έχουμε τον επιθυμητό ηλιασμό κατά τους χειμερινούς μήνες και προστασία κατά τους θερινούς (βλ. Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Ορθή διαστασιολόγηση οριζόντιου προβόλου για πλήρη ηλιασμό το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι. [Πηγή: Παλαμιτζόγλου Μαρία, «Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων. Εφαρμογή στο κτίριο γενικών αποθηκών Ελλάδος στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης», ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Σεπτ. 2010, σελ. 120]

¹⁷³ Παλαμιτζόγλου Μαρία, «Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων. Εφαρμογή στο κτίριο γενικών αποθηκών Ελλάδος στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης», ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Σεπτ. 2010, σελ. 120.

Στην περίπτωση που ένα άνοιγμα δεν διαθέτει τις απαραίτητες διαστάσεις ή εμποδίζεται η ηλιακή ακτινοβολία εν μέρει από κάποιο εμπόδιο, μπορούμε να τοποθετήσουμε ανακλαστήρες. Η χρήση ανακλαστήρων μπορεί να γίνει και για να κατευθύνουμε την ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνειες με μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα. Αναλόγως όμως με το που είναι τοποθετημένοι, μπορούν να προκαλέσουν σκίαση στην διάχυτη ακτινοβολία, η οποία τις συννεφιασμένες μέρες είναι η μοναδική αξιοποιήσιμη πηγή, επιφέροντας έτσι επιπτώσεις στα ενεργειακά οφέλη.

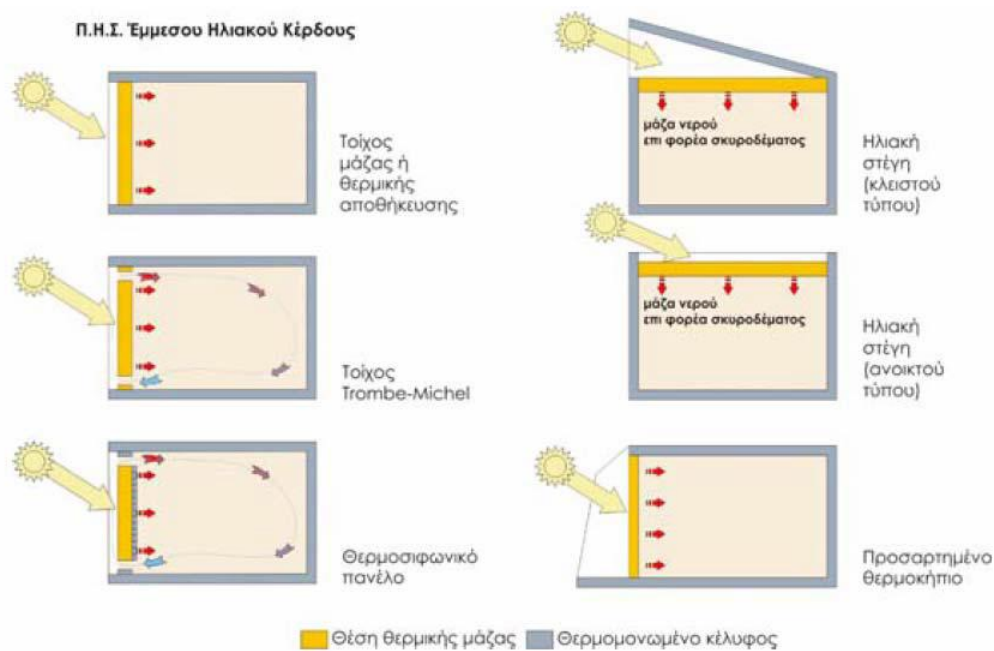
5.2.3.2. Έμμεσου κέρδους

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους, η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται, αποθηκεύεται υπό την μορφή θερμότητας και στη συνέχεια διαχέεται με έμμεσο τρόπο στο εσωτερικό του κτιρίου. Ο χώρος όπου αποθηκεύεται η θερμότητα συνήθως διαχωρίζεται από το εσωτερικό με κάποιο δομικό στοιχείο υψηλής θερμοχωρητικότητας, χάρη στο οποίο η απόδοση της θερμότητας γίνεται με χρονική υστέρηση (βλ. Εικόνα 14). Επίσης η μεταφορά της θερμότητας μπορεί να γίνει και μέσω διαφόρων ανοιγμάτων, όπως για παράδειγμα θυρίδων, αγωγών, κ.ά.. Ο προσανατολισμός των συστημάτων προτιμάται να είναι νότιος, με αποδεκτή απόκλιση μέχρι 30°.

Τα συστήματα έμμεσου κέρδους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Ηλιακοί τοίχοι
- Ηλιακοί χώροι- θερμοκήπια
- Ηλιακά αίθρια¹⁷⁴

¹⁷⁴ Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos.htm, (τελευταία επίσκεψη: 15-10-2013).



Εικόνα 14: Παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους

5.2.3.2.1. Ηλιακοί τοίχοι

5.2.3.2.1.1. Τοίχος μάζας

Η λειτουργία του τοίχου μάζας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η κατασκευή του αποτελείται από ένα συμπαγή τοίχο σκυροδέματος ή πέτρας ή ακόμη συμπαγών κεραμικών πλίνθων, εξωτερικά του οποίου τοποθετείται υαλοστάσιο σε απόσταση ίσης ή μεγαλύτερης των 10 εκ.. Η παρουσία του υαλοστασίου μας προσφέρει αφενός τη μείωση των θερμικών απωλειών και αφετέρου την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο διάκενο, οι οποίες σε μια ηλιόλουστη μέρα κατά την χειμερινή περίοδο μπορεί να ξεπεράσει τους 60°. Η επιλογή του σκυροδέματος είναι η προτιμότερη καθώς με αυτό τον τρόπο το σύστημα είναι αυτοφερόμενο. Η ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά το υαλοστάσιο αυξάνει την θερμοκρασία του δομικού στοιχείου, στη μάζα του οποίου αποθηκεύεται η θερμότητα, η οποία στη συνέχεια διαχέεται στο εσωτερικό με χρονική υστέρηση.

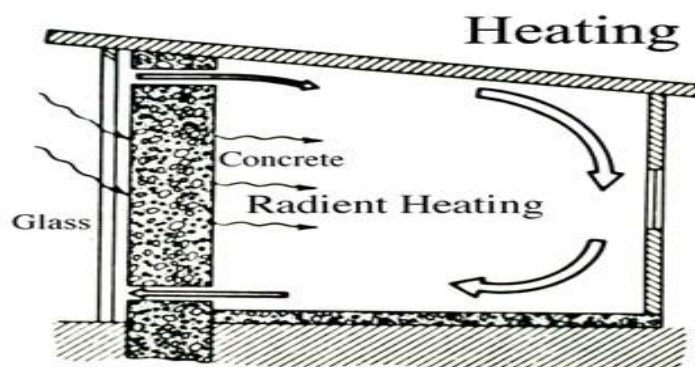
5.2.3.2.1.2. Τοίχος Trombe

Ο τοίχος Trombe ή τοίχος Trombe-Michel, όπως είναι επίσης γνωστός, οφείλει την ονομασία του στον Γάλλο φυσικό Felix Trombe και στον αρχιτέκτονα Jacques

Michel. Η λειτουργία του βασίζεται στο γεγονός ότι ο θερμότερος αέρας είναι ελαφρύτερος και αποκτά ανοδική κίνηση. Όταν συναντήσει ένα ψυχρό ρεύμα, αποβάλλει την θερμότητα του και αρχίζει να ψύχεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται βαρύτερος. Επειδή ο ψυχρός αέρας έχει καθοδική κίνηση, επιστρέφει στον ηλιακό τοίχο για να θερμανθεί και έτσι επαναλαμβάνεται αυτός ο κύκλος, ο οποίος είναι γνωστός ως φαινόμενο καμινάδας.

Τα γενικά χαρακτηριστικά του είναι όμοια με αυτά του τοίχου μάζας, με την διαφορά ότι ο τοίχος Trombe διαθέτει ανοίγματα στο πάνω και κάτω μέρος. Έτσι η μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό γίνεται με τη μορφή ρεύματος θερμού αέρα. Η διαδικασία του φαινομένου της καμινάδας μπορεί να συνεχιστεί μέχρι και 2-3 ώρες μετά το πέρας του ηλιασμού του συστήματος, αν η κατακράτηση θερμότητας στον τοίχο είναι αρκετή.¹⁷⁵

Το καλοκαίρι που έχουμε ανάγκη για ψύξη του χώρου, μπορούμε να απομακρύνουμε τον θερμό αέρα αφήνοντας το κάτω άνοιγμα του τοίχου ανοικτό, ενώ παράλληλα κλείνουμε το άνω άνοιγμα του τοίχου και ανοίγουμε ένα στο υαλοστάσιο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 15.



Εικόνα 15: Συμπεριφορά του βελτιωμένου τοίχου trombe (με ανοίγματα) τον χειμώνα για τις ανάγκες του χώρου. (Πηγή: Ι. Γιαννακόπουλος, «Ανάλυση της λειτουργίας του τοίχου Trombe με τη χρήση μεθόδων πεπερασμένων διαφορών», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Νοέμβριος 2006, σελ. 54)

¹⁷⁵ Ι. Γιαννακόπουλος, «Ανάλυση της λειτουργίας του τοίχου Trombe με τη χρήση μεθόδων πεπερασμένων διαφορών», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Νοέμβριος 2006, σελ. 54

5.2.3.2.1.3. Τοίχος νερού

Η λειτουργία του τοίχου νερού είναι όμοια με αυτή του τοίχου Trombe. Η ουσιαστική διαφορά τους είναι ότι αντί για τοίχο μάζας έχουμε νερό. Η απόδοση του τοίχου νερού είναι καλύτερη χάρη στην αυξημένη θερμοχωρητικότητά του και εμφανίζει μειωμένη απώλεια ενέργειας ακόμη και τις νυχτερινές ώρες. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι αποθήκευσης του νερού και επηρεάζουν την ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας και την ταχύτητα διάδοσής της¹⁷⁶. Αυτοί είναι δοχεία από γυαλί, μέταλλο ή ακόμη και τοίχοι από σκυρόδεμα γεμάτοι νερό. Θα πρέπει ωστόσο να δίνεται προσοχή κατά τη διάρκεια της μελέτης σχετικά με την διανομή θερμότητας που θα έχει το σύστημα, τη θερμοκρασία που επιθυμούμε στο εσωτερικό, σε συνάρτηση με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά.

5.2.3.2.2. Ηλιακοί χώροι- θερμοκήπια

Το σύστημα ηλιακού χώρου ή αλλιώς θερμοκήπιο, είναι ένας κλειστός χώρος που περιβάλλεται από υαλοστάσιο και συνδέεται σε κάποιο τμήμα του κτιριακού κελύφους, το οποίο προτιμάται να είναι νοτίου προσανατολισμού. Η ηλιακή ακτινοβολία διερχόμενη από το θερμοκήπιο μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία διαχέεται στο χώρο μέσω θυρίδων ή και των ανοιγμάτων του κελύφους (βλ. Εικόνα 16). Επίσης μέρος της θερμότητας αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου και μεταφέρεται στο εσωτερικό με χρονική υστέρηση.

Χάρη στο μέγεθός του, το θερμοκήπιο έχει και την λειτουργία ενδιάμεσου χώρου ανάσχεσης της θερμότητας, αφού παρεμβάλλεται ανάμεσα στο κτιριακό κέλυφος και τις εξωτερικές ψυχρές κλιματολογικά συνθήκες. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως χώρος διαμονής κατά την διάρκεια της ημέρας, αφού καλύπτει περίπου το 70% των αναγκών του σε θέρμανση.

Σημαντικό μειονέκτημα του θερμοκηπίου αποτελεί η υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες, επειδή λόγω της μεγάλης επιφάνειας του είναι δύσκολη η αποτελεσματική σκίαση. Έτσι δημιουργείται η ανάγκη τοποθέτησης ανοιγμάτων μέσω των οποίων θα έχουμε αποδοτικό αερισμό. Επίσης μια καλή λύση είναι η τοποθέτηση εξωτερικών κινητών σκιάστρων ή φυλλοβόλου βλάστησης. Στις

¹⁷⁶ The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook, Brussels 1996, σελ. 72.

κλιματικές συνθήκες που είναι παρόμοιες με της Ελλάδας, είναι προτιμότερο να έχουμε είτε αδιαφανή οροφή, είτε πολύ καλή σκίαση σε αυτή.



Εικόνα 16: Χρήση θερμοκηπίου σε κατοικία [(Πηγή: <http://www.cres.gr> (Τελευταία επίσκεψη: 20-10-2013)]

5.2.3.2.3. Ηλιακό αίθριο

Η λειτουργία αυτού του συστήματος έμμεσου ηλιακού κέρδους δεν διαφέρει πολύ από αυτή του θερμοκηπίου. Η κύρια διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι το ηλιακό αίθριο, το οποίο αποτελείται από υαλοστάσια, τοποθετείται στην οροφή ενός κτιρίου, πάνω από τον αιθριακό χώρο του. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο γυάλινο στοιχείο της οροφής μεταφέρεται υπό τη μορφή θερμότητας στον εσωτερικό χώρο. Μέρος της θερμότητας απορροφάται άμεσα από τα ανοίγματα που βρίσκονται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου και ένα μέρος αποθηκεύεται στα διάφορα δομικά στοιχεία.

Όπως και στα θερμοκήπια, σημαντικός είναι ο ρόλος του αίθριου ως χώρου θερμικής ανάσχεσης κατά την χειμερινή περίοδο. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό αν λάβουμε υπόψη την ανταπόκριση που βρίσκει το αίθριο σε εμπορικά κέντρα και στοές, αφού συμβάλει σημαντικά στην δημιουργία συνθηκών άνεσης.

Την θερινή περίοδο ωστόσο παρουσιάζεται το φαινόμενο της υπερθέρμανσης. Για να αντιμετωπιστεί απαιτείται αφενός η τοποθέτηση ανοιγμάτων ώστε να έχουμε επαρκή αερισμό και αφετέρου ο πλήρης σκιασμός του συστήματος.

5.2.3.3. Συστήματα Απομονωμένου κέρδους

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους έχουμε την συλλογή της ηλιακής ενέργειας και τη μετατροπή της σε θερμότητα σε έναν απομακρυσμένο από το κτίριο χώρο. Η μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου γίνεται με μεταφορά η ακτινοβολία.¹⁷⁷ Η πιο συνηθισμένη μορφή μεταφοράς ενέργειας είναι αυτή του θερμοσιφωνικού βρόγχου, η οποία στηρίζεται στην ανοδική τάση που έχουν οι θερμές αέριες μάζες και την καθοδική που έχουν οι ψυχρές. Έτσι ο θερμός αέρας μεταφέρεται στο εσωτερικό όπου αρχίζει και ψύχεται, με αποτέλεσμα να επιστρέφει πάλι στον συλλέκτη για να θερμανθεί και αυτή η κυκλική διαδικασία να συνεχίζεται όσο υπάρχει αρκετή θερμότητα στο συλλέκτη.¹⁷⁸ Τα απομονωμένα συστήματα κέρδους αποτελούν μια καλή λύση στην περίπτωση που θέλουμε να τα εντάξουμε σε μία υφιστάμενη κατοικία.

5.2.4. Συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό

5.2.4.1. Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός ενός κτιρίου εξασφαλίζει συνθήκες άνεσης στους ενοίκους του, ενώ ταυτόχρονα συμβάλει ουσιαστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας αφού στόχος του είναι η πλήρης κάλυψη των αναγκών για φωτισμό. Η κατανομή του στο χώρο επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων τεχνικών και πρέπει να είναι ομαλή ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία θάμβωσης.

Οι κυριότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού εκτός από τα κατακόρυφα ανοίγματα που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου, όπως για παράδειγμα παράθυρα, φεγγίτες κ.α., είναι:

A. Ανοίγματα στην οροφή του κτιρίου: Λόγω της θέσης που βρίσκονται εκμεταλλεύονται την μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός και το κατανέμουν ομοιόμορφα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αποτελούνται από διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες και είναι καλό να προστατεύονται από την έκθεση στο άμεσο φως με κάποια μέθοδο ηλιοπροστασίας. Επίσης προτιμάται να έχουν

¹⁷⁷ Stephens H. S. & Associates, Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Third European Conference on Architecture, Florence 1993, σελ. 98

¹⁷⁸ The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook, ό. π., υποσημ. 172, σελ. 71.

κατακόρυφη ή κεκλιμένη κλίση ώστε να αποφεύγεται η έντονη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι, η οποία ακτινοβολία όμως είναι εξασφαλισμένη το χειμώνα

B. Αίθριο: Το αίθριο βρίσκει μεγαλύτερη ανταπόκριση σε μεγάλα κτίρια όπως εμπορικά κέντρα ή ακόμη και σε συγκρότημα κατοικιών. Η συμβολή του στην μείωση των αναγκών για φωτισμό είναι σημαντική, καθώς τοποθετείται στις κεντρικές ζώνες των κτιρίων και το διερχόμενο από αυτό διάχυτο φως αντανακλάται στις επιφάνειες του εσωτερικού χώρου και διανέμεται ομοιόμορφα σε αυτόν. Ωστόσο, η στάθμη του φωτισμού των χώρων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η ανακλαστικότητα των τοίχων και του δαπέδου του εσωτερικού. Συνίσταται η ύπαρξη συστημάτων σκίασης και ανοιγμάτων, ώστε να αερίζεται πλήρως τους θερινούς μήνες για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση.

Γ. Φωτοσωλήνες: Πρόκειται για μια μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας η οποία είναι ευρέως γνωστή κυρίως στην Αμερική και την Αυστραλία. Στην Ευρώπη παρουσιάστηκε μόλις την τελευταία δεκαετία κερδίζοντας, μάλιστα, σημαντικό μερίδιο της αγοράς συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και πιο συγκεκριμένα των συστημάτων φυσικού φωτισμού.

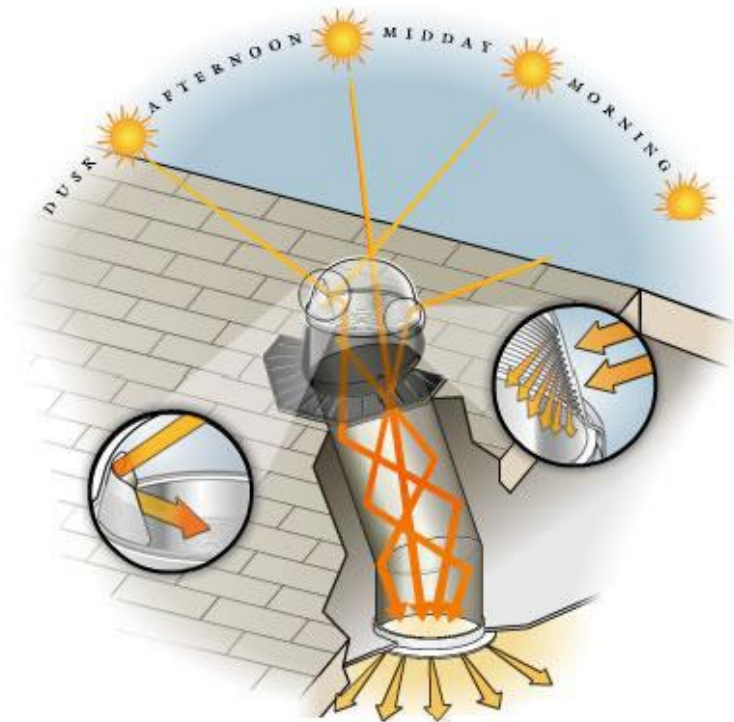
Στην Ελλάδα οι φωτοσωλήνες αρχικά χρησιμοποιούνταν κυρίως σε βιομηχανίες, αποθήκες και άλλους μεγάλους χώρους. Ωστόσο, η εφαρμογή τους δεν άργησε να επεκταθεί και σε επίπεδο κατοικιών, καθότι αποτελούν ιδανική λύση για χώρους με ανεπαρκή φωτισμό όπως τα υπόγεια ή οι σοφίτες.

Οι φωτοσωλήνες αποτελούν τα πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά συστήματα ημερησίου φυσικού φωτισμού, προσφέροντας ένα άνετο, φωτεινό και ευχάριστο περιβάλλον, ενώ συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος παρέχοντας 100% εξοικονόμηση ενέργειας.¹⁷⁹

Η λειτουργία τους βασίζεται στις ακτίνες του ήλιου που φτάνουν στο εσωτερικό του σωλήνα αλλά και από το φώς που διαχέεται μέσα από τα σύννεφα και τον αέρα στην ατμόσφαιρα. Το φώς ερχόμενο από την ανατολή το πρωί, το νότο το μεσημέρι και

¹⁷⁹ : Κ. Κυρίζης, «Τεχνολογίες / συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης», παρουσίαση.

την δύση το απόγευμα, δεν διασχίζει απλά το φωτοσωλήνα αλλά αντανακλάται συνεχώς στα τοιχώματά του (βλ. Εικόνα 17).



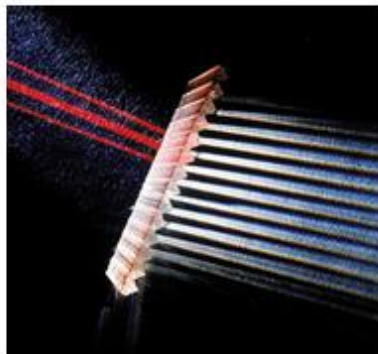
Εικόνα 17: Διαδρομή ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας και τρόπος αντανάκλασης του φωτός στα τοιχώματα του φωτοσωλήνα (Πηγή: Κ. Κυρίζης, «Τεχνολογίες / συστήματα εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης», παρουσίαση).

Οι φωτοσωλήνες παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- Ελαχιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό σε σύγκριση με άλλες μεθόδους φυσικού φωτισμού, επειδή αντανακλούν μόνο το ορατό φως και όχι τις υπέρυθρες ή τις υπεριώδεις ακτίνες.
- Ευκολία και ταχύτητα στην εγκατάσταση, χάρη στη μεγάλη ποικιλία ειδικών πρακτικών εξαρτημάτων.
- Μηδενικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
- Παροχή πλήρους και ελεγχόμενου φωτισμού.

- Μεγάλη διάρκεια ζωής συναρτώμενη με την υψηλή ποιότητα των υλικών και της ποιότητας της εγκατάστασης.
- Εξοικονόμηση ενέργειας και τη νύχτα (“night kit”). Σε όλες τις διαμέτρους εγκαθίσταται στο εσωτερικό των φωτοσωλήνων ειδικό σύστημα χρήσης ηλεκτρικού λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης ή τύπου LED, για λειτουργία κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Φίλικοί προς το περιβάλλον.

Δ. Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά: Πρόκειται για διατάξεις που αποτελούνται από ημιδιαφανή στοιχεία, τα οποία προκαλούν την διάθλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και μπορούν είτε να της αλλάξουν κατεύθυνση είτε να την απομακρύνουν εντελώς (βλ. Εικόνα 18). Η τοποθέτησή τους στο κτίριο μπορεί να γίνει μεταξύ δυο υαλοπινάκων, ή εναλλακτικά να τοποθετηθούν ως αυτόνομα στοιχεία.¹⁸⁰



Εικόνα 18: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά. (Πηγή: Α. Μπάμπαλης, Μ. Παρασκευόπουλος, «Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός κτιρίου κλειστού γυμναστηρίου πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2011, σελ. 25)

¹⁸⁰ Goulding John, Lewis Owen J., Steeners Theo C., Energy Conscious Design, A primer for Architects, The Energy Research Group, Brussels, 1992, σελ. 324.

Ε. Ράφια φωτισμού: Είναι σταθερά στοιχεία τα οποία έχουν ανακλαστική επιφάνεια ώστε να κατευθύνουν την προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία προς τον εσωτερικό χώρο. Μπορεί να είναι είτε οριζόντια είτε καμπύλα στη μορφή τους και τοποθετούνται στα πλαίσια των ανοιγμάτων του κτιρίου. Με αυτό τον τρόπο αυξάνουν τον φωτισμό στις απομακρυσμένες από το άνοιγμα περιοχές και τον μειώνουν στις κοντινές, προσφέροντας έτσι μια ομοιόμορφη κατανομή. Σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του συστήματος παίζει η ανακλαστικότητα της οροφής του εσωτερικού χώρου.

Στ. Ανακλαστικές περσίδες: Η λειτουργία τους είναι παρόμοια με αυτή των ραφιών φωτισμού, αφού και οι ανακλαστικές περσίδες κατευθύνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Και σε αυτή την περίπτωση προτιμάται να είναι η οροφή ώστε να έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του φωτός στο χώρο. Οι ανακλαστικές περσίδες μπορούν να τοποθετηθούν είτε μέσα είτε έξω από την επιφάνεια του υαλοστασίου ή και ακόμη στο ενδιάμεσο δυο υαλοστασίων. Αποτελούνται από κινητές περσίδες που μας επιτρέπουν να ρυθμίζουμε την εισερχόμενη ακτινοβολία σε επιθυμητά επίπεδα, ενώ παράλληλα εξασφαλίζουν την σκίαση του χώρου κατά τους θερινούς μήνες.¹⁸¹

5.2.4.2. Φυσικός δροσισμός

Ο φυσικός δροσισμός των κτιρίων αποτελεί πολύ σημαντική τεχνική προκειμένου να εξασφαλίσουμε συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου κατά τους ζεστούς θερινούς μήνες. Με τον φυσικό δροσισμό έχουμε σημαντική μείωση των ενεργειακών αναγκών για ψύξη, καθότι μειώνεται ή εκλείπεται η χρήση κλιματιστικών μονάδων, οι οποίες καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας ενώ παράλληλα με την λειτουργία τους αυξάνουν την θερμοκρασία στον εξωτερικό χώρο. Έτσι εκτός από το περιβαλλοντικό όφελος έχουμε και οικονομικό. Τα συστήματα φυσικού δροσισμού λειτουργούν ανταλλάσσοντας θερμότητα με το εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Έτσι έχουμε ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση

¹⁸¹ Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_rafia_fotismou.htm, (τελευταία επίσκεψη: 16-11-2013).

της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς τον εξωτερικό και την απομάκρυνση της θερμότητας από τα δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους.¹⁸²

5.2.4.2.1. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός ενός κτιρίου είναι μια διαδικασία που συμβαίνει τόσο στο εσωτερικό του απομακρύνοντας την θερμότητα προς τα έξω, όσο και στο εξωτερικό με τον δροσισμό των δομικών στοιχείων του κελύφους. Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να εξοικονομηθεί είναι πολύ μεγάλο, αφού με την ύπαρξη επαρκούς σκίασης μπορεί να ξεπεράσει το 75%, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται η χρήση κλιματιστικού.

Τη μέθοδο του φυσικού αερισμού τη διακρίνουμε στις εξής κατηγορίες:

- Διαμπερής αερισμός
- Κατακόρυφος με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού (με χρήση ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
- Κατακόρυφος με χρήση ηλιακής καμινάδας

Στο *διαμπερή φυσικό αερισμό*, σημαντικό ρόλο παίζει η σχεδίαση του εσωτερικού ενός κτιρίου και η θέση των ανοιγμάτων. Ο αέρας εισερχόμενος από ένα άνοιγμα παρασύρει τις θερμές μάζες που βρίσκονται στο εσωτερικό και τις οδηγεί στον εξωτερικό χώρο είτε μέσω κάποιου άλλου ανοίγματος, είτε μέσω θυρίδων που μπορεί να βρίσκονται στο άνω ή κάτω μέρος της τοιχοποιίας.

Η τοποθεσία του κτιρίου αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα. Όταν βρίσκεται κοντά με γειτονικά κτίρια μπορεί να έχουμε είτε την εξασθένηση των επικρατούντων ανέμων, είτε την ενίσχυσή τους. Οι πλευρικοί τοίχοι που είναι προσαρτημένοι στα ανοίγματα ενισχύουν τους ανέμους κατευθύνοντάς τους προς το εσωτερικό.¹⁸³

Κατά την διάρκεια των θερινών μηνών, συμβαίνει αρκετές φορές να μην μπορούμε να αερίσουμε τον χώρο μας κατά την διάρκεια της ημέρας. Με τον διαμπερή

¹⁸² Α. Μπάμπαλης, Μ. Παρασκευόπουλος, «Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός κτιρίου κλειστού γυμναστηρίου πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2011, σελ. 20.

¹⁸³ Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων, «Οδηγός βιοκλιματικού σχεδιασμού σχολικών κτιρίων», Γενική Διεύθυνση Έργων – Διεύθυνση Μελετών Συμβατικών Έργων, Αθήνα, 2008, σελ 36.

αερισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας, απομακρύνουμε τις θερμές μάζες από τον εσωτερικό χώρο και τα δομικά στοιχεία και επιπλέον έχουμε την αποθήκευση δροσισμού στις θερμικές μάζες του κτιρίου. Έτσι κατά την διάρκεια της επόμενης μέρας έχουμε μειωμένη επιβάρυνση στο κτιριακό μας κέλυφος.

Από την άλλη, η περίπτωση του *κατακόρυφου αερισμού με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού* βασίζεται στην αρχή ότι ο θερμός αέρας έχει ανοδική κίνηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος μέσω του οποίου απομακρύνεται η θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου.

Η καμινάδα αερισμού μπορεί να είναι ένα κλιμακοστάσιο, ένα εσωτερικό αίθριο ή ακόμη ένας φωταγωγός ενός κτιρίου, που διαθέτουν τα κατάλληλα ανοίγματα. Στην περίπτωση που οι επικρατούντες άνεμοι γύρω από το κτίριο δεν είναι πολύ ισχυροί, μπορεί να τοποθετηθεί ένας ανεμιστήρας στο ψηλότερο σημείο της καμινάδας (υβριδικός αερισμός), προκειμένου να γίνεται η απομάκρυνση του θερμού αέρα από το εσωτερικό.

Αντιθέτως αν έχουμε την παρουσία ισχυρών ανέμων, τοποθετώντας ένα πύργο αερισμού ο οποίος προεξέχει από το κτίριο και έχει το άνοιγμά του στην κύρια διεύθυνση του αέρα, μπορούμε να οδηγήσουμε τις ψυχρές μάζες στο εσωτερικό του κτιρίου. Και στην περίπτωση του πύργου αερισμού μπορεί να υπάρξει υποστήριξη από ανεμιστήρα.

Τέλος, για την λειτουργία της *ηλιακής καμινάδας*, απαιτείται η κατασκευή μιας καμινάδας η οποία στην νότια όψη της έχει αντί για τοιχοποιία τοποθετημένο ένα υαλοστάσιο και στο άνω μέρος της πλευράς αυτής υπάρχουν περσίδες. Αποδεκτή είναι και μια απόκλιση έως 30° ανατολικά ή δυτικά ως προς την κατεύθυνση του νότου. Η λειτουργία της ηλιακής καμινάδας βασίζεται στο φαινόμενο Venturi. Η υψηλή θερμοκρασία που αναπτύσσεται στο εσωτερικό της καμινάδας ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Έτσι έχουμε την απομάκρυνση της θερμότητας από το εσωτερικό, την ανανέωση του εσωτερικού αέρα και επίσης την απομάκρυνση

της υγρασίας. Αυτό το γεγονός την καθιστά ιδανική λύση για περιοχές που έχουν υψηλή υγρασία κατά τους θερινούς μήνες.¹⁸⁴

5.2.4.2.2. Ψύξη μέσω εδάφους

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση ενός υπεδάφιου συστήματος αγωγών κατασκευασμένο από μέταλλο ή πολυβινυλοχλωρίδιο (το γνωστό PVC), τοποθετημένο σε βάθος 1-3 m.

Η θερμοκρασία του εδάφους βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή του αέρα κατά τους θερινούς μήνες και σε υψηλότερη κατά τους χειμερινούς. Το υπεδάφιο σύστημα εκμεταλλεύεται αυτές τις θερμοκρασίες και χρησιμοποιεί ουσιαστικά το έδαφος ως απαγωγέα θερμότητας. Έτσι κατά τους θερινούς μήνες ο θερμός εξωτερικός αέρας εισάγεται στο σύστημα, ψύχεται και στη συνέχεια εισέρχεται με τη βοήθεια φυσητήρων στο εσωτερικό. Αντίστοιχα κατά τους χειμερινούς μήνες το σύστημα λειτουργεί ως προθερμαντής του αέρα που εισάγεται στο κτίριο.¹⁸⁵

Το υπεδάφιο σύστημα μπορεί να συνεισφέρει στην μείωση των αναγκών για χρήση κλιματισμού καθώς βελτιώνει τις εσωτερικές συνθήκες. Έτσι επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος και μείωση κατ' επέκταση των ρύπων CO₂.

5.2.4.2.3. Νυκτερινή ακτινοβολία

Οι εξωτερικές επιφάνειες ενός κτιρίου ακτινοβολούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύκτας προς τον ουράνιο θόλο με το ποσό της ακτινοβολίας να αυξάνεται όσο καθαρότερος είναι ο ουρανός.

Οι οροφές ενός κτιρίου είναι οι επιφάνειες που εκπέμπουν την μεγαλύτερη ακτινοβολία η οποία μεταφράζεται σε ποσό θερμότητας. Η κατασκευή της θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει αυτή την εκπομπή. Έτσι αντί μόνωσης στην οροφή του κτιρίου μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα σύστημα νυκτερινής ακτινοβολίας που διακρίνεται στις εξής δύο κατηγορίες:

¹⁸⁴ Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm, (τελευταία επίσκεψη: 19-10-2013).

¹⁸⁵ Πηγή: http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/eksoikonomhsh-energeias/stratigikes_exoikonomisis/ape/, (τελευταία επίσκεψη: 30-10-2013).

- Ο μεταλλικός ακτινοβολητής
- Η λίμνη οροφής

5.2.4.2.3.1. Μεταλλικός ακτινοβολητής

Αποτελείται από διπλή μεταλλική αυλακωτή πλάκα, η οποία τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου. Η εξωτερική επιφάνεια του ακτινοβολητή είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Η μεταλλική πλάκα ακτινοβολεί προς τον νυκτερινό ουρανό μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή εισέρχεται θερμός αέρας από το κτίριο, ψύχεται - καθώς έρχεται σε επαφή με την ψυχρή εξωτερική πλευρά – και, τέλος, επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Το σύστημα λειτουργεί ιδιαιτέρως αποτελεσματικά σε περιοχές όπου έχουμε θερμούς και ξηρούς θερινούς μήνες και χαμηλή σχετική υγρασία. Αν υπάρχουν έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται σε απόσταση περί των 5 cm με φύλλο πολυαιθυλενίου το οποίο είναι διαπερατό από την υπέρυθη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με τον θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος, περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.¹⁸⁶

5.2.4.2.3.2. Λίμνες οροφής

Στην οροφή του κτιρίου κατασκευάζεται μια αβαθής δεξαμενή νερού. Κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η λίμνη πρέπει να καλύπτεται την ημέρα από ένα κινητό σύστημα θερμομονωτικού υλικού και να ανοίγει τις νυκτερινές ώρες, ώστε να ακτινοβολεί θερμότητα. Αντίστροφη διαδικασία ακολουθείται κατά τους χειμερινούς μήνες, όπου κατά τη διάρκεια της ημέρας η λίμνη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία και κλείνει τη νύχτα.¹⁸⁷

Για τον ελλαδικό χώρο δεν αποτελεί αποδοτικό παθητικό σύστημα εξαιτίας του οριζόντιου προσανατολισμού της συλλεκτικής επιφάνειας. Επίσης θεωρείται μια

¹⁸⁶ Γεωργία Ι. Φελλούρη, «Βιοκλιματική θεώρηση κτιρίου Βέη, σχολής τοπογράφων μηχανικών ΕΜΠ», ΕΜΠ, Αθήνα, 2010, σελ. 56.

¹⁸⁷ Φ. Κωτσιάνας, *Θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας: Ηλιακά σπίτια, ηλιακή θέρμανση*, Ήβος, Αθήνα, 1980.

ασύμφορη επιλογή, τόσο από τεχνικής και κατασκευαστικής απόψεως, όσο και από λειτουργικής.

5.2.4.2.4. Εξατμιστικός δροσισμός

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην εξάτμιση ενός σώματος νερού από τον διερχόμενο αέρα, ο οποίος ψύχεται και εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Ο εξατμιστικός δροσισμός διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

- Άμεσος: Στον άμεσο εξατμιστικό δροσισμό ο αέρας εισέρχεται απευθείας στο κτίριο. Οι μάζες νερού είναι λίμνες ή σιντριβάνια τοποθετημένα σε εσωτερικές αυλές ή αίθρια
- Έμμεσος: Στον έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό ο αέρας ψύχει το κέλυφος του κτιρίου. Στην τεχνική αυτή περιλαμβάνεται ανοικτή λίμνη οροφής ή ψεκασμός του δώματος με νερό.¹⁸⁸

5.2.5. Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

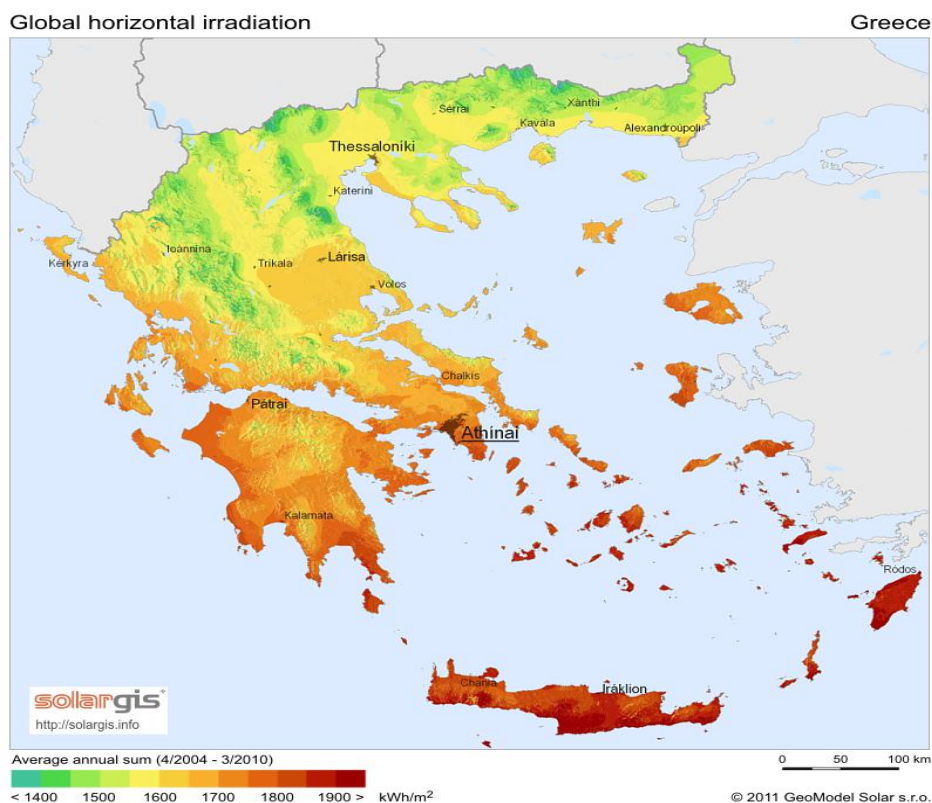
Με το πέρασμα των χρόνων οι ενεργειακές ανάγκες των ανθρώπων άρχισαν να αυξάνονται. Η χρήση ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των αναγκών αυτών ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τις κλιματικές αλλαγές και κατ' επέκταση για τις συνθήκες ζωής στον πλανήτη. Κάθε χρόνο απελευθερώνονται δισεκατομμύρια τόνοι καυσαερίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που οδηγεί στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Οι παραπάνω λόγοι, σε συνδυασμό με τον περιορισμό των διαθέσιμων ποσοτήτων ορυκτών ενεργειακών κοιτασμάτων, την συνεχόμενη αύξηση της τιμής του πετρελαίου, και, το υψηλό ενεργειακό κόστος, οδηγούν στην αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα φαίνεται να δίνει η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.). Η εκμετάλλευση του ήλιου, του ανέμου, του νερού, της γεωθερμίας και της βιομάζας, που αποτελούν ήπιες πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, πρέπει να γίνουν οικονομικά εκμεταλλεύσιμες, σε μία προσπάθεια για πιο φθηνή ενέργεια και αποφυγή περαιτέρω καταστροφής του περιβάλλοντος.

¹⁸⁸ Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exatmistikos_drosismos.htm, (τελευταία επίσκεψη: 25-10-2013).

5.2.5.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Από τις διάφορες εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως η αιολική, η υδροηλεκτρική, η ηλιακή, η αποδεδειγμένη από βιομάζα και η γεωθερμική, αυτή που φαίνεται να είναι η πιο αποδοτική και αναπτυσσόμενη τα τελευταία χρόνια είναι αυτή που βασίζεται στην μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική μέσω των φωτοβολταϊκών διατάξεων (Φ/Β). Στην Ελλάδα, λόγω της γεωγραφικής θέσης που κατέχει η χώρα μας και τις μεγάλες περιόδους ηλιοφάνειας θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη και την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο (βλ. Εικόνα 19).



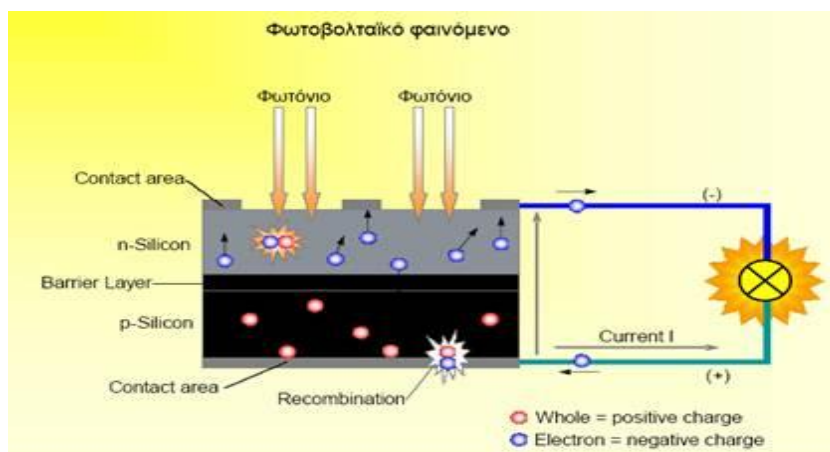
Εικόνα 19: Η ηλιακή ακτινοβολία κατά τόπους στην Ελλάδα. [πηγή: <http://solargis.info/doc/71> (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

5.2.5.1.1. Το Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο (Φ/Β) αφορά τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα

ηλεκτρόνια των ατόμων του φωτοβολταϊκού στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία φωτορεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο Φ/Β στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο.¹⁸⁹

Μία απλή αναπαράσταση της ηλιακής κυψέλης φαίνεται στην Εικόνα 20. Η ηλιακή ακτινοβολία, προσπίπτει στην εμπρόσθια όψη της κυψέλης. Στην επιφάνεια αυτή είναι τοποθετημένο μεταλλικό πλέγμα το οποίο αποτελεί το ένα από τα δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια της κυψέλης. Παράλληλα το πλέγμα επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να προσπέσει στον ημιαγωγό, μεταξύ των γραμμών του πλέγματος, να απορροφηθεί και να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Μεταξύ των γραμμών του πλέγματος τοποθετείται μια αντανακλαστική επίστρωση η οποία αυξάνει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει και απορροφάται από τον ημιαγωγό. Έπειτα, βρίσκεται η *ετεροεπαφή p-n*, η οποία δημιουργείται με την επαφή ενός ημιαγωγού *n-τύπου* και ενός *p-τύπου*. Τέλος στην πίσω πλευρά της κυψέλης βρίσκεται το δεύτερο μεταλλικό ηλεκτρόδιο. Επομένως, μια ηλιακή κυψέλη είναι μια ημιαγωγίμη διάοδος, η οποία για να λειτουργήσει χρειάζεται να απορροφήσει ηλιακή ενέργεια.



Εικόνα 20: Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο [Πηγή: <http://www.tmth.gr/sciencerelated/59-applications/560-photovoltaika> (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

¹⁸⁹ Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά>, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013).

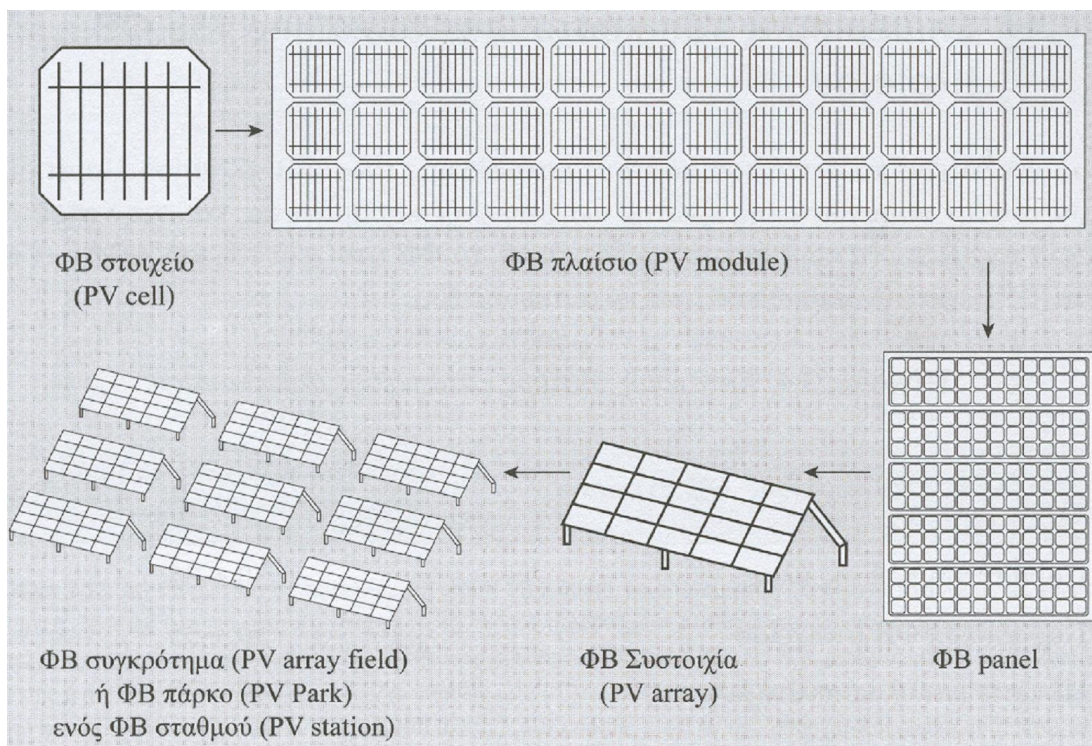
5.2.5.1.2. Φωτοβολταϊκή Διάταξη

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (Φ/Β) έχουν ως βασικό μέρος τους την ηλιακή κυψέλη (PV Solar Cell) που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός (p-n) μικρού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα.¹⁹⁰

Οι ηλιακές κυψέλες (PV Cells) ομαδοποιούνται κατάλληλα μεταξύ τους και συγκροτούν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV Module). Συνώνυμο σχεδόν με το φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV Module) είναι το φωτοβολταϊκό πάνελ (PV Panel). Το Φ/Β πλαίσιο όπως και το Φ/Β πάνελ συναρμολογείται και προκατασκευάζεται στο εργοστάσιο και είναι έτοιμο για τοποθέτηση σε μία φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Η διαφορά μεταξύ Φ/Β πλαισίου και Φ/Β πάνελ έγκειται στο γεγονός ότι ένα Φ/Β πάνελ μπορεί να αποτελείται από περισσότερα χωριστά Φ/Β πλαίσια, το ένα δίπλα στο άλλο, που βρίσκονται σε κοινή ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ τους. Σε ένα Φ/Β πάνελ ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων είναι τόσος, ώστε οι διαστάσεις και το βάρος του Φ/Β πάνελ να μην είναι εμπόδιο για την μεταφορά του και την τοποθέτηση σε μία Φ/Β εγκατάσταση. Στη συνέχεια τα Φ/Β πάνελ συνδέονται ηλεκτρολογικά μεταξύ τους και δημιουργούνται οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες (PV arrays). Σε μεγάλες Φ/Β εγκαταστάσεις, για παράδειγμα συνολικής ισχύος αιχμής πάνω από 20 KWp, πολλές Φ/Β συστοιχίες σχηματίζουν ένα υποσυγκρότημα συστοιχιών (arrays subfield) και το σύνολο των υποσυγκροτημάτων αποτελεί το συγκρότημα συστοιχιών (array field) ή αλλιώς το φωτοβολταϊκό πάρκο (PV Park) του φωτοβολταϊκού σταθμού (PV Station) (βλ. Εικόνα 21).¹⁹¹

¹⁹⁰ Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά>, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013).

¹⁹¹ Πηγή: <http://greenenergia.gr/>, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013).

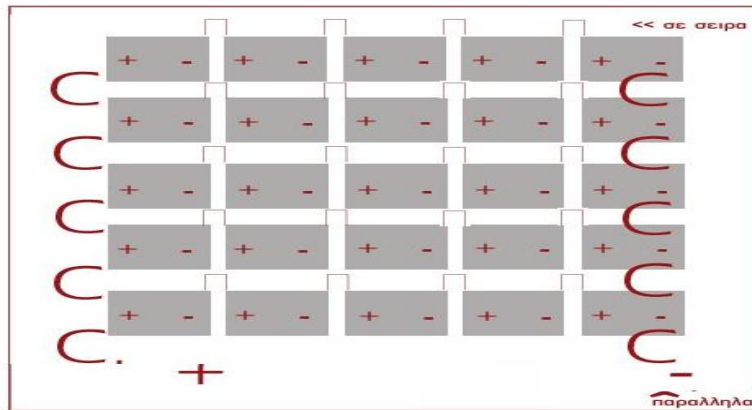


Εικόνα 21: Η δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου από μία ηλιακή κυψέλη (πηγή: Μπινιώλη Μαρία, «Προσομοίωση Λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πλαισίου και Έλεγχος Απόδοσής Του», Ξάνθη, Οκτώβριος 2010.)

Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο μπορεί να συνδεθεί σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα με τις απαιτήσεις που υπάρχουν σε ρεύμα και τάση. Συνδέοντας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία σε σειρά, δηλαδή το θετικό '+' πόλο του ενός με τον αρνητικό '-' πόλο του επόμενου εναλλάξ, αυξάνεται η συνολική τάση (Volt). Συνδέοντας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία παράλληλα, δηλαδή τους θετικούς '+' πόλους μεταξύ τους και τους αρνητικούς '-' πόλους μεταξύ τους, αυξάνεται η συνολική ένταση του ρεύματος (Ampere).¹⁹² Καλό είναι οι συνδέσεις των Φ/Β στοιχείων μέσα στο πλαίσιο, αλλά και στα πάνελ ή ανάμεσα στα γειτονικά πλαίσια και πάνελ, να μην είναι μόνο στη σειρά αλλά και παράλληλα (βλ. Εικόνα 22), αφού με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η αξιοπιστία του συστήματος ακόμη και αν ένα Φ/Β στοιχείο σκιαστεί ή πάθει βλάβη.¹⁹³

¹⁹² Πηγή: <http://iqsolarpower.com/>, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013).

¹⁹³ Πηγή: <http://greenenergia.gr/>, (τελευταία επίσκεψη : 14-10-2013).



Εικόνα 22: Σύνδεση Φ/Β στοιχείων σε σειρά και παράλληλα [(πηγή: <http://iqsolarpower.com/>, (Τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

5.2.5.1.3. Κατηγορίες φωτοβολταϊκών

Η κατηγοριοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων γίνεται ανάλογα με το υλικό του απορροφητή που χρησιμοποιείται στην ηλιακή κυψέλη. Οι κατηγορίες που διακρίνουμε είναι οι εξής:

- Κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία «μεγάλου πάχους».
- Φωτοβολταϊκά στοιχεία «λεπτών υμενίων», τα οποία διακρίνονται σε οργανικά και ανόργανα.
- Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολλαπλών στρωμάτων.
- Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.

5.2.5.1.3.1. Κρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά Στοιχεία

5.2.5.1.3.1.1. Φ/Β Στοιχεία Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου (Mono-Crystalline Si)

Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου αποτελούν την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη Φ/Β τεχνολογία, καθώς καταλαμβάνουν το 80% της παγκόσμιας αγοράς. Εξαιτίας του πυριτίου, οι δυνατότητες για βελτίωση της απόδοσης των ηλιακών κυψελών μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι περιορισμένες, γιατί η ενέργεια που παράγεται από τα φωτόνια σε μεγαλύτερα μήκη κύματος μειώνεται. Ακόμα, η ακτινοβολία με μεγαλύτερα μήκη κύματος οδηγεί σε προβλήματα υπερθέρμανσης της κυψέλης, που οδηγεί σε περαιτέρω μείωση της απόδοσης της. Η μέγιστη

απόδοση κυψέλης μονοκρυσταλλικού πυριτίου έχει φτάσει περί τα 23%, αλλά η πιο υψηλή απόδοση που έχει αναφερθεί ότι έχει επιτευχθεί σε εργαστήριο είναι περί τα 24,7%. Όμως, η απόδοση των Φ/Β πάνελ είναι μικρότερη από την απόδοση των ηλιακών κυψελών. Οι αποδόσεις των πάνελ που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο, κυμαίνονται από 15 έως 22%. Πρόσφατα η εταιρία Sunpower ανακοίνωσε την δημιουργία Φ/Β πάνελ με απόδοση 20,4% που αποτελεί ρεκόρ απόδοσης, όπως ορίζεται από μετρήσεις που έχουν γίνει από το National Renewable Energy Laboratory (NREL). Αυτό το πάνελ αναμένεται να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και η τιμή του είναι εύκολα συγκρίσιμη με τις τιμές των πάνελ χαμηλότερης απόδοσης.¹⁹⁴ Στην Εικόνα 23 που ακολουθεί απεικονίζεται ένα Φ/Β πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου.



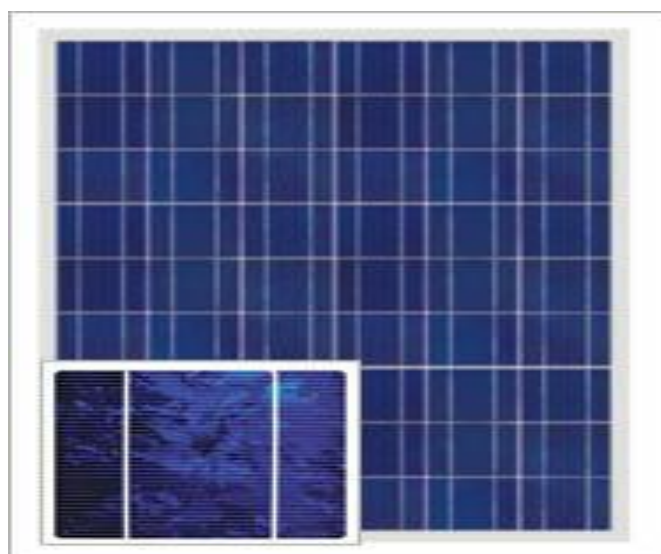
Εικόνα 23: Φωτοβολταϊκό πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου [Πηγή: <http://www.chinasolarpowersystems.com/solar-cell.html> (Τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

5.2.5.1.3.1.2. Φ/Β Στοιχεία Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (Poly – CrystallineSi)

Οι προσπάθειες της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας να μειώσει το κόστος και να αυξήσει την παραγωγή έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων μεθόδων κρυσταλλοποίησης του πυριτίου. Η μέθοδος παραγωγής του πολυκρυσταλλικού πυριτίου, το οποίο κατασκευάζεται με χύτευση, είναι φθηνότερη από αυτή του

¹⁹⁴ Τσούτσουβα Μαρία, «Ανάπτυξη και Ιδιότητες σε Ηλεκτρονικές Διατάξεις», διδακτορική διατριβή, Αθήνα 2010.

μονοκρυσταλλικού, γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως χαμηλότερη από αυτήν των ηλιακών κυψελών μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Για την κατασκευή των κυψελών πολυκρυσταλλικού πυριτίου αρχικά το πυρίτιο λιώνει και στη συνέχεια σχηματίζει κρυστάλλους με διάφορους προσανατολισμούς, δημιουργώντας ορθογώνιες ράβδους πολυκρυσταλλικού πυριτίου, οι οποίες στην συνέχεια κόβονται για σχηματιστούν τα λεπτά δισκία (wafers) πάχους 0,3mm. Επειδή τα πολυκρυσταλλικά δισκία κατασκευάζονται με χύτευση, η παραγωγή τους είναι αρκετά φθηνότερη, αλλά δεν είναι τόσο αποδοτικά όσο τα μονοκρυσταλλικά, λόγω ατελειών στην κρυσταλλική δομή που οφείλονται στην διεργασία της χύτευσης. Οι επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές είναι εύκολο να παρατηρηθούν και οπτικά (βλ. Εικόνα 24). Όσο μεγαλύτερες σε έκταση είναι οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση των πολυκρυσταλλικών ηλιακών κυψελών.¹⁹⁵ Στο εμπόριο, διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ με αποδόσεις περί τα 12-15%. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν σημειωθεί αποδόσεις μέχρι και 19,7%.¹⁹⁶



Εικόνα 24: Φωτοβολταϊκό πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου [Πηγή: <http://www.chinasolarpowersystems.com/solar-cell.html> (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

¹⁹⁵ L. El Chaar, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, p. 2165-2175.

¹⁹⁶ T.M. Razykov, C.S. Ferekides, D. Morel, E. Stefanakos, H.S Ullal, H.M. Upadhyaya, «Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects», *Solar Energy*, August 2011, p. 1580-1608.

5.2.5.1.3.1.3. Φ/Β Στοιχεία Ταινίας Πυριτίου (RibbonSillicon)

Πρόκειται για μία νέα σχετικά τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων η οποία αναπτύσσεται από την EvergreenSolar. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές τεχνικές κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών, προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου.

Η απόδοση για αυτά τα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχει φτάσει το 12-13%, ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%. Το πάχος τους είναι περίπου 0,3mm. Στην Εικόνα 25 φαίνεται ένα Φ/Β στοιχείο ταινίας πυριτίου.¹⁹⁷



Εικόνα 25: Φωτοβολταϊκό πάνελ ταινίας πυριτίου [Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)]

5.2.5.1.3.2. Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Λεπτών Υμενίων

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτών υμενίων διακρίνονται σε ανόργανα και σε οργανικά.

5.2.5.1.3.2.1. Ανόργανα Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Λεπτών Υμενίων

Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Άμορφου Πυριτίου (a-Si): Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία τεχνολογίας άμορφου πυριτίου αποτελούν μία από τις πρώτες τεχνολογίες λεπτών υμενίων.¹⁹⁸ Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου παρουσιάζουν κάποια βασικά πλεονεκτήματα που τα καθιστούν ευρέως αποδεκτή τεχνολογία λεπτών

¹⁹⁷ Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)

¹⁹⁸ L. El Char, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, p. 2165-2175.

υμενίων. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου δεν είναι τοξικά, κατασκευάζονται σε χαμηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιτρέπει την παραγωγή των πλαισίων σε εύκαμπτα και φθηνά υποστρώματα, π.χ. γυαλί, υπάρχει η απαραίτητη τεχνογνωσία για μεγάλου εύρους εναποθέσεις, και, οι απαιτήσεις σε υλικά είναι χαμηλές.¹⁹⁹

Το άμορφο πυρίτιο διαφέρει από το κρυσταλλικό πυρίτιο στο γεγονός ότι τα άτομα δεν βρίσκονται τοποθετημένα σε συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους και οι γωνίες που σχηματίζουν οι δεσμοί δεν έχουν μία μοναδική τιμή. Αυτή η τυχαία κατανομή στα άτομα έχει σημαντική επίδραση στις ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού. Το ενεργειακό διάκενο έχει τιμή 1.7 eV σε σχέση με το κρυσταλλικό πυρίτιο που έχει 1.1 eV. Το μεγαλύτερο ενεργειακό διάκενο επιτρέπει στα φωτοβολταϊκά στοιχεία άμορφου πυριτίου να απορροφούν το ορατό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πιο αποτελεσματικά από το υπέρυθρο.²⁰⁰ Η άμορφη όμως κατασκευή του, έχει σαν αποτέλεσμα πολλοί από τους χημικούς δεσμούς στο a-Si να είναι ατελείς ή στρεβλωμένοι, γεγονός που συνεπάγεται μειονεκτικές ηλεκτρικές ιδιότητες για το υλικό, π.χ. οι φορείς του a-Si έχουν μικρή κινητικότητα και μικρό μήκος διάχυσης. Πολύ σημαντική βελτίωση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του a-Si γίνεται με την προσθήκη ατόμων υδρογόνου, που αποτελούν τέρματα για τους ατελείς δεσμούς και χαλαρώνουν τον ιστό του σώματος. Το υδρογονούχο a-Si συμβολίζεται ως a-Si:H και περιέχει συνήθως 10-40% υδρογόνο.²⁰¹

Το βασικότερο πλεονέκτημα για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία a-Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ στις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσής του σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία, δηλαδή σε συνθήκες νέφωσης.

Το βασικό μειονέκτημα των Φ/Β στοιχείων a-Si είναι η χαμηλή ενεργειακή τους πυκνότητα, κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουν την ίδια ενέργεια με Φ/Β στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου απαιτείται η διπλάσια επιφάνεια.

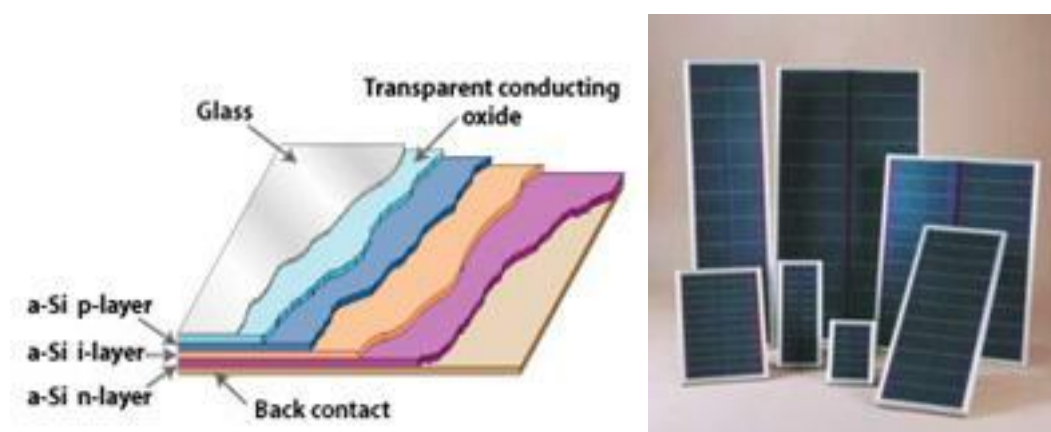
¹⁹⁹ K.L. Chopra, P.D. Paulson, V. Dutta, «Thin-Film Solar Cells: An Overview», Progress In Photovoltaics: Research And Applications, 2004, p. 12:69-92.

²⁰⁰ L. El Chaar, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, p. 2165-2175.

²⁰¹ Πηγή: <http://greenenergia.gr/>, (τελευταία επίσκεψη: 14-10-2013)

Οι επιδόσεις που έχουν επιτευχθεί σε φωτοβολταϊκό πλαίσιο που χρησιμοποιεί a-Si είναι μεταξύ 6-8%, ενώ σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 14%. Το πάχος του άμορφου πυριτίου είναι περίπου 1μm, ενώ το υπόστρωμα στο οποίο γίνεται η εναπόθεση μπορεί να είναι από 1-3mm.²⁰²

Στην Εικόνα 26 φαίνεται σε τομή ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο a-Si και σε διάφορα μεγέθη όπως αυτά κυκλοφορούν στο εμπόριο.



Εικόνα 26: (α) Αριστερά Φωτοβολταϊκό στοιχείο a-Si σε τομή, (β) Δεξιά Φωτοβολταϊκά πάνελ a-Si [Πηγή: <http://greenenergia.gr/> (τελευταία επίσκεψη: 16-10-2013)]

Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Αρσενικούχου Γαλλίου (GaAs): Το αρσενικούχο γάλλιο είναι ένας από τους ημιαγωγούς που φέρουν το ιδανικό ενεργειακό διάκενο (1.43 eV) για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι με τη χρήση του GaAs ως απορροφητή σε φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν επιτευχθεί αποδόσεις στο εύρος 25-32% σε μορφή απλών (single junction) αλλά και πολλαπλών δομών του (multi junction).²⁰³

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που ευνοεί την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (solar concentrators). Ακόμα, τα Φ/Β στοιχεία GaAs

²⁰² Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 16-10-2013)

²⁰³ Y. Hamakawa, «Thin –Film Solar Cells: next generation photovoltaics and its applications», Springer, Berlin, 2004.

αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, γεγονός που σε συνδυασμό με τις πολύ υψηλές αποδόσεις τους τα καθιστά ιδανικά για χρησιμοποίηση σε διαστημικές εφαρμογές.

Όμως, το γάλλιο, που είναι παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως αλουμινίου και ψευδάργυρου, είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Επιπλέον, το αρσενικό έχει το βασικό μειονέκτημα ότι είναι ιδιαίτερα δηλητηριώδες. Το μεγαλύτερο όμως μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι το υπερβολικά ακριβό υπόστρωμα πάνω στο οποίο εναποτίθεται το GaAs, το οποίο ανεβάζει κατά πολύ το κόστος κατασκευής τους.²⁰⁴

Για την επίγεια εφαρμογή του συστήματος γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθούν οικονομικά υποστρώματα τα οποία να μην μειώνουν την απόδοση των στοιχείων, όπως γυαλί, μέταλλο ή κεραμικό υπόστρωμα.²⁰⁵ Στην Εικόνα 27 απεικονίζεται ένα Φ/Β πάνελ GaAs.



Εικόνα 27: Φωτοβολταϊκό πάνελ GaAs [(Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)]

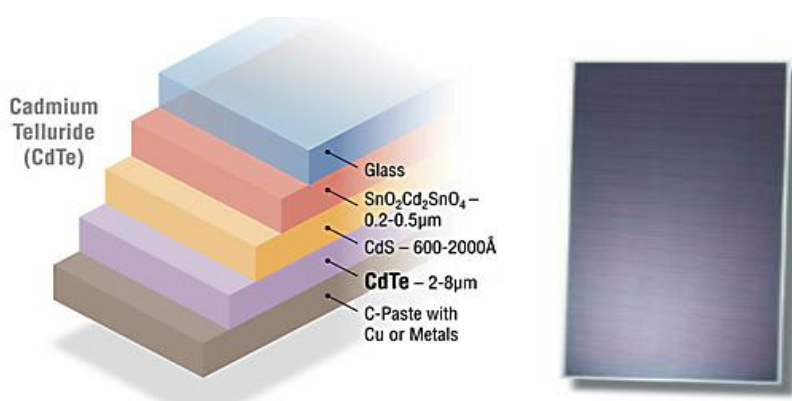
Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Τελουριούχου Καδμίου (CdTe)

Το τελουριούχο κάδμιο είναι χρόνια γνωστό ότι έχει το ιδανικό ενεργειακό διάκενο (1.45 eV) το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά

²⁰⁴ Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013).

²⁰⁵ Y. Hamakawa, «Thin –Film Solar Cells: next generation photovoltaics and its applications», Berlin, Springer 2004.

πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές έχουν αποδώσει ηλιακές κυψέλες CdTe με αποδόσεις μεγαλύτερες των 15%, ενώ έχουν κατασκευασθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια με αποδόσεις περί τα 9%.²⁰⁶ Τα Φ/Β στοιχεία CdTe σε σύγκριση με τα άλλα Φ/Β στοιχεία λεπτών υμενίων, είναι πιο εύκολο να εναποτεθούν και κυρίως πιο εύκολο να κατασκευασθούν σε μεγάλη γραμμή παραγωγής. Όμως, ένα σημαντικό πρόβλημα των Φ/Β στοιχείων CdTe είναι η τοξικότητα του καδμίου και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν εξαιτίας της. Στην Εικόνα 28 απεικονίζεται μία ηλιακή κυψέλη CdTe σε τομή.



Εικόνα 28: Αριστερά Φ/Β στοιχείο CdTe σε τομή, [(Πηγή: <http://www.nrel.gov/pv/thinfilm.html>, (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)], Δεξιά Φ/Β πάνελ CdTe [(Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)]

Φωτοβολταϊκά Στοιχεία Χαλκοπυρίτη (CIS/CIGS)

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χαλκοπυρίτη (CIS/CIGS), συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών στοιχείων λεπτών υμενίων σε συνδυασμό με την απόδοση και την σταθερότητα των φωτοβολταϊκών στοιχείων κρυσταλλικού πυριτίου. Θεωρείται ότι τα Φ/Β στοιχεία χαλκοπυρίτη θα καταλάβουν ένα σημαντικό μέρος της παγκόσμιας αγοράς φωτοβολταϊκών μόλις αρχίσει η μαζική παραγωγή τους.²⁰⁷ Ορισμένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των Φ/Β CIS/CIGS που αναμένεται να

²⁰⁶ L. El Char, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, p. 2165-2175.

²⁰⁷ J. Poortmans, V. Arkhipov, «Thin Film Solar Cells: Fabrication, Characterization and Applications», England, December 2006.

δώσουν στην συγκεκριμένη τεχνολογία πρωταγωνιστικό ρόλο στην παγκόσμια αγορά φωτοβολταϊκών είναι τα εξής:

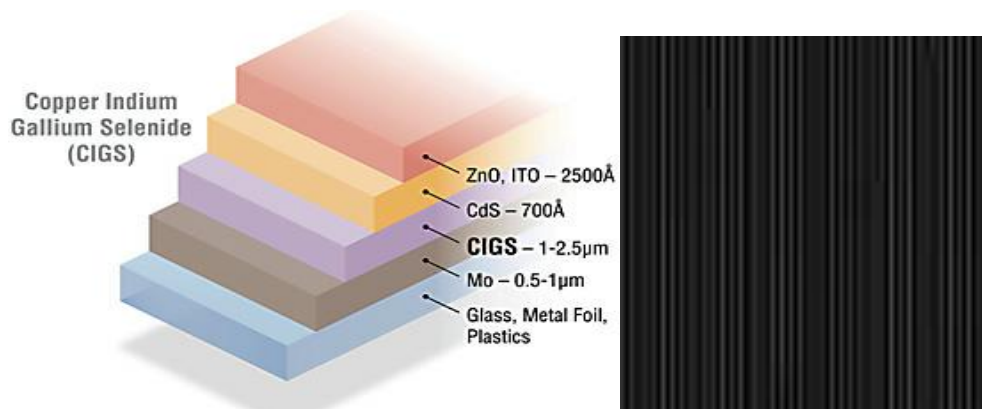
- Έχουν σημειωθεί υψηλά ποσοστά απόδοσης συγκριτικά με αυτά των Φ/Β στοιχείων κρυσταλλικού πυριτίου.
- Παρουσιάζουν σταθερότητα συγκρίσιμη με αυτή των Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου.
- Έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής, που είναι και από τα βασικά πλεονεκτήματα των Φ/Β στοιχείων λεπτών υμενίων.
- Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά ακατέργαστα υλικά.
- Προσαρμόζονται σε πολλές εφαρμογές με μεγάλη ευκολία.
- Πραγματοποιείται μεγάλου εύρους παγκόσμια έρευνα για την ανάπτυξη των Φ/Β στοιχείων CIS/CIGS.²⁰⁸

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία CIS/CIGS έχουν σημειώσει τις υψηλότερες αποδόσεις ανάμεσα στις τεχνολογίες Φ/Β στοιχείων λεπτών υμενίων. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν σημειωθεί αποδόσεις έως 20.1% για τις ηλιακές κυψέλες, ενώ οι αποδόσεις των μεγάλων πάνελ Φ/Β στοιχείων CIS/CIGS κυμαίνονται από 11% έως 13%.

Το βασικό πρόβλημα που ανακύπτει με τα Φ/Β στοιχεία CIS/CIGS είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση (βλ. Εικόνα 29).²⁰⁹

²⁰⁸ J. Poortmans, V. Arkhipov, «Thin Film Solar Cells: Fabrication, Characterization and Applications», England, December 2006.

²⁰⁹ V. Avrutin, N. Izyumskaya, H. Morkoc, «Semiconductors solar cells: Recent progress in terrestrial applications», *Superlattices and Microstructures*, vol.49 (4), April 2011, pp. 337-364.



Εικόνα 29: Αριστερά Φ/Β στοιχείο CIGS σε τομή [Πηγή: <http://www.nrel.gov/pv/thinfilm.html>], (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)], Δεξιά Φ/Β πάνελ CIGS [Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php], (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)]

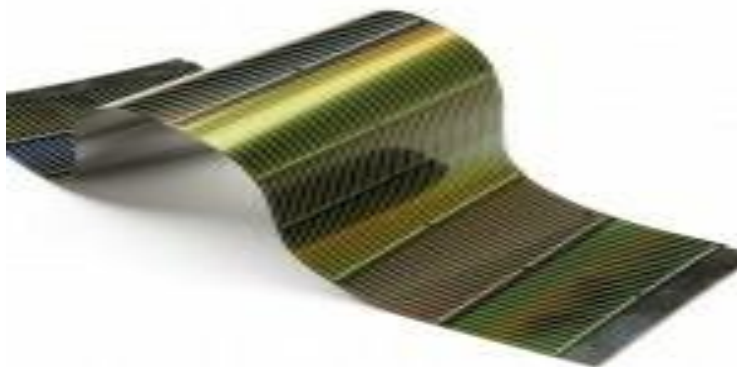
5.2.5.1.3.2.2. Οργανικά Φωτοβολταϊκά Στοιχεία

Τα οργανικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, λεπτού υμένα οργανικής φύσεως ή τυπωμένα Φ/Β πλαίσια, έχουν το βασικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων φωτοβολταϊκών πλαισίων, ότι είναι εύκαμπτα (βλ. Εικόνα 30). Η δομή τους, που τα κάνει εύκαμπτα, δίνει τη δυνατότητα να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε βάση στην οποία δεν μπορούν να τοποθετηθούν συμβατικά Φ/Β πλαίσια κρυσταλλικού πυριτίου ή ανόργανα Φ/Β πλαίσια τεχνολογίας λεπτού υμενίου. Τα οργανικά Φ/Β πλαίσια λεπτού υμενίου δεν αναπτύσσουν ισχυρούς δεσμούς μεταξύ των ημιαγωγών τους, καθώς το διηλεκτρικό φαινόμενο δεν είναι τόσο ισχυρό. Αυτό οδηγεί σε μεγάλη αλληλεπίδραση αρνητικών και θετικών φορτίων. Ακόμα ένα χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι οι οργανικοί ημιαγωγοί είναι άμορφοι και γι' αυτό η μετάδοση φορτίου είναι πιο δύσκολη εν συγκρίσει με την μετάδοση σε υλικά με κρυσταλλική δομή.²¹⁰

Ένα πλεονέκτημα όμως των οργανικών Φ/Β πλαισίων είναι ότι μπορούν να διατεθούν κατά παραγγελία και σύμφωνα με τις ανάγκες που επιθυμείται να καλύψουν. Ακόμα, τα οργανικά Φ/Β στοιχεία μπορούν να κατασκευασθούν χρησιμοποιώντας οικονομικές μεθόδους. Τα οργανικά Φ/Β στοιχεία εν καιρώ αναμένεται να αναπτυχθούν περαιτέρω και να διατεθούν στην παραγωγή με

²¹⁰ Γκιώνης Δημήτριος, «Μελέτη, σχεδιασμός υβριδικού θερμο-φωτοβολταϊκού συστήματος με βάση την τεχνολογία λεπτού υμένα και εφαρμογή στον οικιακό τομέα», Χανιά, Ιανουάριος 2010.

ανταγωνιστικές αποδόσεις, μεγαλύτερες του 3% που είναι και η μεγαλύτερη απόδοση που έχει σημειωθεί έως τώρα.²¹¹



Εικόνα 30: Οργανικό Φ/Β στοιχείο λεπτού υμενίου. [Πηγή: <http://www.greentechmedia.com/green-light/post/why-have-investors-flocked-to-cigs-solar-1101/>, (τελευταία επίσκεψη: 17-10-2013)]

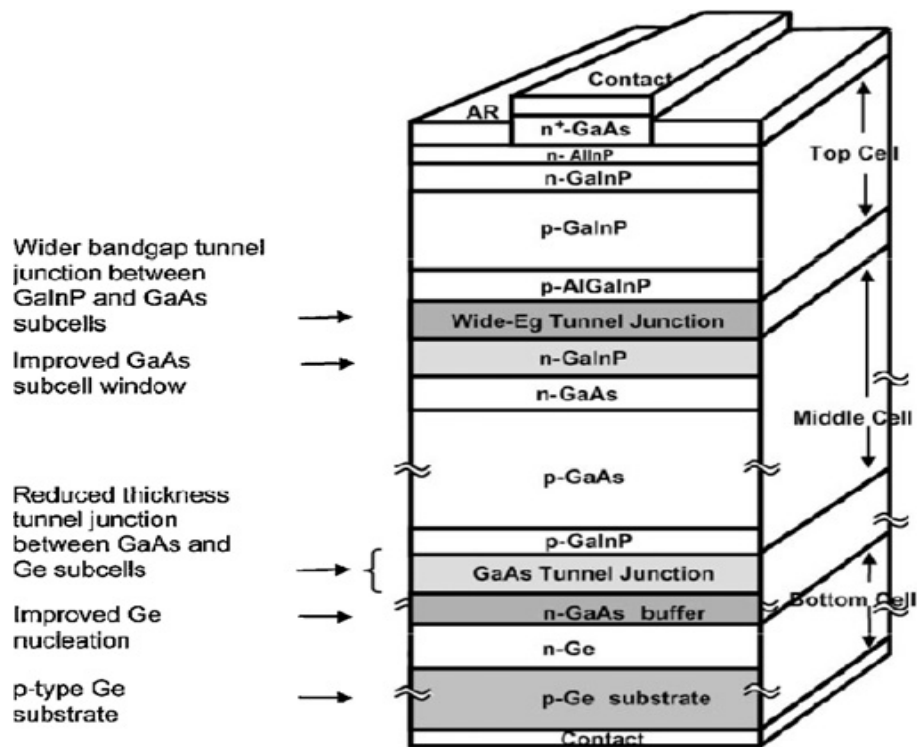
Φ/Β Στοιχεία Πολλαπλών Στρωμάτων (multijunction/tandem solar cells)

Στα Φ/Β στοιχεία, δεν μπορεί να γίνει εκμετάλλευση όλου του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς τα φωτόνια με ενέργεια μικρότερη από αυτή του ενεργειακού διακένου του ημιαγωγικού υλικού, τα διαπερνούν χωρίς καμία απορρόφηση. Τα Φ/Β στοιχεία πολλαπλών στρωμάτων (multijunction/tandem solar cells) είναι ενώσεις από πολλά στρώματα φωτοβολταϊκών υλικών με διαφορετικά ενεργειακά διακένα μεταξύ τους (βλ. Εικόνα 31). Τα ανεκμετάλλευτα φωτόνια του πρώτου στρώματος Φ/Β υλικού, το οποίο έχει και το μεγαλύτερο ενεργειακό διάκενο από τα υπόλοιπα στρώματα, συνεχίζουν την πορεία προς το δεύτερο Φ/Β υλικό, το οποίο έχει μικρότερο ενεργειακό διάκενο από το πρώτο, ώστε να διεγείρουν τους φορείς του.

Η μέθοδος κατασκευής των Φ/Β στοιχείων λεπτών υμενίων έχει συνδυαστεί με αυτή την δομή Φ/Β στοιχείων, χρησιμοποιώντας άμορφο πυρίτιο, δισεληνοϊνδιούχο χαλκό, αρσενιούχο γάλλιο και άλλα στοιχεία, που οδήγησαν στην παραγωγή φωτοβολταϊκών διατάξεων μέγιστης απόδοσης έως και 43,5% από την εταιρία Solar

²¹¹ K.L. Chopra, P.D. Paulson, V. Dutta, «Thin-Film Solar Cells: An Overview», Progress In Photovoltaics: Research And Applications, 2004, p. 12:69-92.

Junction.²¹² Συνήθως, τα Φ/Β στοιχεία πολλαπλών στρωμάτων κατασκευάζονται σε υπόστρωμα αρσενιούχου γαλλίου (GaAs). Όμως, με στόχο να μειωθεί το κόστος κατασκευής και να αυξηθεί η στιβαρότητά της, χρησιμοποιείται το γερμάνιο (Ge) σαν υπόστρωμα.²¹³



Εικόνα 31: Φ/Β στοιχείο πολλαπλών στρωμάτων. (Πηγή: L. El Chaar, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, p. 2165-2175)

Υβριδικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία (Hybrid Solar Cells)

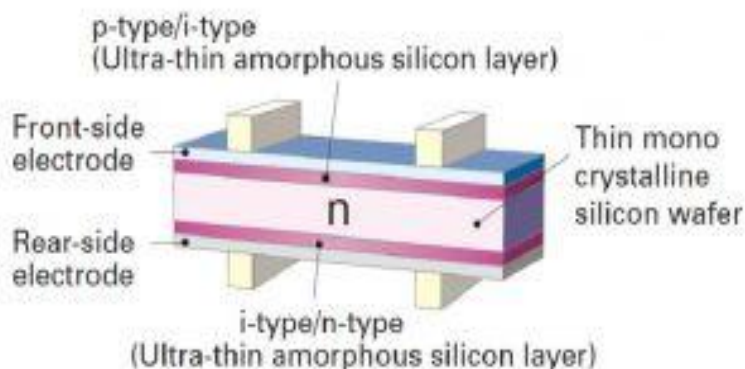
Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διάφορων Φ/Β τεχνολογιών. Τα πιο εμπορικά υβριδικά Φ/Β στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου, πάνω και κάτω, ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μία στρώση

²¹² Λαγόπουλος Ισίδωρος, «Πειραματική Μελέτη Φωτοβολταϊκών Στοιχείων Λεπτών Υμενίων», Αθήνα, Ιούλιος 2011.

²¹³ L. El Chaar, L.A. Lamont, N.El Zein, «Review of photovoltaic technologies», Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, p. 2165-2175.

μονοκρυσταλλικού πυριτίου (βλ. Εικόνα 32), HIT (Hetero junction with Intrinsic Thin-layer).²¹⁴

Κατασκευάζονται από την εταιρία Sanyo Solar στην Ιαπωνία και η απόδοση των ηλιακών κυψελών που έχουν κατασκευάσει κυμαίνεται περί τα 21%, για ηλιακές κυψέλες μεγέθους 101 cm². Πέραν της υψηλής τους απόδοσης, τα υβριδικά Φ/Β έχουν το πλεονέκτημα της υψηλής απόδοσης σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και της υψηλής απόδοσης στη διάχυτη ακτινοβολία, δηλαδή σε συνθήκες νέφωσης. Ένα μειονέκτημα των υβριδικών Φ/Β στοιχείων είναι ότι είναι πιο ακριβά από τα Φ/Β στοιχεία των άλλων τεχνολογιών.²¹⁵

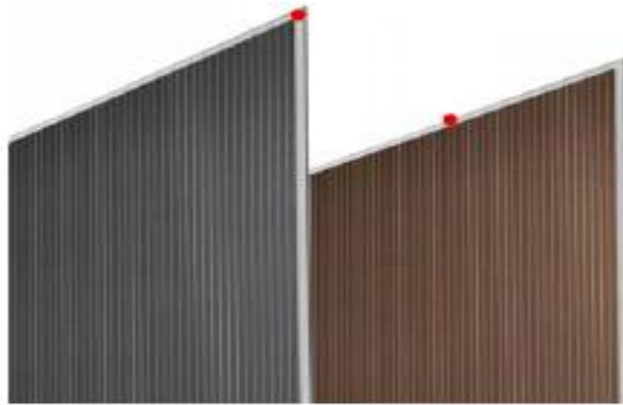


Εικόνα 32: Υβριδική φωτοβολταϊκή κυψέλη κατασκευασμένη από την εταιρία Sanyo Solar. [Πηγή: www.evoenergy.co.uk/solar-panels/pv-comparison/, (τελευταία επίσκεψη: 18-10-2013)]

Στην Ελλάδα, η εταιρία Heliosphera κατασκευάζει υβριδικά φωτοβολταϊκά panels. Η κυψέλη λεπτών υμενίων, σε αντίθεση με την απλή άμορφη έκδοση, διαθέτει διπλή δομή με ένα στρώμα άμορφου πυριτίου και ένα στρώμα μικροκρυσταλλικού πυριτίου (τεχνολογία micromorph). Ένα πλαίσιο που βασίζεται στην τεχνολογία micromorph είναι κατά 50% αποδοτικότερο απ' ό,τι ένα πλαίσιο που βασίζεται στη συμβατική τεχνολογία άμορφου πυριτίου. Τα panels της εταιρείας Heliosphera φαίνονται στην Εικόνα 33.

²¹⁴ Πηγή: http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, (τελευταία επίσκεψη: 18-10-2013)

²¹⁵ T.M. Razykov, C.S. Ferekides, D. Morel, E. Stefanakos, H.S Ullal, H.M. Upadhyaya, «Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects», Solar Energy, August 2011, p. 1580-1608.



Εικόνα 33: Υβριδικά φωτοβολταϊκά panels τεχνολογίας micromorph της εταιρείας Heliosphera

5.2.5.1.4. Πλεονεκτήματα από τη χρήση φωτοβολταϊκών

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων μας προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα και οφέλη όπως:

- Είναι τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον αφού δεν προκαλούνται ρύποι κατά την παραγωγή ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια που είναι η πηγή του συστήματος είναι ανεξάντλητη.
- Το σύστημα έχει αθόρυβη λειτουργία.
- Το σύστημα απαιτεί ελάχιστη συντήρηση και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Είναι εύκολη η εγκατάσταση σε υπάρχουσες κατασκευές.
- Έχουμε εξοικονόμηση των φυσικών πόρων.
- Υπάρχει η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης του συστήματος σε περίπτωση αύξησης των ενεργειακών αναγκών.
- Το σύστημα συμβάλλει στην αποφόρτιση του δικτύου ιδιαίτερα σε περιόδους αιχμής (θερινοί μήνες) και βοηθά στη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό και να αντικαταστήσει μια κεραμοσκεπή ή ένα υαλοστάσιο, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς. Συχνά τοποθετούνται σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων αντικαθιστώντας τα υαλοστάσια.

- Μπορούμε να πουλήσουμε την πλεονάζουσα ενέργεια στο δίκτυο ηλεκτρισμού και να έχουμε σημαντικό οικονομικό όφελος.
- Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και ως αυτόνομο με την χρήση συσσωρευτών ενέργειας.²¹⁶

5.2.5.2. Ανεμογεννήτριες

Οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ανέμου, την οποία μετατρέπουν σε μηχανική προκειμένου να κινηθεί μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Τα συστήματα ανεμογεννητριών διακρίνονται σε διασυνδεδεμένα συστήματα και σε αυτόνομα συστήματα.

Διασυνδεδεμένα συστήματα ανεμογεννητριών είναι αυτά που συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο. Στην κατηγορία αυτή μπορεί να ενταχθεί τόσο μια ανεμογεννήτρια μεγάλης ισχύος ή μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών μεγάλης ισχύος – αιολικό πάρκο -, όσο και μια μικρής ισχύος. Η μικρής ισχύος ή αλλιώς οικιακή ανεμογεννήτρια μειώνει τις ανάγκες για αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Πρέπει ωστόσο να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην τήρηση των υψηλών τεχνικών προδιαγραφών προκειμένου να είναι αποδοτική και να ισορροπεί την αξία αγοράς του ηλεκτρικού ρεύματος με το παραγόμενο από το σύστημά μας. Σχετικά με το κόστος σύνδεσης μιας μικρής ισχύος ανεμογεννήτριας με το δίκτυο αποτελεί μεγάλο μέρος του προϋπολογισμού της εγκατάστασης.

Στα *αυτόνομα συστήματα* χρησιμοποιούνται κυρίως μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες προκειμένου να καλύψουν ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια ή ακόμη και θερμική. Αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η κάλυψη από το δίκτυο. Η παραγόμενη ισχύς είναι περιορισμένη και χρησιμοποιείται για την φόρτιση συσσωρευτών οι οποίοι τροφοδοτούν μικρές ηλεκτρικές εφαρμογές όπως φωτισμού, συστημάτων ασφαλείας κ.α.. Σε αυτό το σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνεται ο μετατροπέας τάσεως από εναλλασσόμενη σε συνεχή (AC-DC), ο ηλεκτρικός συσσωρευτής και ο ελεγκτής φόρτισης του συσσωρευτή, ο οποίος τοποθετείται σε ανεξάρτητη θεμελίωση από τον πύργο.

²¹⁶ Βλ. σχετικά στο <http://gr.krannich-solar.com>, στο <http://el.wikipedia.org/>, και στο <http://www.epaggelmaties.com/anthis/photovoltaic.html>, (τελευταία επίσκεψη: 18-10-2013).

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθός της και την ταχύτητα του ανέμου. Ανάλογα με την θέση του άξονα περιστροφής ως προς την επιφάνεια της γης διακρίνονται στις δυο παρακάτω κατηγορίες:

- **Οριζόντιου άξονα:** Ο δρομέας τύπου έλικα είναι συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και την επιφάνεια του εδάφους και αποτελεί τον τύπο ανεμογεννήτριας που έχει επικρατήσει στην αγορά
- **Κατακόρυφου άξονα:** Ο άξονας είναι σταθερός και κάθετος ως προς την επιφάνεια του εδάφους.

Τα μέρη που συνθέτουν μια ανεμογεννήτρια είναι: α) ο δρομέας ή πτερωτή, β) το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, γ) η ηλεκτρική γεννήτρια, δ) το σύστημα πέδησης, ε) το σύστημα προσανατολισμού, στ) ο πύργος ή βάση στήριξης της εγκατάστασης, ζ) ο ηλεκτρονικός πίνακας και ο πίνακας ελέγχου.

A. Ο **δρομέας ή πτερωτή** αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια ενισχυμένου πολυεστέρα και περιστρέφεται από τον άνεμο. Τα πτερύγια έχουν αεροδυναμική σχεδίαση ώστε να εκμεταλλεύονται κατά το μέγιστο την αιολική ενέργεια, προσδένονται σε μια πλήμνη και είναι είτε σταθερά είτε περιστρεφόμενα.

B. Το **σύστημα μετάδοσης της κίνησης** πραγματοποιεί την μετάδοση της κίνησης και αποτελείται από:

- Τον άξονα χαμηλής ταχύτητας που περιστρέφεται μαζί με τον δρομέα εκτελώντας 20-35 στροφές ανά λεπτό (σ.α.λ. ή rotations per minute, rpm)
- Το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών το οποίο αποτελείται από γρανάζια που προσαρμόζουν την ταχύτητα της πτερωτής με αυτή της γεννήτριας ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να ενεργοποιηθεί
- Τον άξονα υψηλής ταχύτητας ο οποίος εκτελεί 1500 σ.α.λ. περίπου
- Τα έδρανα του κάθε άξονα

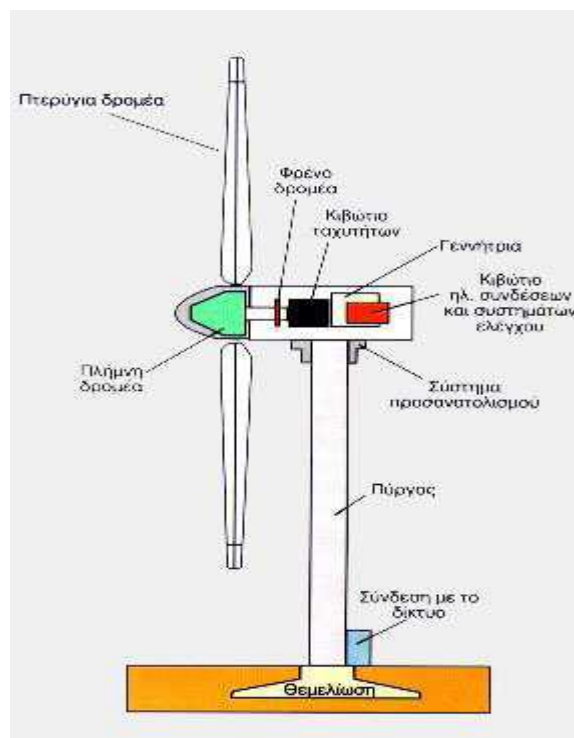
Γ. Η **ηλεκτρική γεννήτρια** που μπορεί να είναι επαγωγική ή σύγχρονη και αποτελείται από 4-6 πόλους συνδέεται μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου με την έξοδο του πολλαπλασιαστή και μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η τοποθέτησή της γίνεται συνήθως επάνω στον πύργο.

Δ. Το **σύστημα πέδησης** τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας και αποτελείται από ένα δισκόφρενο. Σκοπός του συστήματος πέδησης είναι να διαφυλάξει την πτερωτή από βλάβες που μπορεί να προκληθούν όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει τα 120 km/h.

Ε. Το **σύστημα προσανατολισμού** μετακινεί συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα ώστε να βρίσκεται παράλληλα με την διεύθυνση του ανέμου και να έχουμε έτσι την εκμετάλλευση του κατά το μέγιστο βαθμό.

ΣΤ. Ο **πύργος ή βάση στήριξης** της ανεμογεννήτριας είναι κατασκευασμένος συνήθως από μέταλλο σωληνωτής ή δικτυωτής μορφής και σε λίγες περιπτώσεις από οπλισμένο σκυρόδεμα. Πάνω στον πύργο γίνεται η στήριξη της ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης. Το ύψος του πύργου ποικίλει ανάλογα με τη χρήση και μπορεί να είναι 4-6 μέτρα σε περίπτωση μικρής οικιακής εγκατάστασης ή μεγαλύτερος από 18 μέτρα σε μια μεγάλης ισχύος εγκατάσταση.

Ζ. Ο **ηλεκτρονικός πίνακας** και ο **πίνακας ελέγχου** τοποθετούνται στη βάση του πύργου. Μέσω του συστήματος ελέγχου μπορούμε να παρακολουθούμε και να ελέγχουμε όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας ώστε να έχουμε την ομαλή λειτουργία της. Στην παρακάτω Εικόνα 34 απεικονίζονται τα μέρη της ανεμογεννήτριας όπως αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 34: Τα μέρη της ανεμογεννήτριας [Πηγή: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm, (τελευταία επίσκεψη: 18-10-2013)]

Η εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας οικιακής χρήσης μπορεί να γίνει σε ιστό πλησίον του κτιρίου ή εναλλακτικά στη στέγη αυτού. Αυτές οι ανεμογεννήτριες μικρές ισχύος παράγουν είτε συνεχές είτε εναλλασσόμενο ρεύμα. Στην πρώτη περίπτωση απαιτείται μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, ενώ στη δεύτερη μπορεί να γίνει απευθείας χρήση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Σημαντικοί παράγοντες στη λειτουργία της οικιακής ανεμογεννήτριας είναι η μέση ημερήσια ταχύτητα του ανέμου, η οποία θα πρέπει να ξεπερνά τα 6 m/sec και η απουσία εμποδίων που μπορούν να προκαλέσουν μείωση της ταχύτητας του ανέμου, όπως για παράδειγμα, δέντρα ή γειτονικά κτίρια. Πριν την τοποθέτηση ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει επιλυθούν ζητήματα όπως η οπτική όχληση, ο θόρυβος και το κόστος συντήρησης.²¹⁷ Η διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας φτάνει τα 22 χρόνια με σωστή συντήρηση και τακτικό έλεγχο του συστήματος. Οι συσσωρευτές -στην περίπτωση αυτόνομης εγκατάστασης- έχουν διάρκεια ζωής 6-10 έτη και είναι πιθανή

²¹⁷ Βλ. «Μικρές ανεμογεννήτριες. Εφαρμογές στον οικιακό τομέα», *Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών*, Οκτώβριος 2010, σελ. 4, στο <http://www.cea.org.cy> (τελευταία επίσκεψη: 17-08-2013).

η αντικατάστασή τους. Επιπλέον, στα πλεονεκτήματα της χρήσης ανεμογεννητριών οικιακής χρήσης θα πρέπει να προστεθεί και το συνολικό όφελος για την οικιακή και ευρύτερη οικονομία. Ειδικότερα, οι μικρές ανεμογεννήτριες απαλλάσσονται από τις άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας όταν η ισχύς τους δεν υπερβαίνει τις 100 kW, η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας μπορεί να φτάσει στα 250 ευρώ ανά MW/h εφόσον η ισχύς δεν υπερβαίνει τις 50 kW, και απαλλάσσονται από την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων αν είναι εγκατεστημένες σε κτίρια ή εντός οργανωμένων βιομηχανικών υποδοχέων ή αν η ισχύς τους είναι μικρότερη από 20 kW.²¹⁸

5.2.5.3. Συστήματα γεωθερμίας

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του υπεδάφους βάθους τριών έως πέντε μέτρων παραμένει σταθερή και σε επίπεδα της τάξεως 16-20°C, την στιγμή που η θερμοκρασία του αέρα φτάνει τους 45 °C το καλοκαίρι και τους -10 °C το χειμώνα. Αυτές τις θερμοκρασιακές διαφορές εκμεταλλεύονται τα γεωθερμικά συστήματα για την λειτουργία τους.

Τα γεωθερμικά συστήματα διακρίνονται σε ανοικτού κυκλώματος και κλειστού κυκλώματος και χρησιμοποιούνται προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες μιας κατοικίας για θέρμανση ή ψύξη.

Τα **γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος** λειτουργούν αντλώντας το υπόγειο νερό για εκμεταλλεύτουν τη θερμότητά του. Στη συνέχεια το νερό επιστρέφει στον υδροφόρο ορίζοντα. Για να λειτουργήσει το σύστημα πρέπει να έχουμε α) γεωτρήσεις μέσω των οποίων θα πραγματοποιείται η άντληση του νερού και η επιστροφή του στον υδροφόρο ορίζοντα, β) μια αντλία νερού, γ) ένα γεωθερμικό εναλλάκτη θερμότητας (ο οποίος είναι ένα δίκτυο σωληνώσεων), δ) μια γεωθερμική αντλία θερμότητας, η οποία διακρίνεται σε τύπο νερού-νερού αν έχουμε σύνδεση της εγκατάστασης με ενδοδαπέδια θέρμανση και τύπου νερού-αέρα αν η συνδυάζεται με συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα, ε) ένα σύστημα διανομής της θερμότητας στο κτίριο.

²¹⁸ Πηγή: www.energia.gr (τελευταία επίσκεψη: 17-08-2013).

Τα *γεωθερμικά συστήματα κλειστού τύπου* λειτουργούν εκμεταλλευόμενα την σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται ένα κλειστό δίκτυο σωληνώσεων. Αποτελούνται από:

- Ένα γεωθερμικό εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος μπορεί να είναι είτε κατακόρυφος είτε οριζόντιος. Στον κατακόρυφο εναλλάκτη πραγματοποιούνται γεωτρήσεις βάθους 60-120 m και διαμέτρου 165-216 mm, στις οποίες τοποθετούνται ένα ζεύγος σωλήνων για την άντληση και την επιστροφή του νερού στο κύκλωμα. Το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε οικόπεδο αλλά παρουσιάζει αυξημένο κόστος. Στον οριζόντιο εναλλάκτη θερμότητας τοποθετούμε δίκτυα σωληνώσεων μήκους 100-150 m σε βάθος 1.5-2 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Για αυτό το σύστημα απαιτείται μεγάλη επιφάνεια στο οικόπεδο. Τόσο στον κατακόρυφο όσο και στον οριζόντιο, το νερό οδηγείται μέσω αντλίας στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας.
- Αντλία θερμότητας συνήθως υδρόψυκτη
- Σύστημα διανομής της θερμότητας στο κτίριο τύπου νερού-νερού και νερού-αέρα

Στο γεωθερμικό σύστημα, το δίκτυο σωληνώσεων που τρέχει μέσα στο δίκτυο στο οποίο αποδίδει ή από το οποίο παραλαμβάνει θερμότητα μπορεί να είναι είτε ενδοδαπέδιο, είτε επιτοίχιο δίκτυο με θερμαντικά σώματα με ενσωματωμένο ανεμιστήρα (γνωστά ως fan coils).²¹⁹ Κατά τη μελέτη εγκατάστασης και σχεδιασμού γεωθερμικών συστημάτων είναι απαραίτητη η εξέταση των παρακάτω κριτηρίων:

- Διαθέσιμη επιφάνεια εδάφους για εγκατάσταση του συστήματος.
- Ο τύπος του εδάφους στην περιοχή εγκατάστασης. Αυτός ο παράγοντας επηρεάζει ιδιαίτερα το μέγεθος του εναλλάκτη του συστήματος.
- Τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης που καλείται να καλύψει το σύστημα.

²¹⁹ Κώστας Τσίππρας - Θέμης. Στεφ. Τσίππρας., *Οικολογική Αρχιτεκτονική. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Κέδρος, Αθήνα, 2005, σελ. 368.

Όσον αφορά την ισχύ των συστημάτων, αυτή διαφέρει ανάλογα με τον τύπο σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται στους εναλλάκτες. Δηλαδή, η ισχύς υπολογίζεται στα 50-100 W/(m σωλήνα) για κατακόρυφους εναλλάκτες και στα 25-50 W/(m σωλήνα) για οριζόντιες σωληνώσεις.

5.2.5.4. Συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

Με τη χρήση μονάδων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών CO₂, καθώς χρησιμοποιείται η παραγόμενη θερμότητα από την καύση προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον δροσισμό κ.α.. Η μείωση των εκπομπών ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 35% σε σχέση με συμβατικές παραγωγές ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.²²⁰

Στους συμβατικούς σταθμούς μόλις το 35% του ενεργειακού δυναμικού του καυσίμου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό, ενώ το υπόλοιπο χάνεται ως απορριπτόμενη θερμότητα. Ακόμη και στις προωθημένες τεχνολογίες το ποσοστό φτάνει το 55%, τη στιγμή που από μια μονάδα ΣΗΘ έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 90%.²²¹

Τα καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις μονάδες ΣΗΘ είναι άνθρακας, λιγνίτης, πετρέλαιο, ενώ μπορούν να χρησιμοποιήσουν και ανανεώσιμες πηγές όπως βιοαέριο, pellets, φυτικά έλαια, ξύλο και υδρογόνο. Το πιο σύνηθες καύσιμο ωστόσο είναι το φυσικό αέριο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως είναι συνήθως εύκολα διαθέσιμο, έχει καθαρή καύση χωρίς παραγωγή στάχτης, αιθάλης ή πίσσας και έχει μειωμένες εκπομπές CO₂.

Σε ένα κτίριο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια μηχανή ΣΗΘ επιλέγοντας βάση της κατηγορίας του κτιρίου και των καυσίμων. Στον παρακάτω Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι συνηθέστερες μονάδες ΣΗΘ και τα χαρακτηριστικά τους.

²²⁰ Πηγή:

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/COPRODUCTION/totee2001a.pdf, (τελευταία επίσκεψη: 25-08-2013)

²²¹ Ε. Σιδέρης, «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», Παν. Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010, σελ. 163

A/A	Βασικό Σύστημα ΣΗΘ	Ελάχιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Μέγιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης %	Θερμικός Βαθμός Απόδοσης %	Ολικός Βαθμός Απόδοσης %
1	Μηχανή Otto	15	1300	32-45	50-60	80-85
2	Μηχανή Diesel	100	20000	35-45	40-45	75-90
3	Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100	30000	25-35	40-50	70-85
4	Μικροστρόβιλος	25	200	25-35	40-50	70-85
5	Μηχανή Stirling	3	100	35-45	50-60	80-85
6	Κυψέλη καυσίμου	3	120	30-40	30-40	60-80
7	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500	10000	25-30	40-60	65-90

Πίνακας 7: Συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτίρια (πηγή: πίνακας 2.1 TOTEE – ΣΗΘ)

Ανάλογα με χρήση που έχει το κτίριο, το ΤΕΕ προτείνει τις εξής μηχανές ΣΗΘ (βλ. Πίνακα 8).

A/A	Είδος κτιρίου	Περιοχή ισχύος kW _e	Προτεινόμενη Μονάδα Συμπαγωγής
1	Μονοκατοικίες	5 - 50	Μηχανή Otto Μηχανή Stirling Κυψέλη καυσίμου Μικροστρόβιλος
2	Πολυκατοικίες	50 - 250	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Κυψέλη καυσίμου Μικροστρόβιλος
3	Νοσοκομεία	500 – 2000	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Αεριοστρόβιλος Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)
4	Ξενοδοχεία	200 – 2000	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Αεριοστρόβιλος Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)

5	Κτίρια γραφείων	200 – 500	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel
6	Αθλητικοί χώροι – πισίνες	100 – 300	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Αεριοστρόβιλος
7	Εμπορικά κέντρα	200 – 1000	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Αεριοστρόβιλος
8	Εκπαιδευτήρια	200 - 500	Μηχανή Otto Μηχανή Diesel Αεριοστρόβιλος

Πίνακας 8: Προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτιρίων. (Πηγή: πίνακας 2.2 TOTEE – ΣΗΘ)

Για την εγκατάσταση ενός συστήματος ΣΗΘ, πρέπει να προηγηθούν τρία βασικά βήματα ²²²:

- Προμελέτη: Κατά τη διάρκεια της προμελέτης για ένα υφιστάμενο κτίριο, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ενεργειακή διαγνωστική για τη συλλογή πληροφοριών και στοιχείων από τις προηγούμενες ενεργειακές καταναλώσεις του.
- Τεχνοοικονομική μελέτη με επιλογή του συστήματος ΣΗΘ: Κατά τη διάρκεια της τεχνοοικονομικής μελέτης, επιλέγεται η μηχανή ΣΗΘ που καλύπτει απόλυτα το θερμικό προφίλ του κτιρίου. Για την τεχνοοικονομική μελέτη, θα λάβουμε υπόψη το αρχικό κεφάλαιο, το τυχόν δανειακό κεφάλαιο και την κρατική επιχορήγηση για το έργο.
- Μελέτη εφαρμογής: Κατά την διάρκεια της μελέτης εφαρμογής, ο ενεργειακός μελετητής της εγκατάστασης σχεδιάζει τα τελικά σχέδια με την καλύτερη δυνατή λεπτομέρεια. Σύμφωνα με μελέτη που έγινε για την χρήση ΣΗΘ για τα κτίρια, αυτή θεωρήθηκε συμφέρουσα για κτίρια του τριτογενή τομέα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 500-800 MW. Ο λόγος της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας προς φυσικού αερίου για βιώσιμη συμπαραγωγή, στα όρια της ΕΕ, πρέπει να είναι πάνω από 3,5. Στην Ελλάδα σήμερα είναι 1,6-2,1 για τη βιομηχανία και 2-2,7 για τον τριτογενή τομέα. Επίσης στις μεσογειακές χώρες η περίοδος που απαιτείται για θέρμανση διαρκεί λίγους

²²² Βλ. σχετικά: TOTEE ΣΗΘ.

μήνες, οπότε οι ώρες λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ είναι πολύ λιγότερες από τις απαιτούμενες με αποτέλεσμα η διάρκεια απόσβεσης να γίνεται απαγορευτική.²²³

5.2.6. Ο ρόλος των υλικών

Οι κατασκευές έχουν άμεση επίπτωση στο φυσικό σύστημα καθώς διασπών τη φυσική συνέχεια των οικοσυστημάτων και απειλούν τη βιοποικιλότητα. Το κομμάτι των υλικών αποτελεί βασικό στοιχείο για τη δημιουργία ενός πράσινου / οικολογικού κτιρίου. Η ανάγκη για υλικά φιλικότερα προς το χρήστη και το περιβάλλον προέκυψε αρχικά από το σύνδρομο των άρρωστων κτιρίων (sick building syndrome).²²⁴ Οι ένοικοι εξαιτίας των εκπομπών διαφόρων ρύπων των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα κτίρια που μένουν, όπως φορμαλδεΐδη από τις ρητίνες που χρησιμοποιούνται σε μονωτικά υλικά, ή, μονοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από τη χρήση μαγειρικών συσκευών αερίου, εμφάνισαν συμπτώματα όπως δύσπνοια, ξηρό βήχα, ρινόρροια, πονοκεφάλους κ.α.. Η μακροχρόνια έκθεση σε αυτές τις ουσίες μπορεί να προκαλέσει λοιμώξεις όπως ρινίτιδες, πνευμονίες, παθήσεις του ήπατος κ.α.. Γίνεται επομένως αντιληπτό πως πρέπει να περάσουμε στη χρήση διαφορετικών υλικών τα οποία δεν είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, και μπορούν να ανακυκλωθούν. Σε αυτή την επιλογή μας βοηθά η Περιβαλλοντική Σήμανση των υλικών (eco-label)²²⁵, η οποία ουσιαστικά εντοπίζει τα υλικά εκείνα που έχουν μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια ζωής τους αλλά και κατά την παραγωγή τους.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται στα κτίρια μεγάλες ποσότητες υλικών από μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Η χρήση ανανεώσιμων ή ανακυκλώσιμων υλικών είναι περιορισμένη. Τα μόνα υλικά που ανακυκλώνονται είναι τα προϊόντα κατεδάφισης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κατασκευές δρόμων, φτάνοντας σε μερικές χώρες το ποσοστό του 85%.

²²³ Γιώργος Ατζόγλου, Βασίλειος Ζιώγος, «Διερεύνηση των δυνατοτήτων διεύθυνσης συστημάτων ΣΗΘ σε κτίρια»

²²⁴ Βλ. σχετικά: Σπύρος Δρίβας, «Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου (Sick building syndrome), στο <http://diocles.civil.duth.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 25-08-2013)

²²⁵ Πηγή: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>, (τελευταία επίσκεψη: 25-08-2013)

Σημαντική πρόοδο στην ανακύκλωση των υλικών έχει επιτύχει η Σουηδία, καθώς επαναχρησιμοποιεί υλικά όπως τούβλα, ανακυκλωμένο μπετόν, ελαστικά κ.α. ως πρόσθετα για την παραγωγή σκυροδέματος. Η άμμος και το χαλίκι επαναχρησιμοποιούνται σε ποσοστό 90%, το σκυρόδεμα σε ποσοστό 20%, η άσφαλτος κατά 60% και το 80% του ξύλου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Έξι εκατομμύρια τόνοι υλικών παράγονται από προϊόντα κατεδάφισης κτιρίων, με το 43% να επαναχρησιμοποιείται, το 7% να ανακυκλώνεται, το 5% να καίγεται για παραγωγή ενέργειας και το 45% να καταλήγει σε χωματερές.²²⁶

5.2.6.1. Θερμομονωτικά υλικά

Θερμομονωτικά θεωρούνται τα υλικά που έχουν χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ . Η θερμομονωτική ικανότητα ενός υλικού εξαρτάται από το πορώδες του. Όσο περισσότερους μικρού μεγέθους πόρους έχει, τόσο μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα, καθώς ο αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,021$ W/mK.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες των υλικών εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ο συντελεστής K αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, μειώνοντας έτσι την θερμομονωτική ικανότητα του υλικού. Η υγρασία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα επειδή γεμίζει τους πόρους του υλικού με νερό εκτοπίζοντας τον αέρα. Το νερό έχει 24 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα ($\lambda=0,57$ W/mK) και επειδή αυξάνεται ο λ , αυξάνεται και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας K του υλικού, καταστρέφοντας έτσι τις μονωτικές ιδιότητες του υλικού. Επίσης με την πάροδο του χρόνου, οι θερμομονωτικές ικανότητες των υλικών μειώνονται.

Κατά την επιλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Οι θερμομονωτικές ιδιότητες και πως επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία
- Η μηχανική αντοχή
- Η σκληρότητα

²²⁶ Τ. Γιαννακοπούλου, «Εισαγωγή στις βιώσιμες κατασκευές», Πανεπιστήμιο Θράκης, στο www.diocles.civil.duth.gr/, (τελευταία επίσκεψη: 25-08-2013)

- Η διαπερατότητα σε υδρατμούς
- Η πυραντίσταση
- Η ηχομόνωση
- Η διάρκεια ζωής
- Το κόστος
- Η επάρκεια στην αγορά

Τα θερμομονωτικά υλικά διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους σε οργανικά και ανόργανα.

5.2.6.1.1. Θερμομονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης

Αμίαντος: Σερπεντίνης ή κεροσίλβη με τη μορφή λεπτών ινών. Παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα και αντοχή σε εφελκυσμό, ενώ είναι ανθεκτικός στη φωτιά και στην επίδραση των οξέων. Χρησιμοποιείται στις επενδύσεις σωλήνων και σιδερένιων κατασκευών. Ωστόσο η χρήση του έχει περιοριστεί καθώς είναι επικίνδυνος για την υγεία.

Περλίτης: Βρίσκεται σε αφθονία στη φύση υπό τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Αποτελείται από SO₂ κατά 75% και σε θερμοκρασίες άνω των 1000°C αυξάνει τον όγκο του κατά 15-25 φορές δίνοντάς μας τον διογκωμένο περλίτη. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή μονωτικών πλακών.

Σκυροδέματα μικρής φαινόμενης πυκνότητας: Είναι σκυρόδεμα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αέρα (π.χ. το YTONG) ή σκυροδέματα με αδρανή από αφρώδη πολυστυρόλη.

Αφρώδες γυαλί: Βασικό συστατικό του είναι η άμμος και παρασκευάζεται με επεξεργασία διογκωτικού μέσου. Είναι ανθεκτικό στη σήψη και στα παράσιτα, αλλά πρέπει να προστατεύεται από στάσιμα νερά καθώς υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης.

Μονωτικά με συνθετικό τη γύψο: Τα βρίσκουμε σε μορφή γυψοσανίδας ή γυψόπλακας και χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για πυροπροστασία.

Ινώδη μονωτικά υλικά: Είναι υλικά που παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή στο χρόνο και στην φωτιά, αλλά έχουν μειωμένη ελαστικότητα. Συναντώνται σε διάφορες μορφές με πιο συνηθισμένες αυτές σε ρολό και σε σκληρή ή μαλακή πλάκα. Στην κατηγορία περιλαμβάνονται:

- Υαλοβάμβακας: Παρασκευάζεται από πυριτικό γυαλί και παρουσιάζει αντοχή σε οξέα (πλην του υδροχλωρικού). Οι αντοχές του ωστόσο στην υγρασία είναι μειωμένες και πρέπει να προστατεύεται.
- Πετροβάμβακας: Παρασκευάζεται από ορυκτά ασβεστολιθικής προέλευσης με ειδική κατεργασία και παρουσιάζει αντοχές σε θερμοκρασίες μέχρι 800°C και χρησιμοποιείται για μόνωση. Πρέπει να υπάρχει προστασία από την υγρασία.
- Ορυκτοβάμβακας: Παρασκευάζεται από ασβεστόλιθο που διαμορφώνεται σε λεπτές ίνες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μόνωση σωληνώσεων. Επίσης ως μονωτικό υλικό στην οικοδομή υπό τη μορφή πλάκας και ακόμη ως εκτοξευόμενος για την κατασκευή μονωτικών στρώσεων. Και αυτός χρειάζεται προστασία από την υγρασία.
- Υαλομέταξα: Πρόκειται για ένα άφλεκτο υλικό με αντοχή στην επίδραση των χημικών αντιδραστηρίων. Χρησιμοποιείται για να αυξήσει την αντοχή στα πλαστικά, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την κατασκευή άφλεκτων πετασμάτων και φίλτρων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας κατατάσσονται σύμφωνα με το διεθνές κέντρο για την έρευνα του καρκίνου I.A.R.C. στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά που έχουν επίδραση στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Αυτό οφείλεται στο μικρό μέγεθος που έχουν οι ίνες τους (μήκος μικρότερο των 5 micron και διάμετρος μικρότερη των 3 micron). Επίσης οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και έχουν ως βάση τη φορμόλη και την ουρία, απελευθερώνουν τοξική φορμαλδεΐδη.²²⁷

²²⁷ Πηγή: <http://www.buildings.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

5.2.6.1.2. Θερμομονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης

Ξύλο: Ανάλογα με τη μορφή που χρησιμοποιείται παρουσιάζει διαφορετικές θερμομονωτικές ικανότητες. Υπό τη μορφή ελαφρών πλακών είναι ένα μέτριο θερμομονωτικό υλικό, σε αντίθεση με τη μορφή πλακών από ροκανίδια ή ίνες ξύλου. Είναι καλό να συνοδεύεται από πιστοποιητικό που εγγυάται τη λήψη του από ελεγχόμενη δασική εκμετάλλευση.²²⁸

Φελλός: Παρουσιάζει μεγάλες αντοχές στο νερό, σε ελαστικότητα, σε συμπίεση και σε αραιά διαλύματα οξέων και συναντάται υπό τη μορφή πλακών ή φύλλων. Επίσης κατασκευάζονται πλάκες από διογκωμένα πεπιεσμένα τρίμματα φελλού, είτε χωρίς συνδετικό υλικό ($\lambda=0,040-0,045$ W/mK), είτε συγκολλημένες με υλικά όπως άργιλος ($\lambda=0,06-0,07$ W/mK), ρητίνη ($\lambda=0,045-0,050$) W/mK και ασφαλτικά υλικά ($\lambda=0,045$ W/mK).

Τύρφη: Κατασκευάζεται από τύρφη σε μορφή ινών με ασφαλτική συνδετική ύλη και το βρίσκουμε σε μορφή πλακών ή τεχνητών λίθων. Έχει μειωμένες αντοχές σε μηχανικές καταπονήσεις και χρησιμοποιείται για ηχομόνωση.

Πεπιεσμένο άχρρο: Βρίσκεται σε μορφή ελαφρών πλακών και έχει χαμηλό κόστος. Οι πλάκες πρέπει να ξηραθούν γιατί υπάρχει κίνδυνος να σαπίσουν. Χρησιμοποιείται για ηχομόνωση.

Ινώδη υλικά: Το πιο γνωστό υλικό είναι το ξυλόμαλλο, το οποίο παρασκευάζεται από ίνες ξύλου και άλλα λεπτά οργανικά υλικά (όπως φύκια, καλάμια), αναμεμιγμένα με τσιμέντο υψηλής αντοχής. Έτσι παρουσιάζει υψηλές αντοχές στο χρόνο και στη φωτιά, καθώς επίσης και σε κάμψη και θλίψη. Υπάρχουν δύο τύποι:²²⁹

- Heraklith: Πρόκειται για συμπαγείς πλάκες ξυλόμαλλου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό
- Heratekta: Πρόκειται για πλάκες που αποτελούνται από τρία επίπεδα. Τα δύο εξωτερικά είναι από ξυλόμαλλο και η ενδιάμεση στρώση από διογκωμένη

²²⁸ Promoting Urban Sustainable Development in Local Authorities, 2009

²²⁹ Πηγή: <http://www.knaufinsulation.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

πολυστερίνη. Παρέχει εξαιρετική πρόσφυση στο τσιμέντο και είναι ιδιαίτερα ελαφρύ υλικό.

Στις κατασκευές δεν είναι τόσο συχνή η χρήση των παραπάνω υλικών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για θερμομόνωση είναι η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και η διογκωμένη πολυουρεθάνη.

Διογκωμένη πολυστερίνη: Είναι από τα πιο διαδεδομένα υλικά που χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση. Πρόκειται για ένα υλικό ελαφρύ, άκαμπτο, πλαστικό και αφρώδες, που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυτυρολίου και αποτελείται κατά 98% από αέρα. Όταν θερμανθεί με ατμό απελευθερώνονται μικρές ποσότητες πεντανίου αερίου από το εσωτερικό του και προκαλούν την διόγκωσή του σε κλειστές σφαιρικές κυψέλες. Συναντάται συνήθως υπό τη μορφή πλακών, ή άλλων σχημάτων που μπορεί να μας εξυπηρετούν.²³⁰

Εξηλασμένη πολυστερίνη: Παρασκευάζεται με πιο εξελιγμένη μέθοδο από αυτή της διογκωμένης πολυστερίνης, με αποτέλεσμα το υλικό να αποτελείται από κλειστές κυψελίδες και να μην απορροφά υγρασία. Αποτελεί ένα εξαιρετικό θερμομονωτικό υλικό.²³¹ Όσον αφορά τα μειονεκτήματά του, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεν ανακυκλώνεται, η παραγωγή της είναι ενεργοβόρα (450 kWh/m³ – 850 kWh/m³), μολύνει μέσω της διαφυγής τοξικών πτητικών αερίων το περιβάλλον (όπως χλωροφθοράνθρακες CFC και πεντάνιο), έχει επιπτώσεις στην υγεία μέσω της νευροτοξικής ουσίας στυρένιο, και τέλος, σε περίπτωση φωτιάς παράγονται τοξικά βρωμιούχα αέρια εξαιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς.²³²

Διογκωμένη πολυουρεθάνη: Παρασκευάζεται από ανάμιξη οργανικών ουσιών παρουσία καταλύτη και στη συνέχεια διογκώνεται. Αποτελείται από κλειστές κυψελίδες και δεν διαβρώνεται από τοξικές ουσίες. Στα μειονεκτήματά της συμπεριλαμβάνονται τα εξής: α) Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και δεν είναι ανακυκλώσιμη, β) χρειάζεται αρκετή ενέργεια για την παραγωγή της (1000

²³⁰ Πηγή: <http://www.epshellas.com/index.php/eps/whatiseps>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²³¹ Πηγή: <http://el.wikipedia.org>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²³² Πηγή: <http://www.buildings.gr>, (Τελευταία επίσκεψη: 26.08.2013)

kWh/m³ – 1200 kWh/m³), γ) οι υδροχλωροφθοράνθρακες HCFC που αντικατέστησαν τα CFC συμβάλλουν στην καταστροφή της στoιβάδας του όζοντος, δ) έχουν επιπτώσεις στην υγεία αφού οι ισοκυανάτες που προέρχονται από μια σύνθετη διαδικασία παραγωγής με βάση το χλώριο, απελευθερώνουν στο περιβάλλον (εσωτερικό και εξωτερικό του κτιρίου) αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους, ε) σε περίπτωση πυρκαγιάς παράγεται η τοξική ουσία κυάνιο.²³³

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τα εξής υλικά:

Θερμομονωτικά τούβλα αργίλου: Στη μάζα τους έχουν δημιουργηθεί μικρές σφαιρικές κοιλότητες αέρα. Παρουσιάζουν αντοχή σε παγετό και υψηλές θερμοκρασίες, ενώ έχουν την ικανότητα να αποβάλλουν την υγρασία που απορροφούν και να στεγνώνουν. Επειδή έχουν χαμηλό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών επιτρέπουν την αναπνοή του τοίχου. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εξωτερικών τοίχων.²³⁴

Τούβλα με ενσωματωμένη μόνωση: Πρόκειται για τούβλα που κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε στο εσωτερικό της διατομής τους να τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό, το οποίο συνήθως είναι πολυουρεθάνη. Δεν έχουν μεγάλη διαφορά σε βάρος σε σχέση με τα κοινά τούβλα και παρέχουν καλή προστασία από κρύο, ζέστη και υγρασία, ενώ παρουσιάζουν και ηχομονωτικές ιδιότητες.²³⁵

Μονωτικά σκυροδέματα: Αποτελούνται από τσιμέντο και ειδικά αδρανή υλικά που εξασφαλίζουν την παρουσία φυσαλίδων αέρα, προσφέροντας θερμομονωτικές ιδιότητες.²³⁶

5.2.6.2. Δομικά υλικά

Όστενιτικός χάλυβας: Ο κανονικός χάλυβας παρουσιάζει σχετικά μικρή διάρκεια ζωής αφού επίκειται σε ενανθράκωση και έπειτα οξειδωση των εκτεθειμένων ράβδων του σιδηρού οπλισμού και ,επιπλέον, προκαλεί μεταβολή του

²³³ Πηγή: <http://www.buildings.gr>, (τελευταία επίσκεψη 26-08-2013)

²³⁴ Πηγή: <http://www.keramidia.com>, (τελευταία επίσκεψη 26-08-2013)

²³⁵ Πηγή: <http://www.buildings.gr>, (τελευταία επίσκεψη 26-08-2013)

²³⁶ Πηγή: <http://www.tekto.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, κάτι που διαπιστώνεται εύκολα μετακινώντας μια μαγνητική πυξίδα κατά μήκος μιας ράβδου. Ο οστενιτικός χάλυβας χάρη στη σύνθεσή του είναι αμαγνητικός και ανοξειδωτός και έτσι επιλύει τα παραπάνω προβλήματα. Το μοναδικό μειονέκτημά του είναι το υψηλό κόστος του.²³⁷

Ωμή άργιλος: Είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται αρκετά στη Μεσόγειο. Με τον κατάλληλο σχηματισμό της σε μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια όμοια με αυτά του σκυροδέματος, αποτελεί ένα υλικό με πολύ καλή μηχανική αντοχή, θερμική μόνωση, ενώ επιτρέπει και την αναπνοή των εξωτερικών τοίχων. Σε μια κατασκευή από ωμοπλίνθους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και το ίδιο το σκάμμα για την θεμελίωση της ανωδομής ώστε να περιορίσουμε την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.²³⁸

Ασβέστης: Πρόκειται για ένα προϊόν που χρησιμοποιείται ήδη πολύ στις κατασκευές. Προτείνεται για το φινίρισμα των τοιχοποιιών επειδή επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και είναι εύκολη η επισκευή του από τις διάφορες φθορές που μπορεί να υποστεί.²³⁹

Κόλλα από καουτσούκ: Αποτελεί ένα υλικό που μπορεί να αντικαταστήσει τις συνθετικές κόλλες που εμπεριέχουν ρητίνες και είναι επιβλαβής για τον άνθρωπο. Η κόλλα από καουτσούκ είναι ένα μη τοξικό φυσικό προϊόν με καλές συγκολλητικές ιδιότητες και με διάρκεια στο χρόνο.²⁴⁰

Κετσές από καρύδα: Αποτελεί ένα “πράσινο” υλικό που παρουσιάζει ηχομονωτικές ικανότητες και μπορεί να τοποθετηθεί σε επενδύσεις οροφών, συμβάλλοντας στην απόσβεση των ταλαντώσεων και την εξασθένιση της μετάδοσης των θορύβων. Η χρήση του μάλιστα συνίσταται και από το εξειδικευμένο Ινστιτούτο Οικοδομικής Βιολογίας (Institut fur Baubiologie) του Ρόχενχάιμ στη Γερμανία.²⁴¹

²³⁷ Πηγή: <http://www.ecozen.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²³⁸ Πηγή: <http://www.agelioforos.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²³⁹ Πηγή: <http://ktirio.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²⁴⁰ Πηγή: <http://ktirio.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²⁴¹ Πηγή: http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

Πλέγμα γιούτας: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων με βάση φόδρα από πλέγμα γιούτας. Όταν εξατμίζεται το νερό του κονιάματος προκαλεί συστολή και δημιουργία μικρών ρηγματώσεων. Το πλέγμα γιούτας βοηθά στη απορρόφηση αυτών των τάσεων. Είναι ένα φυσικό υλικό που προέρχεται από μια ανανεώσιμη πηγή και είναι εύκολο στη χρήση του.²⁴²

Κερί μέλισσας: Χρησιμοποιείτε για το φινίρισμα και την προστασία των ξύλινων πατωμάτων και άλλων ξύλινων κατασκευών. Βαθμολογείτε μάλιστα με 3 από το Ινστιτούτο του Ρόζενχαϊμ που αποτελεί το μεγαλύτερο βαθμό που δίνει το Ινστιτούτο.²⁴³

Τσιμέντο: Αποτελεί ένα από τα βασικά συστατικά στην παραγωγή του σκυροδέματος. Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται για να παραχθεί το τσιμέντο αναμιγνύονται σε κλίβανους των οποίων η θερμοκρασία φτάνει τους 1500°C, ενώ χρειάζονται 1500 κιλά αδρανή περίπου για την παραγωγή ενός τόνου τσιμέντου και 6 εκατομμύρια Btu (5-6 MJ/Kg) ενέργεια. Σε αυτά προστίθεται και η ενέργεια που θα καταναλωθεί προκειμένου να φτάσει από την μονάδα παραγωγής στην κατασκευή.²⁴⁴

Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτελούν τα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως αξιοποιούν όλο το υλικό με την ακριβή χύτευσή του σε καλούπια σε σχέση με αυτά της οικοδομής και επιπλέον δεν χρειάζεται η κοπή ξυλείας για την κατασκευή ξυλότυπων.

Άλλα προβλήματα σε σχέση με το σκυρόδεμα έχουν να κάνουν με τη χρήση πρόσθετων τα οποία είναι επιβλαβή για την υγεία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του αμιάντου που όπως έχει αποδειχθεί είναι καρκινογόνος. Επίσης οι ποσότητες σκυροδέματος που δεν ανακυκλώνονται αποτελούν σημαντικό πρόβλημα. Περίπου 50 εκατομμύρια τόνοι καταλήγουν σε χωματερές στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάθε χρόνο. Ωστόσο έχουν γίνει κάποια βήματα για επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος, κυρίως ως αδρανές σε έργα οδοποιίας.

²⁴² Πηγή: http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²⁴³ Πηγή: http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013)

²⁴⁴ Ε. Αγγέλου – Β. Γκώνια, «Βιώσιμες κατασκευές-Ενεργειακά κτίρια. Υλικά που βοηθούν στην εξοικονόμηση και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας», ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, σελ. 116.

Σχετικά με την αντικατάσταση του κοινού τσιμέντου με νέο οικολογικό τσιμέντο πραγματοποιούνται πολλές έρευνες. Ο καθηγητής Νίκος Βλασόπουλος σε έρευνα που πραγματοποίησε με την εταιρία Novacem, διαπίστωσε πως το πυριτικό μαγνήσιο είναι ένα υλικό το οποίο είναι πλούσιο σε οξείδιο του μαγνησίου και το οποίο επιτρέπει την κατασκευή τσιμέντου, χωρίς να χρησιμοποιηθεί καθόλου ο ασβεστόλιθος του κλασικού τσιμέντου. Έτσι περιορίζονται οι εκπομπές του CO₂, στη χειρότερη περίπτωση μέχρι και 85% σε σχέση με τα μείγματα του κλασικού τσιμέντου Πόρτλαντ και μπορεί να είναι σε θέση να απορροφήσει υπάρχον CO₂ από το ίδιο το περιβάλλον.²⁴⁵ Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός πως για το νέο μείγμα δεν θα χρειάζονται θερμοκρασίες άνω των 700°C με αποτέλεσμα τη δυνατότητα χρησιμοποίησης καύσιμης ύλης πιο φιλικής προς το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα της βιομάζας. Στόχος της έρευνας είναι επίσης το νέο οικολογικό σκυρόδεμα να είναι ανακυκλώσιμο μετά την κατεδάφιση του κτιρίου. Η πρώτη ύλη (που είναι το πυριτικό μαγνήσιο από το οποίο προέρχεται το οξείδιο του μαγνησίου) φαίνεται να υπάρχει σε μεγάλα αποθέματα αρκετά για να καλύψουν τη ζήτηση για μερικούς αιώνες.²⁴⁶

Σε άλλη έρευνα στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας Καρλσρούης (KIT) με τη συνεργασία του ειδικού σε θέματα στερεών ουσιών Πέτερ Στέμερμαν, Γερμανοί ερευνητές εργάζονται σχετικά με τη μέθοδο παρασκευής είδους τσιμέντου που έχει ως στόχο την μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά το ήμισυ. Το νέο προϊόν με την ονομασία «Celitement» έχει τις ίδιες μηχανικές ιδιότητες με το κλασικό τσιμέντο και επιπλέον είναι λιγότερο πορώδες και με μεγαλύτερη αντοχή σε όξινα περιβάλλοντα. Για την παρασκευή του χρειάζεται το 50% της ενέργειας που απαιτείται για το κλασικό τσιμέντο, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εκπομπής CO₂ κατά 50% επίσης, ενώ αρκούν 200°C έναντι των 1500°C που απαιτούνται στο κλασικό.²⁴⁷

Ξύλο: Το ξύλο είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται πολύ στην κατασκευή και ιδιαίτερα στην Αμερική. Είναι ένα ανανεώσιμο υλικό το οποίο παράγεται από το

²⁴⁵ Πηγή: <http://www.kala-nea.gr/archives/19097#sthash.QQvI7yPL.dpuf>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013).

²⁴⁶ Πηγή: <http://news.kathimerini.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013).

²⁴⁷ Πηγή: <http://www.enet.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 26-08-2013).

δάσος με αειφόρο διαχείριση, δηλαδή αναπαράγεται συνεχώς με την προϋπόθεση της σωστής εκμετάλλευσης του δάσους σύμφωνα με τις αρχές της επιστήμης της δασοπονίας. Για το σκοπό αυτό έχει δημιουργηθεί και ο οργανισμός Forest Stewardship Council (FSC) που συνέταξε κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών στην τροπική, την εύκρατη και τη ψυχρή ζώνη. Η πιστοποίηση FSC δεν έχει να κάνει με την ποιότητα του ξύλου αλλά εγγυάται ότι τα προϊόντα προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών.²⁴⁸

Το ξύλο είναι υλικό που δεν χρειάζεται ιδιαίτερη επεξεργασία για να έρθει στην τελική του προς χρήση μορφή. Αποτελεί ένα προϊόν με καλές μονωτικές και μηχανικές ιδιότητες, έχει ελαστικότητα σε σχέση προς το βάρος του, μεγάλη διάρκεια ζωής και όταν έχει μεγάλες διαστάσεις εμφανίζει και αντοχή στη φωτιά. Αυτό που το κάνει ιδιαίτερα οικολογικό είναι το γεγονός ότι για να παραχθεί από τη φύση δεσμεύεται CO₂ μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Ακόμη τα υπολείμματα από την επεξεργασία του μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις για παραγωγή ενέργειας, όπως για παράδειγμα μέσω της διαδικασίας της πυρόλυσης παράγονται στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα (συνθετικό αέριο, ξυλαέριο, ξυλοκάrbουνα κ.α.).²⁴⁹

Ωστόσο χρειάζεται προσοχή σχετικά με τη χρήση παρασκευασμάτων που χρησιμοποιούνται για την προστασία του. Δεν πρέπει να αλλοιώνονται τα χαρακτηριστικά του με επεξεργασίες και προϊόντα χημικής προέλευσης (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα κ.α.) που αποτελούν πηγή βλαβερών αναθυμιάσεων για τον άνθρωπο, αλλά αντιθέτως να χρησιμοποιούνται φυσικά προϊόντα.

Το ξύλο το οποίο είναι εμποτισμένο με μαγνήσιο αποτελεί μέρος της βιοοικοδομικής και χαίρει εκτίμησης από τον καθηγητή Anton Schneider του Ινστιτούτου Βιολογίας της κατασκευής του Ρόζενχαϊμ από το 1979. Τα πλεονεκτήματά του είναι η καλή

²⁴⁸ Αιμ. Κορωναίος – Γ.- Φοίβος Σαργέντης, «Δομικά υλικά και οικολογία», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005, σελ. 56.

²⁴⁹ Δρ. Ιωάννης Κακαράς, «Η αλήθεια για το αλουμίνιο και το ξύλο ως υλικά για κουφώματα», στο <http://users.teilar.gr/~mantanis/Kakaras-gia-ta-koufwmata.pdf>, σελ. 1, (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013).

θερμική και ακουστική μόνωση, η ικανότητα αναπνοής, η μικρή υγροσκοπικότητα, είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό.²⁵⁰

Λίθοι: Οι δομικοί λίθοι ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες, α) τα πυριγενή πετρώματα (γρανίτες) τα οποία είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και σκληρά. β) τα ιζηματογενή πετρώματα (ασβεστόλιθοι) που είναι λιγότερο ανθεκτικά συγκριτικά με τα πυριγενή, και, γ) τα μεταμορφωσιγενή πετρώματα (μάρμαρο) τα οποία είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά αλλά λιγότερο από τα πυριγενή. Οι λίθοι έχουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές στην κατασκευή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν φέροντες οργανισμοί αλλά και ως δάπεδα ή διακοσμητικά στοιχεία. Συνδέονται στενά με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής λόγω της μεγάλης τους θερμικής μάζας, αφού συμπεριφέρονται σαν θερμική αποθήκη στο κτίριο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για κτίρια που βρίσκονται σε ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς η θερμική μάζα του κτιρίου ισορροπεί τις ακραίες εναλλαγές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.²⁵¹

Η οικολογική επιβάρυνση που προκύπτει κατά τη χρήση των λίθων έγκειται στη μεγάλη ενεργειακή απαίτηση της μεταφορά τους, καθώς επίσης και στη καταστροφή του τοπίου στο τόπο εξόρυξης τους.

Οικολογικά κονιάματα: Στο πλαίσιο της αναζήτησης οικολογικών δομικών υλικών, τοποθετείται και η στροφή προς τους «εναλλακτικούς» σοβάδες. Πρόκειται για υλικά που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν και σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αποτελούν συνδυασμό κονιάς και κεραμικών προϊόντων και έχουν ως κύριο πλεονέκτημα ότι είναι φυσικά προϊόντα δίχως χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στο χρόνο. Αποτελούνται από τα εξής συστατικά:

- **Θηραϊκή γη:** Πρόκειται για φυσική ηφαιστιογενή ποζολάνη (υλικό με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου), που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και τη δόμηση νέων κατασκευών. Πλεονέκτημα της είναι η ιδιότητα της να ενώνεται με την άσβεστο και να

²⁵⁰ Πηγή: http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html, (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013)

²⁵¹ Αιμ. Κορωνάιος – Γ.- Φοίβος Σαργέντης, «Δομικά υλικά και οικολογία», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005, σελ. 57.

σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονίαμα, παρουσίας υγρασίας. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει στο πυρίτιο που περιέχει. Οι κατεργασίες που γίνονται για να σχηματιστεί η τελική μορφή της θηραϊκής γης είναι το πλύσιμο ώστε να ελαττωθούν τα υδατοδιαλυτά άλατα, αλλά και η άλεσή της για την αύξηση της λεπτότητας των κόκκων. Συνίσταται να μην χρησιμοποιείται το υλικό σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C και άνω των 35°C, ενώ πρέπει να αποθηκεύεται σε καλυμμένο και στεγνό χώρο.²⁵²

- **Ποζολάνη Μήλου:** Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους Ρωμαίους και ήταν συστατικό του Ρωμαϊκού σκυροδέματος, που αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις κατασκευές. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα ποζολάνης που προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση σε παλιότερες εποχές στο νησί, και είναι προϊόντα του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό αυτού. Τα ενεργά ορυχεία ποζολάνης βρίσκονται στη Μήλο, αλλά και στην Κίμωλο και την Σκύδρα του νομού Πέλλης.
- **Κεραμάλευρο:** Ένα ακόμη στοιχείο που αξίζει να προστίθεται στο σοβά είναι το κεραμάλευρο, αγαπημένο υλικό των Ρωμαίων και των Βυζαντινών. Χρησιμοποιήθηκε κατά την Βυζαντινή περίοδο στην εκκλησία της Αγίας Σοφίας στη Θεσσαλονίκη, αποδεικνύοντας έτσι και την αντοχή του στο πέρασμα των χρόνων. Είναι φτιαγμένο από άργιλο που έχει ψηθεί σε υψηλή θερμοκρασία και μετά έχει γίνει σκόνη. Εκτός του ότι αυξάνει εντυπωσιακά την αντοχή του σοβά, μπορεί να δώσει και κάποια φυσικά γαιώδη χρώματα, απαλλάσσοντας τον ιδιοκτήτη από τα έξοδα του βαψίματος.

Σε κάθε περίπτωση η αντοχή του οικολογικού σοβά δε συγκρίνεται με εκείνη του συμβατικού. Τα ιστορικά κτίρια που ακόμη στέκουν σε εξαιρετική κατάσταση είναι ζωντανή απόδειξη αυτής της ιδιότητας τους. Επίσης, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η χρήση χρωμάτων, αφού τα κονιάματα αυτά μπορούν να προσφέρουν φυσικούς καλαίσθητους χρωματισμούς. Όσον αφορά δε την υγρασία, τα οικολογικά κονιάματα επιτρέπουν την αναπνοή του κτιρίου, ώστε να μην εγκλωβίζεται ανεπιθύμητη

²⁵² Τσίππρας Κ. & Θ. Στ., *Οικολογική Αρχιτεκτονική*, Κέδρος, Αθήνα 2005, σελ. 290-291.

υγρασία.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	1^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	2^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	3^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	ΔΕ ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ
Μόνωση τοίχων	<ul style="list-style-type: none"> • Φελλός • Κυτταρίνη • Ξυλόμαλλο 	<ul style="list-style-type: none"> • Πετροβάμβακας 	<ul style="list-style-type: none"> • Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) • Υαλοβάμβακας 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) • Πολυουρεθάνη
Εσωτερικοί αγωγοί αποχέτευσης	<ul style="list-style-type: none"> • Κεραμικοί σωλήνες 	<ul style="list-style-type: none"> • Πολυαιθυλένιο (PE) • Πολυπροπυλένιο (PP) 	-	<ul style="list-style-type: none"> • PVC
Σωληνώσεις νερού	<ul style="list-style-type: none"> • Πολυπροπυλένιο (PP) • Πολυαιθυλένιο (PE) • Πολυβουτυλένιο 	<ul style="list-style-type: none"> • Ανοξειδωτο ατσάλι 	<ul style="list-style-type: none"> • Χαλκός 	-
Εξωτερικές πόρτες	<ul style="list-style-type: none"> • Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • Ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά 	<ul style="list-style-type: none"> • Ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων • Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης 	<ul style="list-style-type: none"> • Αλουμίνιο • Ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά 	<ul style="list-style-type: none"> • Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία • PVC
Εσωτερικές πόρτες	<ul style="list-style-type: none"> • Πιστοποιημένη ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • Κυψελοειδής μορισανίδα 	<ul style="list-style-type: none"> • Ευρωπαϊκή ξυλεία κωνοφόρων 	<ul style="list-style-type: none"> • Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • Νοβοπάν 	<ul style="list-style-type: none"> • Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία • PVC
Πλακάκια και κάλυψη πατωμάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Λινόλατο • Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • Φελλός 	<ul style="list-style-type: none"> • Κεραμικά πλακάκια (κατά προτίμηση με οικολογική σήμανση) • Ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικά 	<ul style="list-style-type: none"> • Καουτσούκ 	<ul style="list-style-type: none"> • Φελλός με επίστρωση PVC ή πολυουρεθάνης
Επιστέγαστρα και διαφανή συστήματα επικαλύψεων	<ul style="list-style-type: none"> • Γυάλινα 	<ul style="list-style-type: none"> • Πολυανθρακικά 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακρυλικά (Plexiglas) 	<ul style="list-style-type: none"> • PVC

Πίνακας 9: Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα

Ο παραπάνω Πίνακας 9, δίνει ενδεικτικά τα κριτήρια επιλογής για διάφορα δομικά προϊόντα, βάση της μεθοδολογίας «Περιβαλλοντικής Προτίμησης», η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση. Η «Περιβαλλοντική Προτίμηση» βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής και την βαθμονόμηση τους, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους παράγοντες, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα είδος περιβαλλοντικής κατάταξης τους. Μερικά από τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Η σπανιότητα των πρώτων υλών.
- Η οικολογική επίπτωση που σχετίζεται με την εξόρυξη και την παραγωγή των πρώτων υλών, καθώς επίσης οι εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (εξόρυξη, επεξεργασία, μεταφορά).
- Η κατανάλωση νερού.
- Η χρήση ή έκλυση ουσιών επιβλαβών τόσο για την ανθρώπινη υγεία, όσο και για το περιβάλλον (π.χ. έκλυση τοξικών ουσιών).
- Η πρόκληση ηχορύπανσης ή δυσάρεστων οσμών.
- Η παραγωγή αποβλήτων.
- Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και επιδιόρθωσης.
- Η χρήση ανανεώσιμων πόρων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ενός προϊόντος.²⁵³

Μια ενδεικτική παρουσίαση της ποιότητας των οικοδομικών υλικών, είναι και ο Πίνακας 10 που ακολουθεί, του οποίου η ερμηνεία εξηγείται παρακάτω:²⁵⁴

²⁵³ Ανδρονίκη Αργυροπούλου, «Κτίριο, ενέργεια, θερμομόνωση, περιβάλλον και η αλληλοεξάρτησή τους», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 81.

²⁵⁴ Πηγή: http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/thermomonosi.htm, (τελευταία επίσκεψη: 25-10-2013)

	Α	Πηγή Προέλευσης
Β		Βιολογική Διάρκεια Ζωής
Γ		Οικολογική Συμβατότητα
Δ		Κατανάλωση Ενέργειας
Ε		Ραδιενέργειας
ΣΤ		Τοξικές Πτητικές Ουσίες
Ζ		Οσμές

ΥΛΙΚΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						
	Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ
ΞΥΛΟ	3	3	3	3	3	3	3
ΦΕΛΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3
ΑΡΓΙΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3
ΚΕΡΙ ΜΕΛΙΣΣΑΣ	3	3	3	3	3	3	3
ΤΟΥΒΛΟ	2	3	3	2	2	2	3
ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ	2	2	3	2	3	2	3
ΦΥΣΙΚΟ ΛΙΝΕΛΑΙΟ	1	2	3	2	3	3	3
ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΤΥΠΟΥ PORTLAND	1	0	2	1	0	1	3
ΠΛΑΚΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ	1	0	0	1	1	-	3
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΓΥΨΟΣ	0	0	0	1	0	-	3
ΓΥΑΛΙ	0	1	1	0	3	0	3
ΑΣΦΑΛΤΟΠΑΝΟ	1	0	1	1	3	-	0
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	0	0	0	0	3	0	0
PVC	0	0	0	0	3	0	0
ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ	0	0	0	0	3	0	3
ΚΟΛΛΑ							
ΒΕΤΑΝΑΜΕ	0	0	0	0	1	0	3
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ	0	0	0	0	3	0	0
ΒΕΡΝΙΚΙ							

Πίνακας 10: Ποιότητα δομικών υλικών (Πηγή: www.building.gr), (τελευταία επίσκεψη 25-10-2013)

Όπου:

0: να αποφεύγεται η χρήση του

1: δεν συνίσταται

2: αμφίβολη χρήση

3: συνίσταται η χρήση του

Οικολογικά δάπεδα: Πρόκειται για δάπεδα που κατασκευάζονται από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον και το χρήστη και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: i) τα ξύλινα δάπεδα, ii) τα κεραμικά δάπεδα τύπου cotto, iii) τα δάπεδα linoleum.

- I. Τα ξύλινα δάπεδα: Στην κατηγορία των οικολογικών ξύλινων δαπέδων ανήκουν αυτά που δεν έχουν υποστεί χημική επεξεργασία με τοξικά μυκητοκτόνα, λούστρα κλπ, και, που προέρχονται από δάση τα οποία έχουν αποκατασταθεί μετά την υλοτομία. Οι βασικοί τύποι δαπέδων που χρησιμοποιούνται στην αγορά είναι το μασίφ ξύλινο δάπεδο, το συγκολλημένο δάπεδο (γνωστό ως τύπου laminated) και το έτοιμο προβερνικωμένο δάπεδο πολλαπλών στρωμάτων. Τα δέντρα από τα οποία προέρχονται είναι συνήθως το πεύκο, η δρύς και το φελλόδεντρο. Το φελλόδεντρο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στην Πορτογαλία όπου υπάρχουν μεγάλα δάση και χρησιμοποιείται ο παραγόμενος από αυτό φελλός ως βάση δημιουργίας υψηλής ποιότητας δαπέδων.²⁵⁵
- II. Κεραμικά δάπεδα τύπου cotto: Διακρίνονται σε εσωτερικά ή εξωτερικά, τοίχου ή δαπέδου, επισμαλτωμένα ή όχι και τέλος σε επίπεδα ή μη επίπεδα. Είναι ένα διαχρονικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο Βυζάντιο και στην Ιταλική αναγέννηση και πρόκειται ουσιαστικά για «ψημένη γη», για «κεραμίδι δαπέδου» (terra cotta) και το βρίσκουμε στην αγορά είτε σε φυσική μορφή, είτε επισμαλτωμένο.²⁵⁶
- III. Τα δάπεδα linoleum: Είναι συνθετικά οικολογικά υλικά που αποτελούνται από 100% φυσικές πρώτες ύλες όπως το ξυλάλευρο και η σκόνη φελλού, αναμειγμένα με το λινέλαιο και με ορυκτά χρώματα. Στην αγορά διατίθεται σε ρολό σε διάφορα πάχη, είναι πολύ ξεκούραστο στο περπάτημα

²⁵⁵ Πηγή: <http://www.greenroofs.gr/node/206>, (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013).

²⁵⁶ Ε. Αγγέλου – Β. Γκώνια, «Βιώσιμες κατασκευές-Ενεργειακά κτίρια. Υλικά που βοηθούν στην εξοικονόμηση και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας», ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, σελ. 129.

και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οικιακή ή και επαγγελματική χρήση. Εμφανίζει μονωτικές ιδιότητες χάρη στην παρουσία του φελλού, αλλά δεν είναι ανθεκτικό στα αλκαλικά.²⁵⁷

Χρώματα: Η ταξινόμηση των χρωμάτων και των βαφών γίνεται βάση της σύνθεσής τους και των ουσιών που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι:

- Διαλύτες
- Διογκωτικά
- Πρόσθετα (χρωστικές, στεγανωτικά, στιλβωτικά)
- Συνδετικές ουσίες

Τα χρώματα, τόσο κατά τη διάρκεια εργασιών βαφής, όσο και μετά τη ξήρανσή τους, απελευθερώνουν οργανικές ενώσεις (αρωματικούς υδρογονάνθρακες). Η μεγάλη συγκέντρωση αυτών των ενώσεων σε ένα κτίριο είναι επιβλαβής για την υγεία των χρηστών. Η εκπομπή αρωματικών υδρογονανθράκων μπορεί να συνεχιστεί μέχρι και πέντε χρόνια κατά τη γήρανση του διαλύτη στον οποίο συνήθως περιέχονται. Τα συνηθισμένα χημικά χρώματα περιέχουν πολλές τοξικές ουσίες όπως βενζόλιο, τολουόλιο, ναφθαλένιο, αλιφατικούς διαλύτες, ακετόνη, τριμεθυλοβενζόλιο, δωδεκανικά οξέα, φορμαλδεΰδη (που σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο), κ.α..²⁵⁸ Έτσι σημαντικό κριτήριο της οικολογικής συμπεριφοράς των χρωμάτων και των βερνικιών είναι να είναι υδατοδιαλυτά. Οι υδρογονάνθρακες έχουν μερίδιο ευθύνης για την ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς όταν αντιδρούν με οξείδια του αζώτου παράγουν νέφος. Οι χρωστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται συχνά περιέχουν βαρέα μέταλλα. Όταν η περιεκτικότητα των χρωμάτων σε μόλυβδο ξεπερνά το 0,15% του βάρους τους πρέπει να αναγράφεται στη συσκευασία. Επίσης η περιεκτικότητα σε αρσενικό δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,3% και σε κάδμιο πάνω του 0,01%.

Οι τύποι χρωμάτων που συναντάμε στην αγορά είναι:

²⁵⁷ Πηγή: <http://www.akasimatis.com.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013).

²⁵⁸ Πηγή: <http://www.buildings.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013).

- Ακρυλικές βαφές (υδατοδιαλυτές): Περιέχουν ως συνδετικό υλικό ακρυλικές ρητίνες και η περιεκτικότητα οργανικών διαλυτών είναι περιορισμένη κατά 10% σε σχέση με αυτή των συμβατικών χρωμάτων. Περιέχουν όμως επιβλαβή συστατικά όπως αντιδιαβρωτικές ουσίες και επιβαρύνουν το περιβάλλον κατά τη διαδικασία παρασκευής τους.
- Φυσικά χρώματα (μη υδατοδιαλυτά): Χρησιμοποιούν ως βάση συστατικά φυσικής ή ζωικής προέλευσης και όχι το πετρέλαιο.
- Βραστές βαφές (υδατοδιαλυτές): Είναι φυσικές και ελάχιστα τοξικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βρασμό φυτικών προϊόντων. Δεν χρησιμοποιούνται σε εξωτερικούς χώρους.
- Βαφές Alkyd (μη υδατοδιαλυτές): Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν όλα τα συμβατικά χρώματα. Χρησιμοποιούν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικό.²⁵⁹

Τα χρώματα και τα βερνίκια περιέχουν επικίνδυνες ουσίες ή παρασκευάσματα, όπως αυτά ταξινομούνται σύμφωνα με τις οδηγίες 67/548/ΕΟΚ και 88/379/ΕΟΚ. Ένας εύκολος τρόπος προκειμένου ο χρήστης ενός κτιρίου να επιλέξει ένα οικολογικό χρώμα είναι να διαλέξει ένα το οποίο φέρει σχετική σήμανση γνωστή ως eco-label. Τα οικολογικά κριτήρια που καθορίστηκαν για τα προϊόντα που θέλουν να τους απονεμηθεί το eco-label, περιλαμβάνουν διατάξεις που περιορίζουν στο ελάχιστο την περιεκτικότητα σε επικίνδυνες και παρασκευάσματα. Τα κριτήρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- Οικολογικά κριτήρια
- Γενικά κριτήρια
- Κριτήρια καταλληλότητας για την προβλεπόμενη χρήση

Κριτήριο 1: Ισχύει για όλα τα προϊόντα και αφορά την τελική χρήση του προϊόντος. Στη συσκευασία θα πρέπει να αναγράφεται ότι το προϊόν προορίζεται για χρήση σε εσωτερικούς χώρους.

²⁵⁹ Αιμ. Κορωναίος, Γ.- Φοίβος Σαργέντης, «Δομικά υλικά και οικολογία», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005, σελ. 59-60

Οικολογικά κριτήρια:

Κριτήριο 2: Αφορά τις λευκές χρωστικές (ισχύει μόνο για τα χρώματα και όχι για τα βερνίκια). Το χρώμα πρέπει να έχει περιεκτικότητα σε λευκές χρωστικές μικρότερη ή ίση των 40 gr/m² ξηρού υμενίου με διαφάνεια 98%.

Κριτήριο 3: Η μέγιστη περιεκτικότητα σε Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΠΟΕ) εξαρτάται από το προϊόν (χρώματα κλάσεως 1, χρώματα και βερνίκια κλάσεως 2).

Κριτήριο 4: Η μέγιστη περιεκτικότητα σε πτητικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες εξαρτάται από το προϊόν (κλάση 1, κλάση 2).

Κριτήριο 5: Η συσκευασία πρέπει να φέρει ενδείξεις με συστάσεις για τον καθαρισμό των εργαλείων ώστε να περιοριστεί η ρύπανση των υδάτων (ισχύει για όλα τα προϊόντα).

Κριτήριο 6: Προκειμένου να περιοριστούν τα στερεά απόβλητα (κατάλοιπα, δοχεία), η συσκευασία θα πρέπει να φέρει ενδείξεις με συστάσεις σχετικά με τις συνθήκες τις οποίες διατηρείται το προϊόν μετά το άνοιγμα του δοχείου (ισχύει για όλα τα προϊόντα).

Γενικά κριτήρια:

Κριτήριο 7: Αναφορικά με τις χρωστικές και άλλες ουσίες. Τα συστατικά που υπεισέρχονται στη σύνθεση ενός προϊόντος δεν πρέπει να περιέχουν ουσίες που χρησιμοποιούν ή έχουν ως βάση κάδμιο, μόλυβδο, χρώμιο VI, φθοιλικό διβουτώλιο, διοιτύλιο ή διαπυλεξύλιο, υδράργυρο, αρσενικό.

Κριτήριο 8: Σχετικά με τις επικίνδυνες ουσίες. Η σύσταση του προϊόντος δεν πρέπει να περιλαμβάνει ουσίες ταξινομημένες ως πολύ τοξικές, τοξικές για την αναπαραγωγή, μεταλλαξιογόνες, καρκινογόνες.

Κριτήρια καταλληλότητας για την προβλεπόμενη χρήση:

Κριτήριο 9: Τα κριτήρια καταλληλότητας για την προβλεπόμενη χρήση διαφέρουν ανάλογα με το είδος του προϊόντος (χρώμα ή βερνίκι).²⁶⁰

Υλικά αλλαγής φάσης ή PCMs, όπως είναι διεθνώς γνωστά (από τα αρχικά Phase Change Materials), είναι τα υλικά που αξιοποιούν την λανθάνουσα θερμότητα που αποθηκεύουν ή αποδίδουν κατά την αλλαγή φάσης τους, δηλαδή κατά τη μεταβολή από στερεό σε υγρό ή από υγρό σε αέριο και αντίστροφα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το νερό το οποίο για να αλλάξει φάση (από στερεό σε υγρό ή από υγρό σε αέριο) απορροφά μεγάλες ποσότητες λανθάνουσας ενέργειας. Ο λόγος που ονομάζεται λανθάνουσα η ενέργεια είναι επειδή δεν είναι αντιληπτή με τις αισθήσεις. Για την αντίστροφη διαδικασία και την ψύξη του νερού στις θερμοκρασίες αλλαγής φάσης η λανθάνουσα ενέργεια ελευθερώνεται.

Οι τεχνολογίες που αξιοποιούν το φαινόμενο της αλλαγής φάσης των υλικών περιορίζονται στην αλλαγή από στερεό σε υγρό. Υπάρχουν αρκετά PCMs των οποίων οι θερμοκρασίες τήξης κυμαίνονται σε ευρεία όρια. Μάλιστα στα όρια της θερμικής άνεσης (20-30°C) υπάρχουν υλικά που απορροφούν και αποδίδουν λανθάνουσα θερμότητα από 5 έως 14 φορές περισσότερη συγκριτικά με γνωστά δομικά υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας όπως το τσιμέντο, τα τούβλα, κλπ.

Η τεχνολογία αξιοποίησης των PCMs στοχεύει στον έλεγχο της θερμοκρασίας και στην αποθήκευση θερμότητας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τα κτίρια όπου οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν στην αύξηση της ικανότητας αποθήκευσης θερμότητας του κελύφους, κάτι που θα έχει ως αποτέλεσμα την ομαλή διακύμανση των θερμοκρασιών στο εσωτερικό σε σύγκριση με αυτές στο εξωτερικό περιβάλλον. Αν και η εξομάλυνση των θερμοκρασιακών μεταβολών επιτυγχάνεται και με τα συμβατικά υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, η διαφορά με την χρήση των PCMs έγκειται στο ότι αποθηκεύουν μεγαλύτερη ποσότητα λανθάνουσας θερμότητας σε σχέση με την αποθήκευση αισθητής θερμότητας των συμβατικών υλικών. Έτσι, για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας μια γυψοσανίδα πάχους 3 εκ. που περιέχει PCM στη μάζα της σε ποσοστό 30%, επιτυγχάνουμε την ίδια απορρόφηση θερμότητας με αυτή

²⁶⁰ Γενικά για τα κριτήρια βλ., Γεώργιος Μ. Ζαχαριουδάκης, «Ευρωπαϊκό οικολογικό σήμα ποιότητας: Eco-label. Στατιστική και νομική ανάλυση», διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Απρίλιος 2008, σελ. 26-28.

που αποθηκεύει ένας τοίχος 18 εκ. από μπετό ή 23 εκ. από τούβλα στα όρια των θερμοκρασιών άνεσης.

Ένα πρόβλημα που υπάρχει στην εφαρμογή των PCM είναι ο έλεγχος τους κατά την υγρή φάση. Για αυτό το λόγο τοποθετούνται μέσα σε στεγανά περιβλήματα διαφόρων μεγεθών και σχημάτων. Τα πιο μικρά έχουν τη μορφή μικροσκοπικών σφαιριδίων (μικροκάψουλες) τα οποία δεν είναι ορατά με το μάτι και μπορούν να τοποθετηθούν σε μπετόν, σοβάδες, γυψοσανίδες κ.α.. Η τεχνική εφαρμογής των PCM εξαρτάται και από τη μορφή της συσκευασίας τους. Στην Εικόνα 35 φαίνεται ένας τεχνίτης που τοποθετεί σακουλάκια που περιέχουν PCM στο εσωτερικό μιας ψευδοροφής και δύο τεχνίτες εφαρμόζουν σοβά με πρόσμιξη μικροκάψουλων PCM σε τοίχο.



Εικόνα 35: Αριστερά Εφαρμογή PCM (Dorkens DELTA-COOL 24) σε σακουλάκια με αλουμινένιο περίβλημα, Δεξιά Εφαρμογή επιχρίσματος με πρόσμιξη μικροκάψουλων PCM. [Πηγή: <http://www.econ3.gr> (τελευταία επίσκεψη 5-09-2013)]

Τα PCM χάρη στην αύξηση που προσφέρουν στην ικανότητα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τοίχους, δάπεδα, οροφές, ακόμη και σε κουφώματα. Η χρήση τους ωστόσο δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη εξαιτίας κάποιων ελλείψεων στην τεχνολογία τους, του αυξημένου κόστους τους, και της ελλιπούς πληροφόρησης σχετικά με τις εφαρμογές τους. Όμως επειδή τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση τους είναι σημαντικά, υπάρχουν

προγράμματα που ασχολούνται με τη μελέτη της εφαρμογής τους. Το πιο σημαντικό πρόγραμμα είναι το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα «COST Action TU0802: Next generation cost effective phase change materials for increased energy efficiency in renewable energy systems in buildings», το οποίο έχει ως στόχο τη διάδοση των συστημάτων ΑΠΕ και των εφαρμογών PCMs, κάτι που θα επιτευχθεί με τον σχεδιασμό, τη μελέτη, την προσομοίωση και την πιστοποίηση νέας γενιάς υλικών αλλαγής φάσης, τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση θερμότητας για θέρμανση – ψύξη, αλλά και σε άλλες εφαρμογές ΑΠΕ στα κτίρια.²⁶¹

Θερμοχωρητικότητα υλικών: Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω σε ένα δομικό υλικό ένα μέρος της απορροφάται και αποθηκεύεται με τη μορφή θερμότητας από αυτό και στη συνέχεια αποδίδεται στο περιβάλλον με κάποια χρονική καθυστέρηση. Έτσι με την επιλογή των κατάλληλων υλικών μπορούμε να έχουμε ένα κτίριο που συμπεριφέρεται ως αποθήκη θερμότητας. Η ικανότητα που έχει ένα δομικό υλικό (ή και στοιχείο) να αποθηκεύει στη μάζα του θερμότητα και να την επιστρέφει σταδιακά στο περιβάλλον με κάποια χρονική καθυστέρηση ονομάζεται θερμοχωρητικότητα. Η θερμοχωρητικότητα είναι ανάλογη προς τον όγκο, τη μάζα και την πυκνότητα του υλικού και δίνεται από τον τύπο

$$C=m*c=p*V*c \text{ [kcal/}^{\circ}\text{C]} \text{ ή [kJ/K]}$$

όπου,

c , η ειδική θερμότητα του υλικού,

ρ , η πυκνότητα του υλικού,

V , ο όγκος του υλικού,

m , η μάζα του υλικού.

Έτσι γίνεται αντιληπτό πως τα δομικά υλικά που έχουν μεγάλη τιμή θερμοχωρητικότητας είναι αυτά που μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλη ποσότητα

²⁶¹ Για τα υλικά αλλαγής φάσης βλ. σχετικά στο <http://www.econ3.gr> (τελευταία επίσκεψη: 28-08-2013).

θερμότητας και στη συνέχεια να την αποδώσουν με χρονική καθυστέρηση στο περιβάλλον. Στον Πίνακα 11 που ακολουθεί αναγράφονται οι τιμές ειδικής θερμότητας, πυκνότητας, θερμοχωρητικότητας και θερμικής αγωγιμότητας διαφόρων υλικών.

Υλικά	Ειδική Θερμότητα KJ/Kg/°C	Πυκνότητα Kg/m³	Θερμοχωρητι- κότητα Kcal/m³/°C	Θερμική Αγωγιμότητα W/m²/°C
Νερό	4,19	1.000	1.000	Ισοθερμικό
Μπετόν	0,84	2.240	492	1,70
Πέτρα ασβεστολιθική	0,88	2.850	546	3,00
Τούβλα συμπαγή	0,84	1.920	378	0,72
Πηλός- ωμόπλινθοι	1,00	1.700	220	0,52
Τούβλα με πρόσθετα άλατα μαγνησίου	0,84	1.920	385	3,80

Πίνακας 21: Θερμοχωρητικότητα υλικών (Πηγή: Ελένη Πετσάβα, «Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βιοκλιματικής δόμησης στην Αττική», διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2006, σελ. 43)

Η επίδραση που έχει η αποθηκευμένη θερμότητα στο κτίριο αφορά τις διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας. Οι βασικοί λόγοι στους οποίους οφείλονται αυτές οι διακυμάνσεις είναι οι καθημερινές εναλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας, οι αποκλίσεις στα εσωτερικά θερμικά κέρδη και οι αποκλίσεις στην απορροφηθήσα ηλιακή ακτινοβολία.²⁶²

Ο ρυθμός με τον οποίο ένα δομικό υλικό ή στοιχείο απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα εξαρτάται από την θερμοχωρητικότητα και το πάχος του. Αυτός ο ρυθμός

²⁶² D.Watson, R. Camous, L' Habitat Bioclimatique de la Conception a la Construction, L' Etincelle, Quebec, 1983, σελ. 75.

ονομάζεται θερμική αδράνεια του υλικού ή του στοιχείου.²⁶³ Υλικά ή στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας έχουν μεγάλη χρονική καθυστέρηση.

5.2.7. Επιπλέον μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας

5.2.7.1. Βελτιώσεις στον τεχνητό φωτισμό

Ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιείται για την κάλυψη της οπτικής άνεσης όταν δεν υπάρχει φυσικός φωτισμός (όπως κατά τη διάρκεια της νύχτας) ή δεν επαρκεί. Η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού καθορίζεται από διεθνή πρότυπα ISO 8991, CIBSE. Στα πρότυπα αυτά έχουν ενσωματωθεί η ενεργειακή παράμετρος και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας, με βάση τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις κάθε χώρου, αλλά και με την εξασφάλιση της ποιότητας του φωτισμού, η οποία επιτυγχάνεται με την καλή κατανομή του και την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, την κατάλληλη χρωματική απόδοση και το χρώμα του φωτισμού, την ανάδειξη των στοιχείων του χώρου, την κατεύθυνση φωτισμού και την δημιουργία κατάλληλων αντιθέσεων και λοιπά, αναλόγως της χρήσης και των αναγκών του κτιρίου. Στον παρακάτω Πίνακα 12 παρουσιάζεται η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό για διάφορες κατηγορίες χρήσης.

Χρήση	Κατανάλωση για φωτισμό (% συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης)
Κτίρια Γραφείων	30-50
Καταστήματα	25-50
Νοσοκομεία	10-20
Ξενοδοχεία	10-25

Πίνακας 12: Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό σε διάφορες κατηγορίες χρήσης [Πηγή:

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos.htm, (τελευταία επίσκεψη: 25-10-2013)]

²⁶³ Π. Χριστοδούλου, «Μελέτη και εφαρμογή τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσιους χώρους και σε χώρους παραγωγής», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Απρίλιος 2012, σελ. 23.

Ωστόσο με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων και τεχνικών μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια σε ποσοστό έως και 50%. Τα μέτρα αυτά είναι:

- Ο σωστός σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού
- Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού
- Η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης
- Η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων και η σωστή συντήρησή τους
- Η χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων
- Η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου φωτισμού
- Η χρήση συστημάτων ρύθμισης της έντασης του τεχνητού φωτισμού (απαραίτητη στα μεγάλα κτίρια) με διακόπτες δύο θέσεων (on/off), με διαβαθμιστές (dimmer), με αισθητήρες κίνησης κ.α.

5.2.7.1.1. Λαμπτήρες

Στην αγορά μπορούμε να βρούμε μεγάλη ποικιλία λαμπτήρων που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες μας σε τεχνητό φωτισμό ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Παρακάτω στους Πίνακες 13, 14 και 15 παρουσιάζονται τα είδη των λαμπτήρων και τα χαρακτηριστικά τους.

ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ΓΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑ 50% ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ [h]	ΜΕΣΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ 70% ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΡΟΗΣ [h]
Κοινός πυράκτωσης	1000	-
Πυράκτωσης με αλογονίδια	2000	-
Πυράκτωσης με αλογονίδια (ELV)	4000	-
Σωληνωτοί φθορισμού (26 mm)	6000-12000	12000-24000
Σωληνωτοί φθορισμού (26 mm) με υψίσυχο στραγγαλιστικό	7500-15000	15000-30000
Συμπαγείς φθορισμού	8000-10000	10000-24000

Νατρίου χαμηλής πίεσης	11500-23000	15000-30000
Νατρίου υψηλής πίεσης	14000-28000	13500-27000
Ατμών υδραργύρου	14000-28000	14000-28000
Ατμών υδραργύρου μικτού φωτισμού	6000-12000	6500-13000
Ατμών υδραργύρου με μεταλλικά ιωδία	5600-13000	6000-12000

Πίνακας 13: Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων (πηγή: Ε. Σιδέρης, «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», Παν. Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010, σελ. 77)

ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ	ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (lm/W)
Πτωχή απόδοση χρωμάτων αποδεκτή	<ul style="list-style-type: none"> Αποθήκευση Χώροι εγκαταστάσεων Εξωτερικοί χώροι 	<ul style="list-style-type: none"> Νατρίου χαμηλής πίεσης Νατρίου υψηλής πίεσης Αλογονιδίων μετάλλου Φθορισμού Ατμών υδραργύρου 	50-150
Μέτρια απόδοση χρωμάτων επιθυμητή	<ul style="list-style-type: none"> Αποθήκες Εργαστήρια Αθλητικές εγκαταστάσεις Αίθρια, φυτά Εργοστάσια 	<ul style="list-style-type: none"> Φθορισμού Νατρίου υψηλής πίεσης Αλογονιδίων μετάλλου Ατμών υδραργύρου 	70-100
Καλή απόδοση χρωμάτων επιθυμητή	<ul style="list-style-type: none"> Γραφεία Νοσοκομεία Τράπεζες 	<ul style="list-style-type: none"> Φθορισμού 	50-80
Πολύ καλή απόδοση χρωμάτων επιθυμητή	<ul style="list-style-type: none"> Καταστήματα τροφίμων Εμπορικά καταστήματα Χώροι συγκέντρωσης Εκτυπώσεις Καλές τέχνες 	<ul style="list-style-type: none"> Φθορισμού υψηλής απόδοσης χρωμάτων Πυράκτωσης 	15-70
Υψηλή απόδοση χρωμάτων απαραίτητη	<ul style="list-style-type: none"> Αίθουσες ξενοδοχείων Αίθουσες συμποσίων Μουσεία, γκαλερί Ναοί 	<ul style="list-style-type: none"> Πυράκτωσης 	10-21

Πίνακας 14: Κριτήρια επιλογής λαμπτήρων (πηγή: Ε. Σιδέρης, «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», Παν. Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010, σελ. 77)

ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ [W]	ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ [W]
7	40
11	60
15	75
20	100
23	120

Πίνακας 15: Ηλεκτρική αντιστοιχία λαμπτήρων φθορισμού και λαμπτήρων πυράκτωσης για το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα (πηγή: Ε. Σιδέρης, «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», Παν. Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010, σελ. 78)

Στον οικιακό τομέα μπορούμε να έχουμε σημαντική εξοικονόμηση στην ηλεκτρική ενέργεια αλλάζοντας τους λαμπτήρες με αντίστοιχους χαμηλής κατανάλωσης ή με λαμπτήρες LED. Οι κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως καταναλώνουν πολύ ενέργεια και επιβαρύνουν και θερμικά το χώρο, αφού εκπέμπουν θερμότητα, σε αντίθεση με τους λαμπτήρες εξοικονόμησης που καταναλώνουν πολύ λιγότερα Watt, δεν εκπέμπουν θερμότητα, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα. Το κόστος των λαμπτήρων εξοικονόμησης και των λαμπτήρων LED είναι μεγαλύτερο, αλλά σύντομα έχουμε απόσβεση της επένδυσης.

5.2.7.1.2. Συστήματα ελέγχου φωτισμού

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού εξοικονομούν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας καθώς ρυθμίζουν την λειτουργία του συστήματος φωτισμού και είναι τα εξής:

- **Τοπικοί διακόπτες έναυσης:** Ελέγχουν τη λειτουργία των φωτιστικών κατά ομάδες δίνοντας μας τη δυνατότητα να διακόψουμε το φωτισμό σε περιοχές ενός χώρου που δεν χρειάζεται. Για παράδειγμα σε ένα ενιαίο μεγάλο χώρο εργασίας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε φως μόνο σε περιοχές που δεν καλύπτονται από φυσικό φωτισμό, ή επίσης στην περίπτωση που μόνο συγκεκριμένα τμήματα χρησιμοποιούνται για εργασία.
- **Χρονοπρογραμματισμός:** Μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε την ώρα που θέλουμε είτε να αρχίσει τη λειτουργία του ένα φωτιστικό σώμα, είτε να την τερματίσει. Είναι ιδιαίτερα πρακτικό σε εμπορικά καταστήματα για

παράδειγμα, καθώς τερματίζει τη λειτουργία ενεργοβόρων φωτιστικών, όπως προβολέων για το φωτισμό της βιτρίνας κ.α.. Η πρόβλεψη τοπικού ελέγχου στο σύστημα είναι σημαντική, ώστε να καθίσταται δυνατή η έναρξη των φωτιστικών αν απαιτηθεί.

- **Αισθητήρες ελέγχου παρουσίας:** Είναι ένα σύστημα αρκετά διαδεδομένο το οποίο ενεργοποιεί το φωτισμό όταν ανιχνεύει κίνηση και παύει τη λειτουργία του όταν η κίνηση σταματήσει. Είναι σημαντική η πρόβλεψη χρονικής υστέρησης στο σύστημα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετές περιπτώσεις όπως σε χώρους στάθμευσης μιας πολυκατοικίας.
- **Σύζευξη με φυσικό φωτισμό:** Το σύστημα λειτουργεί με φωτοκύτταρο το οποίο ελέγχει τη στάθμη φωτός σε ένα χώρο. Μπορεί να τοποθετηθεί είτε εξωτερικά του κτιρίου ώστε να ελέγχει αν επαρκεί ο φυσικός φωτισμός, είτε εσωτερικά. Στην περίπτωση της εσωτερικής τοποθέτησης, το σύστημα ελέγχει μια ομάδα φωτιστικών και όταν η στάθμη του φωτισμού από φυσικό φωτισμό δεν επαρκεί, ενεργοποιεί τον τεχνητό φωτισμό στην ένταση που πρέπει.

5.2.7.2. Σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS – EBMS)

Στα μεγάλα κτίρια όπως ξενοδοχεία, γραφεία, νοσοκομεία, σχολεία, αεροδρόμια, είναι απαραίτητος ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος για την ορθολογική κατανομή της ενέργειας καθώς και για την ποιοτική αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας.

Ως **BMS (Building Management System)**, θεωρείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου όλων των παραμέτρων του κτιρίου που περιλαμβάνει τον κλιματισμό, τον φωτισμό, τη διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας, τα συστήματα πρόσβασης (access control), τα συστήματα ασφάλειας (συναγερμού, πυρανίχνευσης) και κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης. Πρόκειται δηλαδή για ένα πλήρες σύστημα ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Ως **EBMS (Energy Building Management System)** θεωρείται ένα σύστημα όμοιο με το BMS, το οποίο περιορίζεται στα αμιγώς ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που

καταναλώνουν ενέργεια. Περιλαμβάνει τον έλεγχο του τεχνητού και φυσικού φωτισμού, τη διαχείριση φορτίων και τον κλιματισμό (αερισμό-εξαερισμό).

5.2.7.3. Εξοικονόμηση ενέργειας στην εγκατάσταση ανελκυστήρα

Με την επιλογή του κατάλληλου ανελκυστήρα για το κτίριο που πρόκειται να τοποθετηθεί μπορούμε να εξοικονομήσουμε ηλεκτρική ενέργεια.

Η ισχύς του κινητήρα ενός ανελκυστήρα δίνεται από τον τύπο

$$P = \frac{F+v}{75+0.3} \text{ (HP)}$$

όπου F η δρώσα δύναμη (kg) και v (m/s) η ταχύτητα του ανελκυστήρα.

Η F εξαρτάται από τον μέγιστο αριθμό των ατόμων n και υπολογίζεται από τον τύπο $F=Ge+Gw-Ga$,

όπου

Ge (kg): το βάρος του θαλάμου και του πλαισίου

Gw=n*75 (kg) το ωφέλιμο φορτίο του ανελκυστήρα (το βάρος ενός ανθρώπου θεωρείται 75 kg)

Ga=Ge+0.5Gw (kg) το βάρος του αντίβαρου

Επειδή η ισχύς είναι ανάλογη της ταχύτητας του ανελκυστήρα συμπεραίνουμε πως μειώνοντας την ταχύτητα (σε επιτρεπτά για την άνεση των χρηστών επίπεδα) μπορούμε να μειώσουμε την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την κίνηση του ανελκυστήρα.

Επίσης μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια μέσω της σωστής επιλογής του μεγέθους του ανελκυστήρα ώστε να έχει μικρή κατανάλωση και να εξυπηρετεί παράλληλα τις ανάγκες των χρηστών. Άλλες απλές μέθοδοι εξοικονόμησης έχουν να κάνουν με την άσκοπη κλήση του ανελκυστήρα και την αποφυγή χρησιμοποίησής του επιλέγοντας να χρησιμοποιήσουμε τις σκάλες, ειδικά σε περίπτωση που η κίνηση που θα ακολουθήσουμε είναι καθοδική.

5.2.7.4. Οικιακές συσκευές

Οι οικιακές συσκευές καταναλώνουν μεγάλο μέρος της ενέργειας σε ένα σπίτι. Με απλούς τρόπους μπορούμε να εξοικονομήσουμε σημαντικά ποσά ενέργειας, συμβάλλοντας στη μείωση των ρύπων και εξοικονομώντας παράλληλα χρήματα.

Το σημαντικότερο βήμα στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι η επιλογή ηλεκτρικών συσκευών υψηλής ενεργειακής κλάσης. Από την Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπιστεί η ενεργειακή σήμανση των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και τοποθετείται ενεργειακή ετικέτα σε συσκευές όπως ψυγεία, καταψύκτες, ηλεκτρικοί φούρνοι, πλυντήρια ρούχων και πιάτων, κλιματιστικές συσκευές κ.α., ανάλογα την κατηγορία που κατατάσσονται. Υπάρχουν επτά κατηγορίες: A, B, C, D, E, F και G, με την A να είναι η ενεργειακά αποδοτικότερη.

Επιλέγοντας μια συσκευή κλάσης A ή B, μπορούμε να έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 70% σε σχέση με μια συσκευή μέτριας απόδοσης κλάσης D. Οι συσκευές αυτές έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς το οποίο όμως αποσβένεται γρήγορα χάρη στη μειωμένη κατανάλωση και στην υψηλότερη απόδοση των συσκευών.

Η επιλογή ηλεκτρικών συσκευών ανάλογα με τις ανάγκες που θέλουμε να καλύψουμε είναι εξίσου σημαντική. Πρέπει, για παράδειγμα, να επιλέγουμε ένα ψυγείο κατάλληλου μεγέθους και ισχύος ανάλογο των πραγματικών αναγκών μας ή ένα κλιματιστικό που να καλύπτει τα θερμικά και ψυχρά φορτία που χρειάζεται ένας χώρος.

Η απενεργοποίηση των συσκευών που δεν χρησιμοποιούνται συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Απενεργοποιώντας τον υπολογιστή, για παράδειγμα, έχουμε εξοικονόμηση 50-75%. Επίσης δεν πρέπει να αφήνουμε σε λειτουργία φωτιστικά σώματα που δεν χρειαζόμαστε.

Επίσης απλό μέτρο εξοικονόμησης αποτελεί η συνετή χρήση των συσκευών. Όταν χρησιμοποιούμε κλιματιστικό σε ένα χώρο, δεν πρέπει να έχουμε ανοιχτά παράθυρα καθώς αυξάνεται η λειτουργία του και συνεπώς η κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση ηλεκτρικού θερμοσίφωνα πρέπει να γίνεται στην απαιτούμενη διάρκεια ώστε να

ζεσταθεί το νερό. Επίσης δεν πρέπει να αφήνουμε σε λειτουργία μια τηλεόραση όταν δεν παρακολουθούμε.

Τέλος, περιορίζοντας τη φάση αναμονής στις ηλεκτρικές συσκευές, επιτυγχάνουμε σημαντική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συσκευές καταναλώνουν ενέργεια όταν βρίσκονται σε φάση αναμονής. Αυτό αντιμετωπίζεται απενεργοποιώντας τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές (όπως την τηλεόραση, το στερεοφωνικό, τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, τους φορτιστές κ.α.) από τον διακόπτη on-off και όχι από το τηλεχειριστήριο ή εναλλακτικά αφαιρώντας τες από την πρίζα.

5.2.7.5. Θέρμανση

5.2.7.5.1. Το τζάκι ως μέσο θέρμανσης

Ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί το ξύλο για θέρμανση εδώ και πολλούς αιώνες. Αρχικά η εστία φωτιάς ήταν τοποθετημένη στο κέντρο της κατοικίας. Όταν όμως άρχισαν να κατασκευάζονται πολυώροφα κτίρια, η εστία μετατοπίστηκε στην άκρη του χώρου και ο καπνός έφευγε μέσω ενός μεταλλικού ή δομικού σκέπαστρου στο πάνω μέρος το οποίο κατέληγε σε ένα πλάγιο άνοιγμα του τοίχου, το οποίο αργότερα εξελίχθηκε σε καμινάδα. Έτσι καταλήξαμε σε μια μορφή εστίας την οποία γνωρίζουμε ως τζάκι.²⁶⁴

Το τζάκι διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

- Παραδοσιακό τζάκι
- Ενεργειακό τζάκι

5.2.7.5.1.1. Το παραδοσιακό τζάκι

Το παραδοσιακό τζάκι είναι ανοικτού τύπου και κατασκευάζεται από πυρότουβλα ή μαντέμι. Μπορεί να τοποθετηθεί σε όποιο σημείο του εσωτερικού χώρου θέλουμε και η επιλογή αυτή γίνεται συνήθως με κριτήριο το που μας εξυπηρετεί τόσο αισθητικά όσο και λειτουργικά.

²⁶⁴ Ε. Αγγέλου, Β. Γκώνια, «Βιώσιμες κατασκευές – Ενεργειακά κτίρια. Υλικά που βοηθούν στην εξοικονόμηση και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας», ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας, σελ. 51.

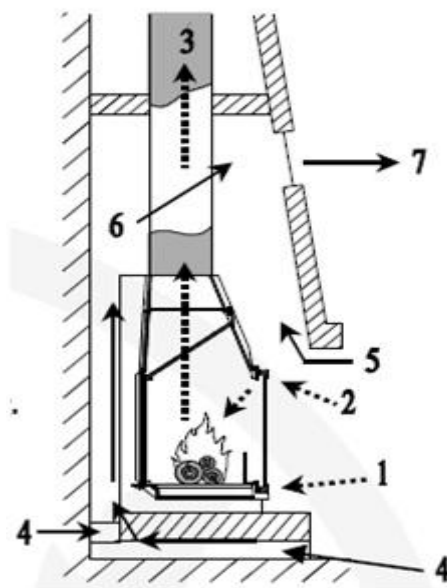
Η απόδοση ενέργειας που έχουν τα παραδοσιακά τζάκια δεν είναι υψηλή, φτάνοντας μόλις το 10-15% και ζεσταίνουν ουσιαστικά το χώρο μέχρι εκεί που φτάνει η ακτινοβολία τους. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως είναι πιο πολλά τα αισθητικά οφέλη που μας παρέχει ένα παραδοσιακό τζάκι παρά τα ενεργειακά. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, το τζάκι απορροφά μεγάλη ποσότητα αέρα από το χώρο που φτάνει τα 200-400 m³ ανά ώρα και συντελεί στη δημιουργία ρεύματος που έχει ως αποτέλεσμα να νιώθουμε ζέστη στο μπροστινό μέρος του σώματος και κρύο στο πίσω. Επίσης λόγω της καύσης ξύλου επιβαρύνει τη ρύπανση του περιβάλλοντος και λόγω της ανοικτής εστίας του απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή σχετικά με τα μέτρα ασφαλείας.²⁶⁵

5.2.7.5.1.2. Ενεργειακό τζάκι

Τα ενεργειακά τζάκια αποτελούν την εξέλιξη του παραδοσιακού τζακιού και εκμεταλλεύονται τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται ώστε να παρέχουν ζέστη σε μεγαλύτερη επιφάνεια. Είναι κλειστού τύπου με πυρίμαχο τζάμι και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

1. **Μονού τοιχώματος:** Σε αυτή τη κατηγορία οι εστίες είναι φτιαγμένες από μαντέμι. Ο αέρας που περνάει περιμετρικά της εστίας, ζεσταίνεται αποκτώντας έτσι ανοδική κίνηση και εξέρχεται στο δωμάτιο μέσω περσίδων. Ωστόσο η θερμική τους απόδοση είναι περιορισμένη και μπορούν να θερμάνουν ένα ενιαίο χώρο μέχρι 60-70 m². Στην Εικόνα 36 φαίνεται η τομή ενός ενεργειακού τζακιού μονού τοιχώματος.

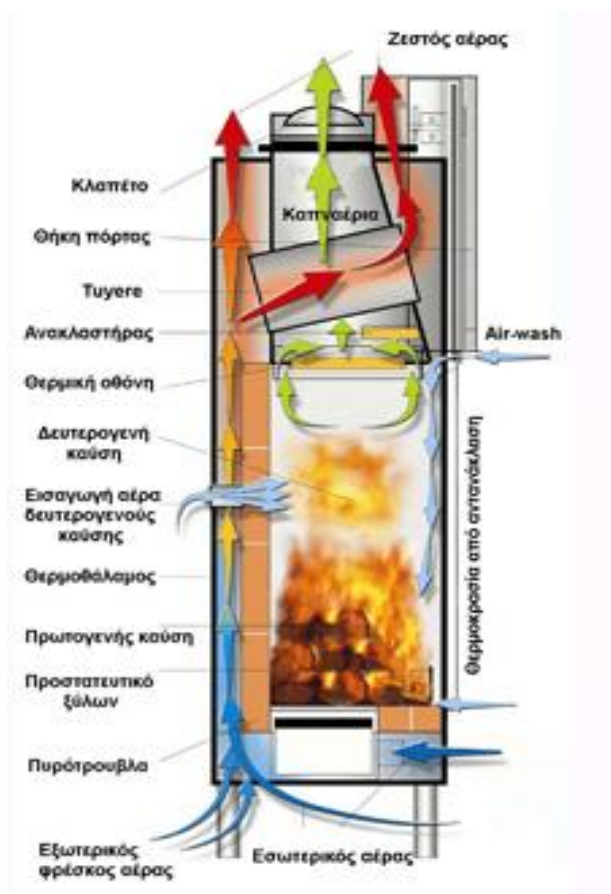
²⁶⁵ Πηγή: <http://www.estianet.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 22-10-2013).



Εικόνα 36: Ενεργειακό τζάκι μονού τοιχώματος. (Πηγή: <http://www.estianet.gr>), (τελευταία επίσκεψη 22-10-2013)

Όπου: 1) Είσοδος και ρυθμιστής εισαγωγής αέρα καύσης που βοηθά στον έλεγχο της καύσης των ξύλων, 2) εισαγωγή αέρα ώστε να μην λερώνεται το τζάκι (air wash), 3) εξαγωγή καπναερίων, 4) είσοδος φρέσκου αέρα για θέρμανση, 5) φρέσκος αέρας για θέρμανση μεταξύ συσκευής και περιβλήματος, 6) κίνηση του αέρα καθώς θερμαίνεται, 7) έξοδος μέσω περσίδων του θερμού αέρα.

2. **Τριπλού τοιχώματος:** Σε αυτή την κατηγορία τα δύο εξωτερικά τοιχώματα είναι φτιαγμένα από χάλυβα, ενώ το εσωτερικό μπορεί να είναι από χάλυβα, μαντέμι, κεραμικό ή πυρότουβλο. Ο αέρας που περνά ανάμεσα στα δύο εξωτερικά τοιχώματα της εστίας ζεσταίνεται ακολουθώντας έτσι ανοδική κίνηση. Στη συνέχεια περνά μέσα από ειδικά διαμορφωμένους εναλλάκτες και κατόπιν μέσω αεραγωγών που καταλήγουν σε περσίδες διοχετεύεται στο χώρο. Η απόδοσή τους φτάνει το 85% και με την τοποθέτηση ανεμιστήρα μπορούν να ζεστάνουν ένα σπίτι 160-170 m², ενώ ανάλογα την κατασκευή τους μπορεί να διαθέτουν και ρυθμιστή καύσης. Επιπλέον είναι ιδιαίτερα ασφαλή, δεν δημιουργούν απώλειες θέρμανσης και στην περίπτωση που το μοντέλο είναι δευτερογενούς καύσης εκπέμπουν πολύ λίγους ρύπους (βλ. Εικόνα 37).



Εικόνα 37: Ενεργειακό τζάκι τριπλού τοιχώματος. (Πηγή: <http://www.estianet.gr>), (τελευταία επίσκεψη 22-10-2013)

Σημαντικό πλεονέκτημα του ενεργειακού τζακιού είναι ότι μέσω της τεχνολογίας «θέρμανση με νερό»²⁶⁶, μπορεί να συνδεθεί με ένα υπάρχον σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιεί θερμαντικά σώματα ή ενδοδαπέδια θέρμανση λειτουργώντας ως λέβητας και να μας παρέχει ομοιόμορφη θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης.

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται οι βασικές διαφορές μεταξύ του παραδοσιακού τζακιού και του ενεργειακού.

Παραδοσιακά Τζάκια Ανοικτού Τύπου	Ενεργειακά Τζάκια Κλειστού Τύπου
Ζεσταίνουν τοπικά όπου φτάνει η ακτινοβολία	Θερμαίνουν αέρα γύρω από τα τοιχώματά τους και τον διανέμουν στο χώρο
Η καμινάδα ρουφάει από το σπίτι 200-400 m ³ /h αέρα με αποτέλεσμα να το κρυώνει	Η πόρτα αποτρέπει την διαφυγή του αέρα από το σπίτι μέσω της καμινάδας

²⁶⁶ Πηγή: <http://www.estianet.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 22-10-2013).

Η κατανάλωση των ξύλων είναι μεγάλη και μη ελεγχόμενη	Έχουμε μικρή και ελεγχόμενη κατανάλωση ξύλου
Αποδίδουν το 10-15% της θερμογόνου απόδοσης του ξύλου	Αποδίδουν το 70-85% της θερμογόνου απόδοσης του ξύλου
Ρυπαίνουν το περιβάλλον	Οι εκπομπές ρύπων είναι περιορισμένες και ελεγχόμενες
Είναι επικίνδυνα για πρόκληση φωτιάς	Παρέχουν προστασία από την πυρκαγιά

Πίνακας 16: Διαφορές ανάμεσα στο παραδοσιακό και το ενεργειακό τζάκι

5.2.7.5.2. Η σόμπα ως μέσο θέρμανσης

Η ενεργειακή σόμπα έχει την ίδια φιλοσοφία στον τρόπο λειτουργίας της με το ενεργειακό τζάκι. Είναι ένα σύστημα το οποίο ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για θέρμανση από ένα δωμάτιο μέχρι αρκετούς ορόφους.

Οι κατηγορίες που χωρίζεται η ενεργειακή σόμπα είναι:

1. **Αερόθερμη σόμπα:** Με την καύση είτε ξύλου είτε pellet διοχετεύει θερμότητα στο χώρο μέσω αεραγωγού. Ανάλογα με την απόδοση του κάθε μοντέλου, μπορεί να ζεστάνει ένα δωμάτιο ή και ολόκληρο το σπίτι μέσω αεραγωγών. Αρκετές σόμπες διαθέτουν και σύστημα υγραντήρα ώστε να μην ξεραίνεται η ατμόσφαιρα
2. **Σόμπα νερού:** Μπορεί να συνδεθεί με υπάρχον σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιεί θερμαντικά σώματα ή και ενδοδαπέδια θέρμανση, αλλά και να συνδυαστεί με άλλο λέβητα. Έτσι ανάλογα με το μοντέλο που θα επιλέξουμε βάση ισχύος, μπορούμε να καλύψουμε ένα χώρο μέχρι και 300 m². Επίσης οι περισσότερες σόμπες νερού χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη pellet.

5.2.7.5.3. Η χρήση βιομάζας

Η βιομάζα είναι μια ύλη που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο και διακρίνεται στις εξής κατηγορίες: α) υπολειμματικές μορφές, β) βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας αποτελούνται από τις εξής κατηγορίες:

- Βιομάζα γεωργικής προέλευσης: Περιλαμβάνει α) υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών όπως κλαδιά, φύλλα, άχυρο κ.α. και β) υπολείμματα από την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων, όπως πυρηνόξυλο, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού κ.α.
- Βιομάζα ζωικής προέλευσης: Περιλαμβάνει κτηνοτροφικά απόβλητα από πτηνοτροφία, χοιροστάσια κ.α.
- Βιομάζα δασικής προέλευσης: Περιλαμβάνει το καυσόξυλο το οποίο προέρχεται από διάφορες ενέργειες όπως υλοτομία, δημιουργία ζώνης πυροπροστασίας σε δάσος, από υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου κ.α.
- Αστικά απόβλητα: περιλαμβάνει μέρος των αστικών λυμάτων και απορριμμάτων βιολογικής προέλευσης.²⁶⁷

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι εκτάσεις στις οποίες καλλιεργούνται φυτά των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε ετήσιες και πολυετείς.

- Ετήσιες καλλιέργειες: περιλαμβάνουν φυτά όπως τον σακχαρούχο σοργό, την ελαιοκράμβη κ.α.
- Πολυετείς καλλιέργειες: η προέλευσή των προϊόντων μπορεί να είναι είτε γεωργική (αγριαγκινάρα, καλάμι, μίσχανθος κ.α.), είτε δασική (ευκάλυπτος, ψευδακακία).

Η βιομάζα αποτελεί μια πηγή ενέργειας ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον. Ενώ κατά την καύση της εκπέμπει CO₂, το επαναδεσμεύει κατά την παραγωγή της μέσω της φωτοσύνθεσης. Στα πλεονεκτήματά της προστίθεται η μείωση της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με διοξείδιο του άνθρακα (SO₂) αφού η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικώς αμελητέα. Τέλος με τη χρήση της βιομάζας μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση και κατ' επέκταση η εισαγωγή καυσίμων.

Τα μειονεκτήματα σχετικά με τη χρήση της βιομάζας σχετίζονται με τη δυσκολία εκμετάλλευσής της. Παράγοντες όπως α) ο μεγάλος όγκος, β) η μεγάλη

²⁶⁷ Ε. Σιδέρης, «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010, σελ. 158

περιεκτικότητα σε υγρασία, γ) η δυσκολία συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης, δ) η εποχιακή παραγωγή της, συντελούν στη μειωμένη χρήση της και στις υψηλές τιμές της.

Οι κύριες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιείται η βιομάζα ως καύσιμο είναι:²⁶⁸

- Στη θέρμανση θερμοκηπίων: όπου υπάρχουν σημαντικές ποσότητες βιομάζας, μπορεί να γίνει καύση της με ειδικούς καυστήρες για την κάλυψη των αναγκών ενός θερμοκηπίου σε θέρμανση
- Στη θέρμανση των κτιρίων με καύση σε ειδικούς λέβητες
- Για παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου: οι βιομηχανίες μπορούν να χρησιμοποιούν τα υπολείμματα τους για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας και της θέρμανσης του κτιρίου
- Για τηλεθέρμανση: από ένα κεντρικό σταθμό καύσης βιομάζας για παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης, οι κάτοικοι μιας περιοχής μπορούν να συνδέσουν το κτίριο τους με ένα προμονωμένου δίκτυο μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά θερμότητας

5.2.7.5.4. Αλλαγή του καυστήρα και του λέβητα πετρελαίου με αντίστοιχα βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη σε ειδικούς λέβητες για να καλύψει τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης.

Οι μορφές της βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Ακατέργαστη μορφή: αποτελείται από ξύλα και πυρηνόξυλα
- Επεξεργασμένη μορφή: είναι πιο πρακτική όσο αφορά τη μεταφορά της και την αποθήκευσή της. Μπορούμε να την προμηθευτούμε ως α) μικρούς πλίνθους (μπρικέτες) για χρήση σε τζάκια ή σόμπες, β) συσσωματώματα (pellets) για χρήση σε λέβητες ή σόμπες

Η συχνότερη μορφή που χρησιμοποιείται είναι αυτή των pellets. Πρόκειται για πεπιεσμένα κομμάτια από ροκανίδια ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα.

²⁶⁸ Πηγή: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm, (τελευταία επίσκεψη: 02-10-2013).

Τα συστήματα καύσης pellet αποτελούνται από α) τον καυστήρα μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η καύση, β) τον λέβητα που είναι συμβατός με τον καυστήρα και περιέχει το νερό που θα κυκλοφορήσει στα σώματα θέρμανσης (καλοριφέρ) ή μέσω της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, γ) μια δεξαμενή στερεών καυσίμων (σιλό) μέσα στο οποίο τοποθετείται το pellet κάθε 2-3 μέρες, ανάλογα με τη χρήση, ενώ η τροφοδοσία του γίνεται αυτόματα, δ) ένα κυκλοφορητή που συνδέει τα σώματα με το κεντρικό σύστημα.

Αυτό που απαιτείται είναι ένας τακτικός έλεγχος για τον καθαρισμό της στάχτης και μια ετήσια συντήρηση.

Παρά το αρχικό κόστος της αντικατάστασης του καυστήρα και του λέβητα, επιτυγχάνεται σύντομα απόσβεση. Ενδεικτικά, με δεδομένο ότι 1 λίτρο πετρέλαιο αποδίδει ισοδύναμη θερμότητα με 2,2 kg pellet, αν μια κατοικία χρειάζεται 1000 λίτρα πετρέλαιο και με την τιμή του στο 1,40 €, θα πληρώσει 1400 €. Η αναγκαία αντίστοιχη ποσότητα σε pellet είναι 2,2 τόνοι και με την τιμή του να κυμαίνεται στα 300 €/τόνο, προκύπτει ότι θα πληρώσει 660€. Επιτυγχάνεται δηλαδή εξοικονόμηση 740€.²⁶⁹

Οι λέβητες συσσωματωμάτων αποτελούν μια πολύ καλή επιλογή εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση σε σχέση με τους λέβητες ξύλου ή τις εστίες: Ένας λέβητας συσσωματωμάτων αποδίδει το 90% της ενέργειας η οποία περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση, ενώ ο λέβητας με ξύλα το 50% και η εστία το 10%. Επιπλέον, ένας λέβητας συσσωματωμάτων εκπέμπει 1.2 gr καυσαερίων/h, ενώ μια εστία 47 g/h. Η θέρμανση 10 λίτρων νερού στους 100 °C απαιτεί 200 gr συσσωματωμάτων. Η ενέργεια αυτή αντιστοιχεί σε 100 gr πετρελαίου ή 1 kWh.

5.2.7.5.5. Ηλιακό σύστημα θέρμανσης

Το ηλιακό σύστημα συνδυασμένης θέρμανσης χώρου (ΘΧ) και ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), είναι ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται τη θερμική ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται το νερό χρήσης και το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης. Αποτελείται από τρία βασικά μέρη: α) τους ηλιακούς συλλέκτες, β) ένα δοχείο αποθήκευσης του ζεστού νερού

²⁶⁹ Πηγή: <http://technopellet.gr/savings-pellet.html>, (τελευταία επίσκεψη: 02-10-2013).

χρήσης, και, γ) ένα δοχείο αποθήκευσης του ζεστού νερού θέρμανσης χώρου. Τα δύο δοχεία αποθήκευσης μπορούν να τοποθετηθούν το ένα μέσα στο άλλο, εξοικονομώντας έτσι χώρο, σωληνώσεις και αυτοματισμούς. Επιπλέον, τα δοχεία μπορούν τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο του κτιρίου και αν αυτός είναι ένας χώρος που θερμαίνεται έχουμε και μείωση των απωλειών της θερμότητας του νερού. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν διάχυτο ηλιακό φως, εξασφαλίζοντας τη λειτουργία του συστήματος ακόμη και σε συννεφιασμένες μέρες, αφού μετατρέπουν τα 2/3 της ηλιακής ακτινοβολίας σε ωφέλιμη ενέργεια. Οι περισσότεροι συλλέκτες που είναι διαθέσιμοι στην αγορά χρησιμοποιούν γυαλί υψηλής απορροφητικότητας που δεν αντανακλά για να εξασφαλίζεται η μέγιστη μετάδοση θερμότητας.

Η ιδιαιτερότητα των συστημάτων ηλιακής θέρμανσης είναι ότι λειτουργούν συνδυαστικά με άλλα συστήματα θέρμανσης συνεισφέροντας σε αυτά. Μπορούν να συνδυαστούν είτε με συμβατικές πηγές ενέργειας (καυστήρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου), είτε με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (καυστήρες βιομάζας). Για να ενσωματωθούν σε υφιστάμενο σύστημα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συλλεκτών και των δοχείων αποθήκευσης του ζεστού νερού. Προτιμάται ο συνδυασμός τους με μέσα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (fancoils, ενδοδαπέδια θέρμανση) επειδή το νερό κυκλοφορεί σε χαμηλές θερμοκρασίες που μπορούν να επιτευχθούν και με λίγη ηλιοφάνεια. Το σύστημα καλύπτει πρώτα τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης και εάν υπάρχει περίσσεια ενέργεια ζεσταίνει το νερό που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του χώρου. Αν η περίσσεια ενέργεια δεν επαρκεί, το ηλιακό σύστημα παρακάμπτεται και η θέρμανση του χώρου γίνεται από τον καυστήρα.

Ο βαθμός συνεισφοράς των συστημάτων ηλιακής θέρμανσης εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, το υψόμετρο, τη γεωγραφική θέση, το μέγεθος της εγκατάστασης και άλλους παράγοντες. Οι ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν κυμαίνονται από μικρό ποσοστό έως και 80%. Για να είναι οικονομικά βιώσιμο το σύστημα προτιμάται η κάλυψη του 40-60%. Για την επίτευξη της κάλυψης αυτής του 40-60% του θερμικού φορτίου, με βάση τη μέση ηλιοφάνεια στην Ελλάδα και τη μέση απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης των κτιρίων, η επιφάνεια των συλλεκτών

ηλιακής ενέργειας θα πρέπει να αντιστοιχεί στο 20% της επιφάνειας του θερμαινόμενου χώρου. Ο απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης του ζεστού νερού είναι περίπου δεκαπλάσιος, υπολογισμένος σε λίτρα. Για παράδειγμα σε μία οικία 100τ.μ., απαιτούνται 20τ.μ. επίπεδων συλλεκτών και 1000λ. δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού (περίπου 200λ. για το ζεστό νερό χρήσης και 800λ. για το νερό θέρμανσης). Στην περίπτωση που η τοποθέτηση γίνεται σε δώμα, η απαιτούμενη διαθέσιμη επιφάνεια θα πρέπει να είναι περίπου 1,5 φορά της επιφάνειας των συλλεκτών, δηλαδή περίπου 30τ.μ., ενώ για την εγκατάσταση των δοχείων αποθήκευσης απαιτούνται περίπου 3-4τ.μ..²⁷⁰

5.2.7.5.6. Ενδοδαπέδια Θέρμανση

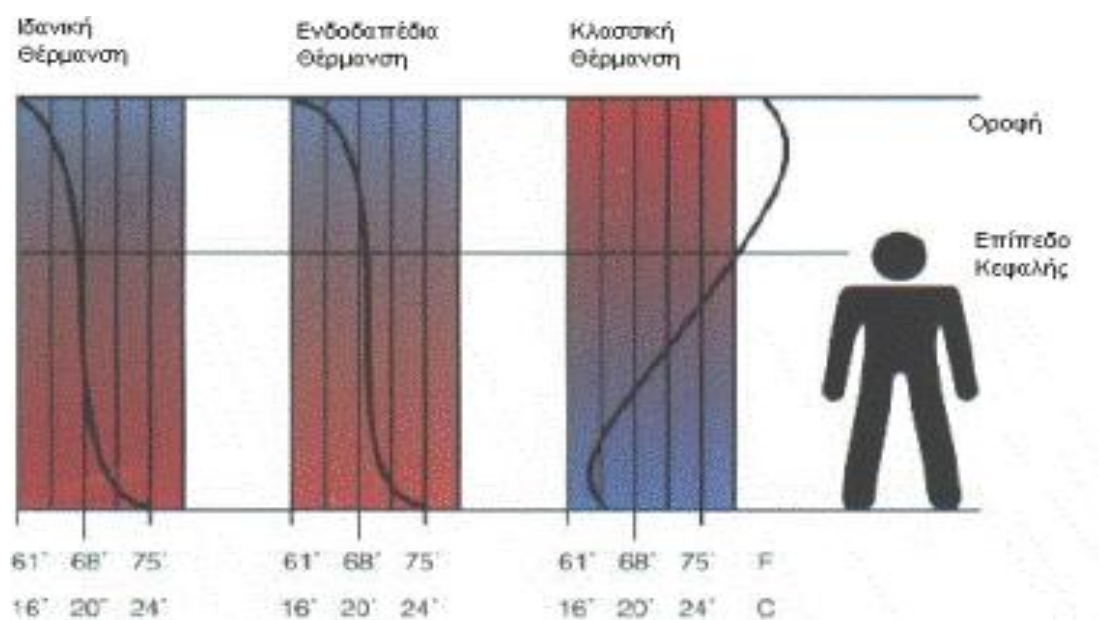
Η τοποθέτηση ενδοδαπέδιας θέρμανσης αποτελεί μία σχετικά νέα τεχνολογία που η εφαρμογή της επηρεάζει πολύ την θερμική άνεση του κτιρίου αλλά και την διαμόρφωση του. Μέσω αυτής της μεθόδου η θερμότητα διανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του δαπέδου και κατά συνέπεια στο χώρο. Έτσι οι θερμοκρασιακές συνθήκες πλησιάζουν το τέλειο αφού δεν δημιουργούνται κυκλικά ρεύματα αέρος. Επιπλέον η απουσία θερμαντικών σωμάτων απελευθερώνει αρκετά εκμεταλλεύσιμα τετραγωνικά στο κτίριο και προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες για τη διακόσμηση των χώρων.

Το σύστημα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης συνδυάζεται εύκολα με αυτοματισμούς μέσω των οποίων μπορούμε να έχουμε θερμοκρασιακή αυτονομία των χώρων μεταξύ τους (π.χ. διαφορετικό επίπεδο θερμοκρασίας στο καθιστικό από το υπνοδωμάτιο). Επίσης μπορεί να συνδυαστεί και με συγγενικά συστήματα όπως για παράδειγμα την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Το λειτουργικό κόστος είναι χαμηλό αφού για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας το νερό προσαγωγής κυμαίνεται στους 30°C - 40°C, ενώ στα κοινά θερμαντικά σώματα ανέρχεται στους 70°C - 80°C. Αυτή θερμοκρασιακή διαφορά έχει ως αποτέλεσμα, λιγότερες ώρες λειτουργίας του λέβητα και επομένως χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου.

²⁷⁰ Πηγή: <http://www.4green.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 03-10-2013).

Στην Εικόνα 38 που ακολουθεί φαίνεται η διαφορά στην κατανομή θερμότητας μεταξύ του συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης και θέρμανσης που χρησιμοποιεί θερμαντικά σώματα.



Εικόνα 38: Συγκριτικά διαγράμματα κατανομής θερμότητας μεταξύ ενδοδαπέδιας θέρμανσης και θερμαντικών σωμάτων [πηγή: <http://www.technotec.gr>], (τελευταία επίσκεψη: 5-10-2013)]

5.2.7.5.7. Αντλίες θερμότητας

Η αντλία θερμότητας αποτελεί μια συσκευή η οποία συλλέγει την θερμότητα που βρίσκεται στο περιβάλλον και την διοχετεύει στο νερό θέρμανσης. Μπορεί να καλύψει τις ανάγκες μας για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης, με εξοικονόμηση έως και 80% σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης, όπως λέβητες πετρελαίου ή ηλεκτρικά σώματα.

Αποτελεί μια πολύ καλή επιλογή για ανακαινίσεις και αναβαθμίσεις λεβητοστασίων, αλλά και για νέες εγκαταστάσεις, καθώς συνδέεται με οποιοδήποτε σύστημα θερμαντικών σωμάτων και ενδοδαπέδιας θέρμανσης, είτε αυτόνομα, είτε σε συνδυασμό με άλλη πηγή ενέργειας, όπως ηλιακά, βιομάζα, λέβητες πετρελαίου - αερίου κλπ. Ορισμένα από τα μοντέλα που κυκλοφορούν στην αγορά διαθέτουν και

σύστημα ελέγχου το οποίο συντονίζει και βελτιστοποιεί τις τρεις βασικές παραμέτρους λειτουργίας:

- Την **ροή του αέρα** (με ανεμιστήρα EC μεταβλητής αποτελεσματικής ταχύτητας)
- Το **ψυκτικό κύκλωμα** (με ηλεκτρονική βαλβίδα εκτόνωσης)
- Την **παροχή θερμότητας** (τεχνολογία OPTI).

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να λειτουργήσουν ακόμη και σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες (-20 έως +45°C) και διατίθενται σε διάφορα μεγέθη ισχύος ανάλογα με τις ανάγκες που έχουμε να καλύψουμε, ενώ οι περισσότερες έχουν σχετικά αθόρυβη λειτουργία. Σε αρκετές περιπτώσεις μπορούμε να χειριστούμε τις αντλίες θερμότητας μέσω ενός κινητού τηλεφώνου τύπου smartphone, ενός tablet ή από τον υπολογιστή.²⁷¹

5.2.7.6. Χρήση Φυσικού Αερίου

Μια εναλλακτική λύση έναντι του πετρελαίου αποτελεί η χρήση φυσικού αερίου. Ως καύσιμο είναι πιο καθαρό και έχει χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα, αφού κατά την καύση του παράγεται λιγότερο CO₂ και συμβάλλει με αυτό τον τρόπο στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επίσης κατά την καύση του δεν εκπέμπεται αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια και έτσι περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, ενώ αφενός δεν περιέχει ενώσεις θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής, και αφετέρου δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα γεγονός που το καθιστά μη τοξικό. Στον Πίνακα 17 που ακολουθεί δίνονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου σε σχέση με άλλα καύσιμα (σε gr ρύπου ανά kWh εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου).

²⁷¹ Πηγή: <http://www.thermovent.gr/product.php?cat=prod&id=202>, (τελευταία επίσκεψη: 29-10-2013)

Τύπος καυσίμου	Διοξείδιο του Άνθρακα	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο του Άνθρακα	Μονοξείδιο του Αζώτου	Υδρογονάνθρακες	Σωματίδια
Μαζούτ χαμηλού θείου	260	1,147	0,046	0,0439	0,015	0,150
Πετρέλαιο θέρμανσης	249	0,056	0,045	0,189	0,015	0,023
Πετρέλαιο κίνησης	244	0,054	0,044	0,185	0,015	0,022
Υγραέριο	227	0,000	0,025	0,157	0,006	0,007
Φυσικό Αέριο	177	0,000	0,022	0,137	0,005	0,007

Πίνακας 17: Οι εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου σε σχέση με άλλα καύσιμα. (Πηγή: <http://www.economy.com.gr/fisiko-aerio/environment.html>), (τελευταία ενημέρωση: 03-10-2013)

Η σύσταση του φυσικού αερίου διαφέρει ανάλογα με τη πηγή από την οποία προέρχεται. Οι προδιαγραφές του δίνονται στον Πίνακα 18 που ακολουθεί.

Μεθάνιο (CH ₄)	Min 85%
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	Max 8,6%
Προπάνιο (C ₃ H ₈)	Max 3%
Βουτάνια	Max 2%
Πεντάνια και άλλοι υδρογονάνθρακες	Max 1%
Άζωτο (N ₂)	Max 5%
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	Max 3%

Πίνακας 18: Προδιαγραφές σύστασης φυσικού αερίου. (πηγή: <http://www.economy.com.gr/fisiko-aerio/environment.html>), (τελευταία επίσκεψη: 3-10-2013)

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με σχετική πυκνότητα 0,55. Σε περίπτωση διαρροής, διαχέεται και διαφεύγει άμεσα προς την ατμόσφαιρα (σε αντίθεση με το υγραέριο που είναι βαρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαφυγής συγκεντρώνεται χαμηλά). Επίσης επειδή είναι άοσμο τοποθετείται μια ειδική ουσία ώστε να γίνεται αντιληπτή η διαρροή του.

5.2.7.6.1. Χρήσεις του φυσικού αερίου

Η χρήση του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα μπορεί να καλύψει αρκετές εφαρμογές όπως:

- Κεντρική θέρμανση στην πολυκατοικία: Η Εταιρεία Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) πραγματοποιεί τη σύνδεση της πολυκατοικίας με το δίκτυο διανομής. Στη συνέχεια γίνεται αλλαγή του καυστήρα πετρελαίου με αντίστοιχο φυσικού αερίου, χωρίς να απαιτείται απαραίτητα και η αλλαγή λέβητα, ενώ ο μετρητής της παροχής φυσικού αερίου συνδέεται με τον καυστήρα με σωληνώσεις. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεν απαιτείται αλλαγή των σωληνώσεων νερού της θέρμανσης ή των σωμάτων καλοριφέρ.
- Θέρμανση μόνο σε ένα διαμέρισμα πολυκατοικίας ή σε μονοκατοικία: Στην περίπτωση του διαμερίσματος, τοποθετείται ατομικός επιτοίχιος λέβητας με ενσωματωμένο καυστήρα φυσικού αερίου του οποίου η διαστάσεις είναι αρκετά μικρές. Η παροχή του φυσικού αερίου γίνεται με εξωτερική σωλήνωση που φτάνει από τον μετρητή ως τον ατομικό λέβητα. Ωστόσο είναι πιθανόν να χρειαστεί επέμβαση στις σωληνώσεις νερού, οι οποίες πρέπει να συνδεθούν με τον ατομικό λέβητα. Στην περίπτωση μονοκατοικίας ακολουθείται η ίδια διαδικασία χωρίς όμως να απαιτείται επέμβαση στις σωληνώσεις του νερού. Και στις δυο περιπτώσεις μπορεί να γίνει χρήση του φυσικού αερίου και για Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX).
- Μαγείρεμα: Με την χρήση φυσικού αερίου στο μαγείρεμα μπορούμε να έχουμε εξοικονόμηση έως και 50% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα, αφού οι συσκευές δεν χρειάζονται προθέρμανση ενώ μπορούμε να ελέγξουμε και την ένταση της φωτιάς.
- Ζεστό νερό: Χρησιμοποιώντας φυσικό αέριο για τις ανάγκες μας σε ζεστό νερό έχουμε εξοικονόμηση έως και 50% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό ζεσταίνεται την στιγμή που ανοίγουμε τη βρύση. Έτσι καταναλώνεται μόνο όση ενέργεια χρειάζεται πραγματικά.
- Κλιματισμός: Με την τοποθέτηση μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας σε έναν εξωτερικό χώρο η οποία τροφοδοτεί τις εσωτερικές μονάδες του χώρου

μας, μπορούμε να καλύψουμε εκτός από τις ανάγκες μας για θέρμανση και τις ανάγκες μας για ψύξη. Ωστόσο η χρήση αυτή είναι προτιμότερη σε επαγγελματικούς χώρους.

5.2.7.6.2. Οφέλη από τη χρήση φυσικού αερίου

Με την χρήση του φυσικού αερίου έναντι πετρελαίου απολαμβάνουμε αρκετά οφέλη τα οποία είναι τα εξής:

- Έχουμε εξοικονόμηση χρημάτων καθώς είναι πιο οικονομικό από το πετρέλαιο και το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Είναι εύκολη η χρήση του αφού είναι διαθέσιμο κάθε στιγμή, δεν χρειάζεται να το παραγγείλουμε και να το παραλάβουμε όπως συμβαίνει με το πετρέλαιο, η λειτουργία των συσκευών του μας προσφέρει σημαντικές ευκολίες (όπως η παροχή ζεστού νερού όταν το χρειαζόμαστε).
- Καθαριότητα και εξοικονόμηση χώρου αφού δεν χρειάζεται η εγκατάσταση δεξαμενής πετρελαίου και ταυτόχρονα απαλλασσόμαστε από τις οσμές και τα κατάλοιπα του.
- Η καθαρή καύση του μας εξασφαλίζει μειωμένο κόστος συντήρησης των συσκευών και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
- Έχουμε ακρίβεια στη μέτρηση της κατανάλωσης μέσω των ενδείξεων του μετρητή και πληρώνουμε την ποσότητα φυσικού αερίου που έχουμε καταναλώσει αφού την έχουμε καταναλώσει, σε αντίθεση με το πετρέλαιο που πληρώνουμε κατά την παραλαβή του.
- Είναι φιλικό προς το περιβάλλον.

5.2.7.7. Ηλιακοί θερμοσίφωνες

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσίφωνου. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο και χωρίς την χρήση κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο

σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες. Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη κάλυψη λόγω συννεφιάς και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος. Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό χρωματισμένη μαύρη.

Η χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα όπως:

- Πρόκειται για μια δοκιμασμένη τεχνολογία με σίγουρα αποτελέσματα.
- Επειδή η θερμική ενέργεια παράγεται στο σημείο ζήτησης αποφεύγουμε τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας μέσω του ηλεκτρικού δικτύου.
- Η πηγή ενέργειας (ήλιος) είναι ανεξάντλητη.
- Η τοποθέτηση του συστήματος είναι απλή και οι ανάγκες για συντήρηση ελάχιστες.
- Έχουμε μείωση της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος για τις ανάγκες σε ζεστό νερό.
- Επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, ανοικτού κυκλώματος και κλειστού κυκλώματος. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος θερμαίνουν απευθείας το νερό που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος ζεσταίνουν μέσω εναλλάκτη θερμότητας το θερμαινόμενο μέσο το οποίο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα που θερμαίνει το νερό χρήσης χωρίς να γίνεται ανάμειξή τους. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος, αν και είναι πιο ακριβοί, παρουσιάζουν το πλεονέκτημα έναντι αυτών ανοιχτού τύπου ότι έχουν καλύτερη λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες αφού μπορούν να προστεθούν αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για την προστασία της συσκευής.

Μια επιπλέον κατηγοριοποίηση των ηλιακών θερμοσιφώνων μπορεί να γίνει ανάλογα με τον αριθμό των ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν. Έτσι διακρίνονται σε διπλής ενέργειας και σε τριπλής ενέργειας. Οι διπλής ενέργειας λειτουργούν είτε με τον ήλιο είτε με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος αν δεν επαρκεί η ηλιακή ενέργεια. Οι ηλιακοί τριπλής ενέργειας λειτουργούν με την ηλιακή και ηλεκτρική ενέργεια, αλλά μπορούν επιπλέον να χρησιμοποιήσουν και το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από το λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Για να συμβεί αυτό πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη εγκατάσταση σωληνώσεων.

Για την καλύτερη απόδοση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα το σημείο τοποθέτησής του. Η καλύτερη θέση είναι ο νότιου προσανατολισμού, καθώς παρέχεται ηλιοφάνεια τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Η κλίση του πρέπει να είναι 20-50 μοίρες, να έχει την ελάχιστη δυνατή απόσταση από την υδραυλική σύνδεση και να μην σκιάζεται από άλλα αντικείμενα.²⁷²

5.3. Αποτίμηση των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας

Η ανάπτυξη των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ) είτε πρόκειται για νέα κτίρια είτε για υφιστάμενα ανακαινιζόμενα κτίρια, θα συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των πολιτών.

Η υλοποίηση των ΚΜΚΕ εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Παράγοντες όπως η πυκνή δόμηση, ο μη ιδανικός προσανατολισμός, η ελλιπής ακόμη ανάπτυξη της τεχνολογίας γύρω από αυτά τα κτίρια, επηρεάζουν σημαντικά την επίτευξη αυτού που λέμε μηδενική κατανάλωση ενέργειας. Το φαινόμενο αυτό συναντάται κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα όπου έχουμε μεγάλες πολυκατοικίες των οποίων οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι υψηλές. Η χρήση ΑΠΕ, που είναι απαραίτητη στα ΚΜΚΕ ώστε να παράγεται ενέργεια από το κτίριο, σε πολλές περιπτώσεις δεν καλύπτει επαρκώς τις ενεργειακές ανάγκες τους αφού δεν υπάρχει ο απαραίτητος χώρος για την τοποθέτησή τους.

²⁷² Βλ. σχετικά στο <http://www.guaranteeclimaservice.gr>, στο <http://www.thermosifones.gr> και στο <http://www.reinhaus.gr>, (τελευταία επίσκεψη: 05-10-2013).

Ωστόσο μέσα από την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, την αλλαγή νοοτροπίας σχετικά με την κατασπατάληση ενέργειας, τη σωστή μελέτη για μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, μπορούμε να επιτύχουμε το στόχο για επίτευξη ενός ΚΜΚΕ, ειδικά όσον αφορά τα νέα κτίρια. Στα υφιστάμενα είναι δύσκολη αλλά όχι ανέφικτη η αναβάθμισή τους σε ΚΜΚΕ. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να έρθει μέσα από την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εύρεση νέων εφαρμογών, όπως, για παράδειγμα, την δημιουργία νέων φωτοβολταϊκών με υψηλότερες αποδόσεις που θα καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο στο κτίριο. Η χρήση οικολογικών υλικών στην κατασκευή είναι και αυτή καθοριστικής σημασίας καθώς επιτυγχάνεται μείωση των εκλυόμενων ρύπων στο περιβάλλον. Αν και το αρχικό κόστος κατασκευής ενός ΚΜΚΕ σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο είναι αρχικά υψηλότερο, επιτυγχάνεται γρήγορα απόσβεση και επιπλέον παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως φαίνονται στην Εικόνα 39 και στον παρακάτω Πίνακα 19.



Εικόνα 39: Σύγκριση ενός συμβατικού κτιρίου με ένα αντίστοιχο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. (Πηγή: Σάββας Βλάχος, Υπολογιστικό παράδειγμα κτιρίου «με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» στην Κύπρο, Λευκωσία, 2011, σελ. 19)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ	ΚΤΙΡΙΟ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ
Χαμηλότερο κόστος κατασκευής	Υψηλότερο κόστος κατασκευής
Υψηλή κατανάλωση ενέργειας	Μηδενικό ισοζύγιο ενέργειας
Χρήση ορυκτών καυσίμων ηλεκτρισμού	– Καμία χρήση ορυκτών καυσίμων – ηλεκτρισμού

Εξάρτηση από τις τιμές πετρελαίου –
ηλεκτρισμού

Υψηλά λειτουργικά κόστη	Χαμηλά-μηδενικά λειτουργικά κόστη
Επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές αέριων ρύπων	Μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών CO ₂
245 kWh/m ² έτος	0 kWh/m ² έτος
72 KgCO ₂ /m ² έτος	0 KgCO ₂ /m ² έτος

Πίνακας 19: Σύγκριση ενός συμβατικού κτιρίου με ένα αντίστοιχο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. (Πηγή: Σάββας Βλάχος, Υπολογιστικό παράδειγμα κτιρίου «με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» στην Κύπρο, Λευκωσία, 2011, σελ. 19)

Κεφάλαιο 6: Παραδείγματα εφαρμογής

6.1. Παράδειγμα 1^ο: Βιομηχανικό κτίριο



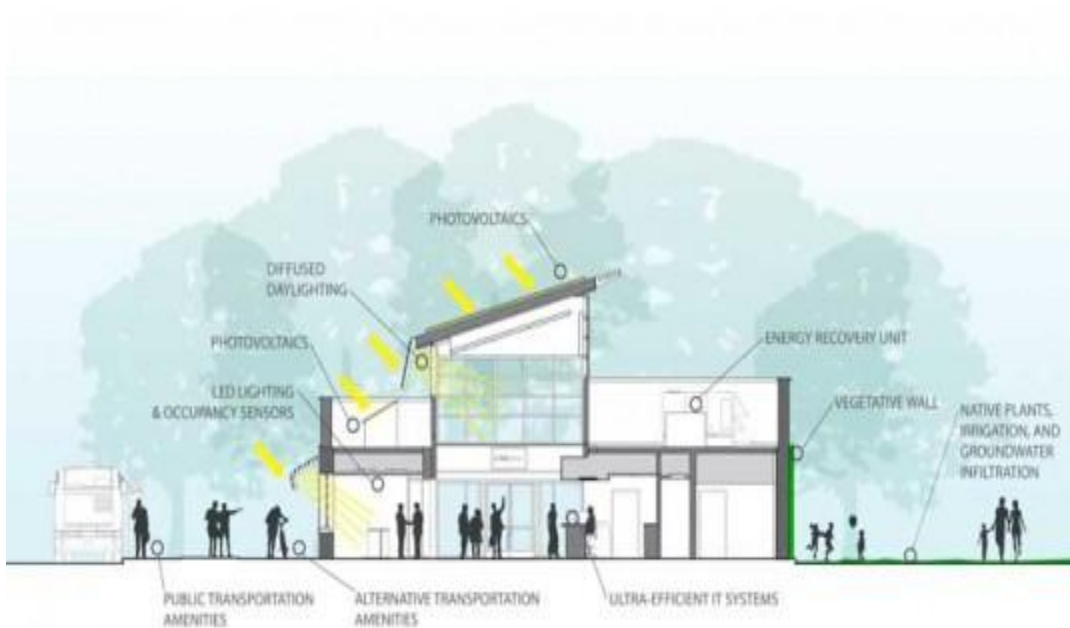
Εικόνα 40: Βιομηχανικό κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. (Πηγή: www.mdcleanenergy.org, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014))

Οι επεμβάσεις που έχουν γίνει στο κτίριο αυτό περιλαμβάνουν τεχνολογίες όπως:

- Φυτεμένο δώμα
- Φωτοβολταϊκά λεπτών υμενίων προσαρμοσμένα στη στέγη
- Φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου που παράγουν ηλεκτρισμό ακόμη και το σούρουπο, την αυγή, ή, σε συννεφιά
- Φωτοβολταϊκά εύκαμπτα άμορφου πυριτίου σε διάφορους βαθμούς ημιδιαφάνειας που μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και στις πλευρές των κτιρίων

- Συστήματα φυσικού φωτισμού που διαχέουν άμεσο ή αντανακλώμενο φυσικό φως στο εσωτερικό του κτιρίου, μειώνοντας τις ανάγκες για φωτισμό κατά 40-80%
- Ανεμογεννήτριες οριζόντιου ή κάθετου άξονα
- Συλλέκτες και συστήματα διαχείρισης όμβριων υδάτων

6.2. Παράδειγμα 2^ο: Το κτίριο της τράπεζας PNC



Εικόνα 41: Το κτίριο της τράπεζας PNC. [Πηγή: <http://inhabitat.com/pncs-net-zero-energy-bank-branch-incorporates-211-solar-panels-daylight-harvesting/>, (τελευταία επίσκεψη: 08-10-2014)].

Το κτίριο αυτό (βλ. Εικόνα 41) έχει σχεδιαστεί ώστε να παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιεί και περιλαμβάνει τις εξής παρεμβάσεις:

- Φωτοβολταϊκά συστήματα,
- Σύστημα διαχείρισης του εσωτερικού φωτισμού ανάλογα με την ένταση του φυσικού φωτισμού,
- Σύστημα ανάκτησης ενέργειας στον κλιματισμό του κτιρίου,
- Ο περιβάλλοντας χώρος περιλαμβάνει αυτοφυή φυτά και φυσικό σύστημα αποστράγγισης για ελαχιστοποίηση των αναγκών άρδευσης,

- Ανακυκλωμένα δομικά υλικά.
- Συστήματα σκίασης.

6.3. Παράδειγμα 3^ο: Κτίριο γραφείων κατασκευασμένο πάνω από υπάρχον κτίριο



Εικόνα 42: Κτίριο γραφείων κατασκευασμένο πάνω από υπάρχον κτίριο. [Πηγή: <http://archinect.com/fredericclouis/project/zero-energy-building>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Το κτίριο της Εικόνας 42 περιλαμβάνει τεχνολογίες όπως:

- Υλικά φιλικά προς το περιβάλλον,
- Αξιοποίηση της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας,
- Φυτεμένο δώμα,
- Φυσικό φωτισμό και αερισμό,
- Συλλογή και επαναχρησιμοποίηση του βρόχινου νερού.

6.4. Παράδειγμα 4^ο: Κατοικία στο Μίσιγκαν



Εικόνα 43: Κατοικία στο Μίσιγκαν. [Πηγή: <http://www.zerobuildings.com/vision-zero-home/>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Το κτίριο αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 43 περιλαμβάνει τις εξής τεχνολογίες:

1. Μανδύας μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους,
2. Φωτοβολταϊκά για θέρμανση νερού,
3. Μόνωση οροφής,
4. Σύστημα ανάκτησης ενέργειας στον εξαερισμό και μονάδα ανάκτησης θερμότητας από τα απόνερα,
5. Ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό,
6. Low-e τζάμια και αποδοτικά κουφώματα,

7. Χρήση γεωθερμίας για θέρμανση,
8. Μετρητής ώστε η περίσσια παραγόμενη ενέργεια να διανέμεται στο δίκτυο ηλεκτροδότησης,
9. Μόνωση στο εσωτερικό της τοιχοποιίας με αφρό κλειστών κυψελίδων,
10. Μόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας,
11. Προεξοχή 30 ιντσών που απορροφά ηλιακή θερμότητα,
12. Ηλιακοί συλλέκτες
13. Φωτοβολταϊκά συστήματα.

6.5. Παράδειγμα 5^ο: Κατοικία στη Vicenza της Ιταλίας



Εικόνα 44: Κατοικία στη Vicenza της Ιταλίας. [Πηγή: <http://freshome.com/2013/03/09/experimental-zero-energy-building-nestled-in-the-hills-of-italy-tvzeb/>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Το κτίριο που απεικονίζεται στην Εικόνα 44 χρησιμοποιεί τις εξής τεχνολογίες:

- Ανακυκλωμένα δομικά υλικά,
- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και να ανακυκλωθούν μετά το τέλος του κύκλου ζωής του κτιρίου,
- Η τροφοδοσία της κατοικίας γίνεται από εσωτερικές πηγές όπως καύση ξύλου, αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, χρήση γεωθερμίας.

6.6. Παράδειγμα 6^ο:Κτίριο έρευνας μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στο Colorado των ΗΠΑ



Εικόνα 45: Κτίριο έρευνας μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας στο Colorado των ΗΠΑ. [Πηγή: <http://inhabitat.com/department-of-energy-finishes-largest-zero-energy-building-in-us/>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Το κτίριο που απεικονίζεται στην Εικόνα 45 περιλαμβάνει τις εξής τεχνολογίες:

- Φωτοβολταϊκά συστήματα,
- Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού,
- Χρήση γεωθερμικών συστημάτων για κάλυψη των αναγκών θερμότητας και ψύξης,
- Μεγάλα ανοίγματα στο ανατολικό και δυτικό τμήμα του κτιρίου για να εισέρχεται το φυσικό φως στο κτίριο,
- Έξυπνο σύστημα που ενημερώνει τους εργαζόμενους μέσω μηνύματος στον υπολογιστή τους για το πότε να ανοίξουν τα στόρια τους,
- Υλικά με δυνατότητα ανακύκλωσης,
- Ανακυκλωμένα υλικά.

6.7. Παράδειγμα 7^ο: Κατάστημα στο Ιλινόις των ΗΠΑ



Εικόνα 46: Κατάστημα στο Ιλινόις των ΗΠΑ. [Πηγή: <http://inhabitat.com/walgreens-announces-plans-to-build-the-first-zero-energy-retail-store-in-the-us/>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Το κτίριο που απεικονίζεται στην Εικόνα 46 θα παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που έχει ανάγκη και χρησιμοποιεί τις εξής τεχνολογίες:

- Ηλιακοί συλλέκτες,
- Φωτοβολταϊκά συστήματα,
- Ανεμογεννήτριες,
- Γεωθερμική τεχνολογία,
- Ενεργειακά αποδοτικά δομικά υλικά,
- Φωτισμό LED,
- Σύστημα ψύξης υψηλής απόδοσης.

6.8. Παράδειγμα 8^ο: Κατοικία στο Όρεγκον των ΗΠΑ



Εικόνα 47: Κατοικία στο Όρεγκον των ΗΠΑ. [Πηγή: <https://www.finehomebuilding.com/how-to/articles/zero-energy-infinite-appeal.aspx?collection=72770>, (τελευταία επίσκεψη: 08-01-2014)]

Για την κατασκευή του παραπάνω κτιρίου (βλ. Εικόνα 47) έχουν πραγματοποιηθεί οι εξής επεμβάσεις:

- Φυτεμένο δώμα
- Σύστημα ανάκτησης θερμότητας
- Φυσικός φωτισμός
- Σύστημα γεωθερμίας
- Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Σύστημα διαχείρισης υδάτων
- Μονωμένη εξωτερική τοιχοποιία από blocks που περιμετρικά αποτελούνται από ανακυκλωμένα ροκανίδια ξύλου και στο εσωτερικό έχουν σκυρόδεμα
- Μονωμένο δάπεδο
- Ηλιακοί συλλέκτες για ZNX και ανάγκες θέρμανσης
- Ανακυκλωμένα υλικά

Κεφάλαιο 7. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η εφαρμογή περιβαλλοντικών προτύπων κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή των κτιριακών υποδομών δεν προέκυψε ξαφνικά ή μεμονωμένα. Αποτελεί μέρος της γενικότερης προσπάθειας εκ μέρους της διεθνούς κοινωνίας των πολιτών, σε οργανωμένο ή μη επίπεδο, για διαμόρφωση μιας συλλογικής συνείδησης ή νοοτροπίας που θα μπορεί να λαμβάνει υπόψη την παράμετρο περιβάλλον.

Το περιβάλλον, ως έννοια και ως πολιτική, δεν μετράει παρά λιγότερο από μισό αιώνα ζωής. Γεγονός είναι ότι μέχρι τη δεκαετία του 1970, η έννοια του περιβάλλοντος, και ιδιαιτέρως οι επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας πάνω σε αυτό, δεν αποτελούσε κύριο μέλημα των εθνικών ή διεθνών φορέων διαμόρφωσης πολιτικής. Ωστόσο, η έκρηξη της βιομηχανικής επανάστασης και η αλόγιστη αστική και οικονομική ανάπτυξη είχαν ως αποτέλεσμα την κατασπατάληση των φυσικών πόρων και την καταστροφή του οικοσυστήματος. Παράλληλα, οι δυσοίωνες προβλέψεις για την αμφίβολη βιωσιμότητα του πλανήτη εξαιτίας της κακοποίησης που είχε υποστεί από τον ανθρώπινο παράγοντα, έκρουσαν τον κώδωνα του κινδύνου και εξανάγκασαν την άμεση ανάληψη δράσης. Η επικινδυνότητα της κατάστασης αυτής, ξεκίνησε μια συζήτηση και μια μακροχρόνια εκστρατεία για την αναστροφή της οικολογικής καταστροφής και για τη δημιουργία των συνθηκών εκείνων που θα επιτρέπουν τη βιώσιμη και αειφόρο ανάπτυξη. Σε κάθε περίπτωση, δηλαδή, καμία αναπτυξιακή δραστηριότητα δεν θα γινόταν πλέον ανεκτή αν δεν συνυπολόγιζε τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Πολύ σημαντικό ρόλο σε αυτή την ξαφνική, θα έλεγε κανείς, κρίση περιβαλλοντικής συνείδησης της διεθνούς ηγεσίας, έπαιξε σε μεγάλο βαθμό η πετρελαϊκή κρίση του 1973. Αυτό, μάλιστα, διαφάνηκε έντονα στον τομέα των κατασκευών από το γεγονός ότι, αν και ποτέ μέχρι τότε δεν είχε απασχολήσει ιδιαιτέρως η ενεργειακή ή μη απόδοση των κτιρίων, άρχισε σταδιακά να αναπτύσσεται και να εφαρμόζεται μια πληθώρα προτύπων και κανονισμών που στόχευαν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των επιμέρους τμημάτων του κτιριακού κελύφους. Οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί αναγκάστηκαν, δηλαδή, σε μία αλλαγή τακτικής και φιλοσοφίας: τα

κτίρια δεν θα πρέπει να ικανοποιούν μόνο κατασκευαστικούς και αισθητικούς παράγοντες, αλλά και την παράμετρο ενεργειακή συμπεριφορά.

Αν αναλογιστεί κανείς, βέβαια, τα παραδοσιακά κτίσματα, αυτό δεν αποτελούσε απαραίτητα και καινοτομία. Τα βαριά, ογκώδη περιβλήματα, η μελετημένη διάταξη των χώρων και η σοφή σύνθεση των όγκων εξυπηρετούσαν την θερμομονωτική ικανότητα της κατασκευής και τη ροή θερμότητας μέσα σε αυτή. Αυτό, σε μεγάλο βαθμό, οφειλόταν όχι στην χρήση διαφορετικών υλικών, καθότι τα βασικά υλικά ήταν κοινά τότε και σήμερα, αλλά στην συνεκτίμηση των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών: η τυπολογία των οικισμών και των κτισμάτων διέφερε ανάλογα με το κλίμα της κάθε περιοχής. Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις, οι οποίες επηρέασαν και τη μοντέρνα αρχιτεκτονική στην Ελλάδα, φάνηκε να παραβλέπουν τους παράγοντες ήλιο, κλίμα, σωστό προσανατολισμό και ορθή ένταξη του κτιρίου στον περιβάλλοντα χώρο, δημιουργώντας έτσι κτίσματα απομακρυσμένα από την παράδοσή τους και το φυσικό τους περιβάλλον. Κατασκευές ελαφρύτερες, πιο σύνθετες και λιγότερο, εντέλει, ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες υιοθετήθηκαν απήφιστα σε τόπους με διαφορετικά κλίματα και περιβαλλοντικές συνθήκες, στο πλαίσιο πάντα ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού. (Υπηρεσία Ενέργειας, 2010). Υπό αυτό το πρίσμα, η κατασκευαστική βιομηχανία έπρεπε ουσιαστικά να επιστρέψει στις ρίζες της.

Σε καμία περίπτωση, αυτό δεν επιδιώχθηκε καθαρά και μόνο για λόγους νοσταλγίας ή περιβαλλοντικής ευσυνειδησίας. Η κατασπατάληση των φυσικών πόρων και των ενεργειακών κοιτασμάτων υπήρξε παράγοντας καθοριστικός. Η ραγδαία μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου και η συνεπακόλουθη αύξηση της τιμής του, προκάλεσε οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική και, κυρίως, πολιτική ανησυχία. Η εξάρτηση από το πετρέλαιο έπρεπε με κάποιο τρόπο να αντισταθμιστεί, καθότι θα ανήγειρε σοβαρά προβλήματα ισορροπίας του διεθνούς συστήματος. Δεν είναι λίγες οι φορές κατά το παρελθόν που έχουν προκληθεί αναταραχές και εμπόλεμες συρράξεις για την διαχείριση των πετρελαϊκών αποθεμάτων. Ιδιαίτερος οι χώρες με υψηλή ενεργειακή ζήτηση, όπως για παράδειγμα οι Η.Π.Α, δεν μπορούσαν να αμελήσουν το τεράστιο οικονομικό και πολιτικό κόστος που θα μπορούσε να έχει η

εκμετάλλευση των αποθεμάτων αυτών από μια μικρή ομάδα κρατών. Η στροφή σε νέες ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν μονόδρομος.

Οι κτιριακές υποδομές αν και δεν αποτελούν τη μόνη παράμετρο της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως εκφράστηκε μέσα από τις διεθνείς διασκέψεις, επηρεάζουν, ωστόσο, το τρίπτυχο στο οποίο αυτή βασίζεται: οικονομία, κοινωνία και περιβάλλον. Καθότι τα συμβατικά κτίρια ευθύνονται περίπου για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ποσοστό μεγαλύτερο και από εκείνο των μεταφορών, καθώς και για πολύ υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων βλαβερών θερμοκηπιακών αερίων, η βελτίωση των υποδομών θα μπορούσε να επιφέρει πολύ σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Παράλληλα, βελτιώνεται η ποιότητα ζωής και η υγεία των πολιτών αναδεικνύοντας την κοινωνική διάσταση του κλάδου. Αυτή ακριβώς η πολυδιάστατη φύση των κτιρίων, ώθησε τους διεθνείς και εθνικούς φορείς λήψης αποφάσεων να ασχοληθούν ιδιαίτερος με την προώθηση των οικολογικών κατασκευών.

Η προσέγγιση δεν ήταν εξαρχής ολιστική. Σε πρώτο στάδιο, οι επεμβάσεις στα κτίρια ήταν μεμονωμένες και αφορούσαν στην εφαρμογή θερμομονώσεων, ή την αντικατάσταση των λεβήτων. Ωστόσο, ήδη από τη δεκαετία του '80, το ενδιαφέρον των διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών και κοινωνικών ομάδων (stakeholders) του κλάδου άρχισε να στρέφεται σε πιο ολοκληρωμένες και καθολικές προσεγγίσεις. Όροι όπως «βιοκλιματική αρχιτεκτονική», «βιώσιμη κατασκευή», «πράσινο σπίτι», «παθητικό κτίριο» άρχισαν να κάνουν την εμφάνιση τους, προσελκύοντας τους απανταχού ενδιαφερόμενους. Γύρω από το επιδιωκόμενο της βιώσιμης κατασκευής αναπτύχθηκε μια ολόκληρη βιομηχανία γύρω από την οποία θα μπορούσαν να επωφεληθούν πολλά και διαφορετικά εμπλεκόμενα μέρη.

Μεγάλη έμφαση δόθηκε στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών. Τεράστια χρηματοδοτικά κεφάλαια έχουν δοθεί σε παγκόσμιους και εθνικούς οργανισμούς, ινστιτούτα και πανεπιστημιακά ιδρύματα, προκειμένου να βρουν καινοτόμες λύσεις για κτίρια φιλικά προς το περιβάλλον και ενεργειακώς αποδοτικά. Οικολογικά υλικά και χρώματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, συσκευές και λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας κ. ά, κατέκλυσαν την αγορά επιφέροντας τεράστια κέρδη στις επιχειρήσεις. Τεχνικές και κατασκευαστικές εταιρίες με

εξειδίκευση στην κατασκευή οικολογικών κτιρίων άρχισαν να εμφανίζονται και να κατακτούν μερίδιο της αγοράς. Νέες ομάδες συμφερόντων έκαναν την εμφάνισή τους στο προσκήνιο, πιέζοντας, η κάθε μία από την πλευρά της, για μεταρρυθμίσεις προς όφελός τους. Παράδειγμα, οι εταιρείες διαχείρισης και παροχής φυσικού αερίου, οι οποίες βλέποντας τις μετοχές τους να ανεβαίνουν, διεκδίκησαν ευνοϊκότερη μεταχείριση από το διεθνές κεκτημένο, ενισχύοντας την θέση τους έναντι των αντίστοιχων εταιρειών παροχής πετρελαίου.

Γεγονός είναι, ότι τα βαθύτερα κίνητρα για την μετεξέλιξη του κτιρίου από συμβατικό σε οικολογικό, δεν ήταν απαραίτητως «αγνά». Υπάρχει μία μεγάλη μερίδα συμφερόντων, πολιτικών και οικονομικών, πολλές φορές, μάλιστα, και αντικρουόμενων, που επωφελούνται από το φαινόμενο βιώσιμη κατασκευή. Αυτό, όμως, δεν είναι απαραίτητα και αρνητικό. Τα κίνητρα αυτά εκφράστηκαν σε πολιτική βούληση για επαναπροσδιορισμό των στόχων στη βάση των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης, με την παράλληλη παραγωγή μιας πληθώρας διεθνούς και εθνικής νομοθεσίας και πρωτοβουλίας. Ως αποτέλεσμα, σήμερα, γίνεται λόγος για κτίρια που μπορούν να χαρακτηριστούν από μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι και αυτόνομα. Η εξέλιξη αυτή, μόνο ως θετική θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί. Με το δεδομένο ότι ο τομέας των κτιριακών υποδομών ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για τις αυξημένες εκπομπές επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία αερίων, την κατασπατάληση των φυσικών πόρων, καθώς και των αποθεμάτων ενέργειας, γίνεται αντιληπτό ότι η στροφή σε οικολογικές λύσεις θα έχει τεράστιο αντίκτυπο για το περιβάλλον.

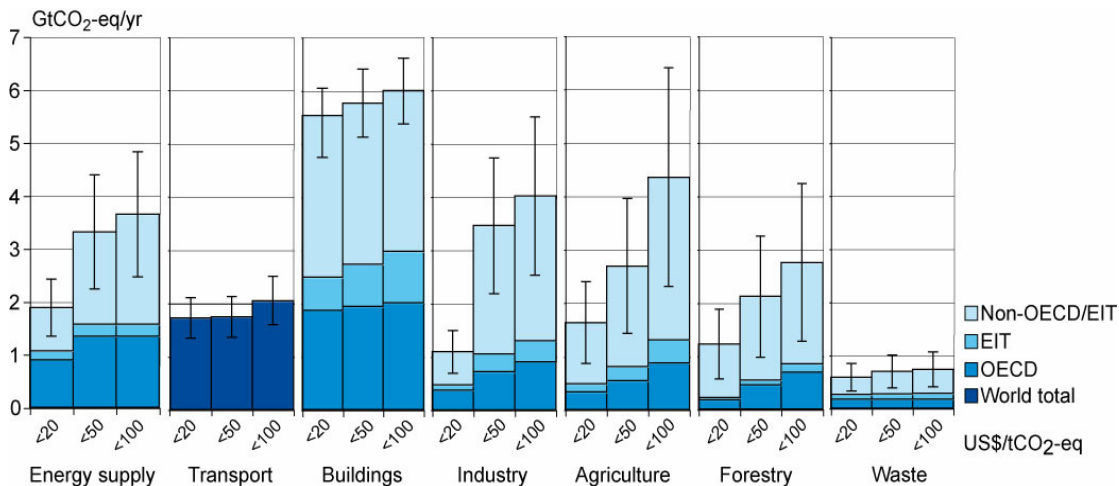
Ιδιαίτερος, στην περίπτωση των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΜΚΕ) ο θετικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος μεγεθύνεται, καθότι για την υλοποίησή τους δεν επαρκούν μεμονωμένες επεμβάσεις, αλλά μια ολοκληρωμένη, ολιστική προσέγγιση που διαπερνά όλα τα στάδια της κατασκευαστικής διαδικασίας, από το σωστό μανάτζμεντ, τον σχεδιασμό, και την χρήση των υλικών μέχρι την χωροταξία και το ενεργειακό ισοζύγιο. Με λίγα λόγια, τα ΚΜΚΕ αποτελούν μία προσπάθεια ενσωμάτωσης όλων των επιμέρους τεχνολογιών και κατασκευαστικών τεχνικών που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα στη βάση της βιώσιμης κατασκευής σε ένα πρότυπο μοντέλο κτιρίου.

Το καινοτόμο στοιχείο των κτιρίων αυτών είναι ότι ουσιαστικά αξιοποιούν το φυσικό περιβάλλον, τον ήλιο, τον άνεμο, το νερό, με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν τις ενεργειακές τους ανάγκες χωρίς να επιστρέφουν ζημιογόνους προς το περιβάλλον ρύπους. Η λογική, δηλαδή, είναι πλήρης εκμετάλλευση, μηδενική καταστροφή. Για το σκοπό αυτό, υιοθετούνται νέα standards ως προς τον σχεδιασμό και την κατασκευή των κτιρίων, προκειμένου να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο της μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας και της πολύ χαμηλής εκπομπής ρύπων. Για παράδειγμα, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις που μπορεί να έχει ένα ΚΜΚΕ, έχουν ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του κόστους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου. Παράλληλα, η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον εξασφαλίζει καλύτερες συνθήκες διαβίωσης μέσα και έξω από αυτό.

Σε γενικές γραμμές, τα ΚΜΚΕ αποτελούν μια ολοκληρωμένη απάντηση στο ζητούμενο των βιώσιμων κατασκευών. Αν αναλογιστούμε ότι στην ΕΕ, μόνο, υπολογίζεται ότι τα κτίρια καταναλώνουν το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ την ίδια στιγμή εκλύουν το 30% του συνολικά εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα και το 40% των συνολικών εκλυόμενων αποβλήτων²⁷³, η εφαρμογή τους μπορεί να έχει τεράστιο αντίκτυπο για το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία.

Ως προς το σκέλος περιβάλλον, η οικολογικοποίηση των κτιριακών υποδομών έχει τη δυνατότητα να ανατρέψει τα αρνητικά δεδομένα της ρύπανσης του αέρα και των φαινομένων που προκαλούν την κλιματική αλλαγή. Αυτό φαίνεται και από την παρακάτω Εικόνα 48, όπου διαπιστώνεται ότι οι αποδοτικότερες λύσεις που μπορούν να προσφέρουν τα κτίρια, συγκριτικά με άλλους τομείς, μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη μείωση του CO₂ με χαμηλότερο κόστος.

²⁷³ Τ. Γιαννακοπούλου, «Βιώσιμες κατασκευές», ό. π. υποσημ. 222, σελ. 7.



Εικόνα 48: Σύγκριση του κτιριακού τομέα με άλλους ενεργοβόρους τομείς (Κ. Δ. Μπίκας, «Αειφορία και αισθητική στις κατασκευές. Αειφόρος δόμηση, βιοκλιματικός σχεδιασμός – κτίριο μηδενικών εκπομπών», ΑΠΘ, <http://www.ihu.edu.gr/attachments/events/sustainability-and-design/prof-dimitrios-bikas.pdf>, 29-10-2013σελ. 36.)

Από την άλλη, ο κατασκευαστικός τομέας όντας ένας από τους πιο απαιτητικούς καταναλωτές φυσικών πόρων, από τα δομικά υλικά μέχρι την απαιτούμενη για την κατασκευή και λειτουργία των κτιρίων ενέργεια, φέρει μεγάλο μερίδιο ευθύνης για την κατασπατάληση των φυσικών διαθεσίμων. Η ανοικοδόμηση κτιρίων που μπορούν να εξοικονομούν ενέργεια και νερό, επηρεάζει σημαντικά το ζητούμενο της μείωσης της κατανάλωσης των πόρων.

Ωστόσο, το θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα βιώσιμων κατασκευών υψηλής ενεργειακής απόδοσης, δεν περιορίζεται στις μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και την ενεργειακή κατανάλωση. Ο σχεδιασμός τους προσβλέπει στην καλύτερη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων και των υγρών αποβλήτων, στη δυνατότητα ανακύκλωσης των χρησιμοποιούμενων υλικών, στην αύξηση του χρόνου ζωής της κατασκευής κ.ά.

Πέραν, όμως, της παραμέτρου περιβάλλον, τα ΚΜΚΕ, σε αντίθεση με τα συμβατικά, προσφέρουν μεγάλο οικονομικό όφελος στον χρήστη. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συνεχής αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια, η οποία οφείλεται, αφενός, στην ύπαρξη - σε βαθμό πλειοψηφικό - κτιρίων χτισμένων πριν την δεκαετία του 1980, τα οποία δεν είναι καν θερμομονωμένα, αφετέρου, στην κακή πολλές φορές κατάσταση των συστημάτων θέρμανσης και στην αύξηση της

χρήσης συσκευών ηλεκτρικής ενέργειας (η εγκατάσταση κλιματιστικών μονάδων ξεπέρασε τα 3.000.000 τα τελευταία 25 χρόνια).²⁷⁴ Η αύξηση αυτή μεταφράζεται σε επένδυση σημαντικών κονδυλίων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Στην περίπτωση των ΚΜΚΕ, το κόστος αυτό μπορεί να μειωθεί σε ποσοστό σχεδόν 100%, χάρη στις ενσωματωμένες σχεδιαστικές και κατασκευαστικές επεμβάσεις που απαιτούνται για την κατασκευή τους. Επακόλουθο αυτού, είναι η γενικότερη βελτίωση της οικονομίας μιας χώρας. Αρκεί μόνο να σκεφτούμε, ότι στην περίπτωση της Ελλάδας, αν δεν ληφθούν τα αναγκαία για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέτρα, η κατανάλωση τους για την περίοδο 2010-2020 αναμένεται να αυξηθεί κατά 19% κοστίζοντας στην εθνική οικονομία γύρω στα 21 δισεκατομμύρια ευρώ.²⁷⁵ Επομένως, η εξοικονόμηση χρημάτων από την κατανάλωση ενέργειας, επιτρέπει στους ιδιώτες και τα κράτη να επενδύουν ποσά που θα δαπανούνταν για την ενέργεια σε άλλους αναπτυξιακούς τομείς. Παράλληλα, η αύξηση του ενδιαφέροντος και της ζήτησης για βιώσιμες κτιριακές υποδομές ενισχύει την επενδυτική δραστηριότητα προς τις σχετικές βιομηχανίες και τονώνει την ανταγωνιστικότητα της αγοράς.

Το γεγονός αυτό, αναδεικνύει και την κοινωνική διάσταση του ζητήματος. Ο κατασκευαστικός κλάδος αποτελεί βασικό συντελεστή, πέραν της οικονομικής, και της κοινωνικής ευημερίας. Η πολυπλοκότητα των κατασκευών απαιτεί τη συμμετοχή πολλών μερών (μηχανικοί, εργολάβοι, προμηθευτές, κατασκευαστές κ.ά.) δημιουργώντας, έτσι, περισσότερες θέσεις εργασίας και συντελώντας στη μείωση της φτώχειας. Το βιοτικό επίπεδο των πολιτών ανυψώνεται οικονομικά και ποιοτικά. Οι υγιείς υποδομές βελτιώνουν τις συνθήκες διαβίωσης και εργασίας στις πόλεις, και κατά συνέπεια την υγεία των διαμενόντων σε αυτές.

Φυσικά, τα παραπάνω οφέλη ανταποκρίνονται σε ένα εξιδανικευμένο περιβάλλον. Στην πραγματικότητα, η εκτεταμένη εφαρμογή τους συναντά ποικίλα εμπόδια. Το πρώτο από αυτά εντοπίζεται στον ίδιο τον ορισμό του όρου. Τις περισσότερες φορές διαπιστώνεται μια σύγχυση ως προς το τι είναι ένα κτίριο μηδενικής κατανάλωσης και το πώς μπορεί αυτό να υλοποιηθεί. Αυτό σε μεγάλο βαθμό οφείλεται σε μια

²⁷⁴ Σανταμούρης, «Χτίζοντας το μέλλον. Μια δράση για τα βιώσιμα κτίρια και την πράσινη ανάπτυξη», παρουσίαση, ΥΠΕΚΑ.

²⁷⁵ Ibid.

γενική ασάφεια που επικρατεί ως προς τον όρο τόσο από πλευράς βιβλιογραφίας, όσο και από πλευράς νομοθεσίας. Το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο, που προέρχεται κατά βάση από το γενικό πλαίσιο των οδηγιών της ΕΕ, αφήνει το περιθώριο στα κράτη μέλη να υιοθετήσουν διαφορετικές και συχνά αντιφατικές διατάξεις για την ενσωμάτωσή τους σε εθνικό επίπεδο. Από την άλλη, τα εμπλεκόμενα στην κατασκευή μέρη αντιλαμβάνονται πολλές φορές διαφορετικά το πώς γίνεται να επιτευχθεί μια άκρως βιώσιμη κατασκευή, με αποτέλεσμα να προβαίνουν και σε διαφορετικές ερμηνείες. Η απουσία ενός σαφή και κοινού ορισμού, βασισμένου σε αντικειμενικά κριτήρια δυσχεραίνει την ταχεία και οριζόντια εφαρμογή των ΚΜΚΕ.

Βέβαια, αυτό συναρτάται και από το επίπεδο κατάρτισης των επαγγελματιών της κατασκευής. Είναι γεγονός, ότι σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό οι αρχιτέκτονες, μηχανικοί, μηχανολόγοι, εργάτες κ.τ.λ. δεν έχουν την απαραίτητη εξειδίκευση και επαγγελματική κατάρτιση, ώστε να μπορούν να οικοδομήσουν βιώσιμες κατοικίες. Οι περισσότεροι μένουν κολλημένοι σε παλιές νοοτροπίες και τεχνοτροπίες και είτε αδυνατούν είτε αδιαφορούν να επιμορφωθούν επί των σύγχρονων μεθόδων κατασκευής. Η κατασκευή ΚΜΚΕ απαιτεί εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό που, δυστυχώς, ειδικά στην Ελλάδα, είναι πολύ περιορισμένο. Για την αλλαγή αυτού του σκηνικού, είναι απαραίτητη η συνεχής εκπαίδευση και ενημέρωση επί των νέων τεχνολογιών. Οι εργάτες πλέον θα πρέπει να ενημερώνονται για νέες τεχνικές και νέα οικολογικά υλικά που σχετίζονται με την ειδικότητά τους, ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις νέες απαιτήσεις που επιφέρουν τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Πολλοί από αυτούς ίσως χρειαστεί να αλλάξουν και εντελώς το αντικείμενό τους καθώς μπορεί να μην βρίσκει εφαρμογή στα νέα αυτά κτίρια. Αυτό θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό και από την ανάπτυξη και εισαγωγή στην οικοδομή των νέων, περισσότερο οικολογικών υλικών. Για παράδειγμα, ο παραδοσιακός σοβατζής μπορεί να μην έχει αντικείμενο αν εισαχθεί στην κατασκευή ένας οικολογικός σοβάς που απαιτεί συγκεκριμένη τεχνοτροπία για την εφαρμογή του. Επίσης οι νέοι πολιτικοί μηχανικοί και αρχιτέκτονες θα πρέπει να έχουν γνώσεις σχετικά με τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ενισχύεται και ο ρόλος του μηχανολόγου μηχανικού στην κατασκευή. Γίνεται, επομένως, αντιληπτό πως θα πρέπει πλέον να υπάρχει πληροφόρηση και προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης γύρω από τις νέες τεχνολογίες που

συναντώνται στα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο οι νέες γενιές θα έχουν μάθει να συνυπολογίζουν τους παράγοντες περιβάλλον και εξοικονόμηση ενέργειας, και, οι παλαιότεροι θα μπορούν να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα και απαιτήσεις.

Περαιτέρω ανασταλτικός παράγοντας είναι και η ελλιπής ενημέρωση των ενδιαφερομένων αλλά και των καταναλωτών αναφορικά με τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των αρχών της βιώσιμης κατασκευής στα κτίρια. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε μια παραπληροφόρηση σχετικά με το αν συμφέρει τελικά να επενδύσει κανείς στην κατασκευή ΚΜΚΕ. Ο παράγοντας κόστος είναι καθοριστικός για τα χαμηλά ποσοστά ανοικοδόμησης τέτοιων κτιρίων. Η σωστή πληροφόρηση θα έπειθε τους ενδιαφερομένους ότι μακροπρόθεσμα τα οφέλη από την μετατροπή ενός συμβατικού κτιρίου σε μηδενικής κατανάλωσης είναι πολύ μεγαλύτερα και ξεπερνούν το υψηλό, ίσως, αρχικό κόστος. Όταν πρόκειται, φυσικά, για ανακαινιζόμενα κτίρια, και όχι για κτίρια που κτίζονται εξ αρχής ως μηδενικής κατανάλωσης, στην περίπτωση των οποίων το κόστος δεν διαφέρει σημαντικά από το ανάλογο των συμβατικών. Σε δεύτερο επίπεδο, η ανεπαρκής ενημέρωση σχετίζεται και με την άγνοια των καταναλωτών για επιδοτούμενα προγράμματα και δράσεις που μπορούν να ελαφρύνουν την οικονομική επιβάρυνση των ιδιωτών ή των επιχειρήσεων για τη βελτίωση των κτιριακών υποδομών και την μείωση των ενεργειακών τους απαιτήσεων. Πολλά από τα σχετικά προγράμματα που υιοθετούνται σε εθνικό επίπεδο δεν προβάλλονται επαρκώς από τα μέσα ενημέρωσης και στο πλείστο των περιπτώσεων θα πρέπει κάποιος να ξέρει που και πώς να τα αναζητήσει. Την ίδια στιγμή, οι υποσχόμενες χρηματοδοτήσεις μπλέκονται μέσα σε έναν κυκεώνα αυστηρών και κριτηρίων και πολύπλοκων γραφειοκρατικών διαδικασιών.

Δημιουργούνται, έτσι, σκέψεις αναφορικά με την πολιτική βούληση για εφαρμογή των νέων αυτών ρυθμίσεων για κτίρια μηδενικής κατανάλωσης. Η αλήθεια είναι ότι το υφιστάμενο status quo δεν επιθυμεί την αλλαγή του σκηνικού. Υπάρχει μια ομάδα συμφερόντων και επιχειρήσεων που εξυπηρετείται από την υπάρχουσα κατάσταση. Για παράδειγμα, σε έναν ουτοπικό κόσμο όπου υπάρχουν μόνο κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, που στηρίζονται σε ανανεώσιμες μόνο πηγές ενέργειας,

ποια μπορεί να είναι η θέση των εταιρειών εκμετάλλευσης πετρελαίου ή διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η ΔΕΗ; Η πολιτική ηγεσία, φοβούμενη πάντα το πολιτικό κόστος, προσπαθεί να ισορροπήσει ανάμεσα στα υφιστάμενα και στα αναδύμενα συμφέροντα, που ασκούν με την σειρά τους πιέσεις για μεταρρυθμίσεις. Το πολιτικό αυτό “πάγωμα” αποτυπώνεται στην πολύ αργή νομοπαραγωγική διαδικασία και ενσωμάτωση των σχετικών ευρωπαϊκών οδηγιών. Η τελευταία οδηγία του 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ενώ υποτίθεται ότι μέχρι το τέλος του 2013 θα είχε πλήρως ενσωματωθεί, αυτή τη στιγμή βρίσκεται ακόμα σε επίπεδο νομοσχεδίου. Αυτό αποδεικνύει, ότι αν τα κίνητρα ήταν καθαρά οικολογικά, τα κράτη θα είχαν ήδη επενδύσει κονδύλια στην ανάπτυξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ, κάτι που θα βοηθούσε και την ευκολότερη ένταξη των ΚΜΚΕ στα μεγάλα αστικά κέντρα. Θα πρέπει δηλαδή να υπάρχει υπάρξει μια διαφορετική σκέψη γύρω από τον τρόπο ηλεκτροδότησης των πόλεων ή των κοινοτήτων. Θα μπορούσαν να δημιουργηθούν σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, που θα τροφοδοτούσαν με ρεύμα ένα χωριό ή μια πόλη. Έτσι θα έχουμε την παραγωγή ενέργειας από το ίδιο ΚΜΚΕ, η οποία αν δεν καλύπτει τις ανάγκες του εξαιτίας π.χ. έλλειψης χώρου για εφαρμογή των ΑΠΕ, θα καλύπτονται από καθαρή ενέργεια από το δίκτυο, πετυχαίνοντας έτσι μηδενικές εκπομπές ρύπων για παραγωγή ενέργειας.

Σχετικά με τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, υπάρχει ήδη ανάπτυξη οικολογικών υλικών, φιλικότερων ως προς τον χρήστη και το περιβάλλον. Ωστόσο, τα υλικά της κατασκευής θα πρέπει να μειώσουν την ενσωματωμένη ενέργεια που έχουν. Αυτό σημαίνει μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων από την παρασκευή τους μέχρι την μεταφορά τους στο εργοτάξιο και την εφαρμογή τους. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει ακόμη μεγαλύτερο όφελος για το περιβάλλον και τα ΚΜΚΕ θα γίνουν ακόμη πιο οικολογικά. Επιπλέον τα υλικά θα πρέπει να προέρχονται από ανακύκλωση δομικών υλικών και να μπορούν να ανακυκλωθούν στο τέλος του κύκλου ζωής τους ώστε να μειωθούν τα απόβλητα που προέρχονται από τα κτίρια.

Τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, εκτός από τον κτιριακό τομέα, επιδρούν και στον τομέα της βιομηχανίας. Με την κατασκευή νέων βιομηχανικών κτιρίων κατασκευασμένων ως μηδενικής κατανάλωσης, οι ενεργειακές απαιτήσεις

τους μπορούν να είναι από ελάχιστες έως μηδενικές, με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντική μείωση των επιπτώσεων στην οικολογική καταστροφή και την παραγωγή υλικών με χαμηλότερη ενσωματωμένη ενέργεια.

Με την εφαρμογή των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης αισιοδοξούμε σε ένα καλύτερο μέλλον για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Η ανάπτυξή τους θα φέρει νέες θέσεις εργασίας, θα δημιουργήσει καλύτερες συνθήκες διαβίωσης, οι κάτοικοι θα έχουν σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων και το κράτος θα μπορεί να επενδύσει τα χρήματα που θα ξόδευε για την παραγωγή ενέργειας και την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων σε άλλους τομείς. Με την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω και με την σύμπραξη όλων, η υλοποίηση των κτιρίων μηδενικής κατανάλωσης θα γίνει πιο απλή και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτή η σύμπραξη πρέπει να υπάρξει καθώς η κατάσταση του περιβάλλοντος δεν αφήνει πολλά περιθώρια για χάσιμο χρόνου, αν θέλουμε να έχουμε αντιστροφή της οικολογικής καταστροφής. Η τεχνολογία υπάρχει, η γνώση υπάρχει, θα πρέπει να έχουμε όμως αλλαγή στη νοοτροπία της σκέψης μας ώστε να εξασφαλίσουμε ένα καλύτερο μέλλον για εμάς και να χτίσουμε τα θεμέλια για ένα ακόμη καλύτερο μέλλον για τις επόμενες γενιές.

Βιβλιογραφία

I. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. Avrutin, V., Izyumskaya, N., Morkoc, H., «Semiconductors solar cells: Recent progress in terrestrial applications», *Superlattices and Microstructures*, vol.49 (4), April 2011.
2. Bodansky, D., “The Legitimacy of International Governance: A Coming Challenge for International Environmental Law?”, *The American Journal of International Law*, Vol. 93, No. 3, American Society of International Law, July, 1999.
3. Casals, X. G., “Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences”, *Energy and Buildings*, Vol. 38, May 2005.
4. Chopra, K.L., Paulson, P.D., Dutta, V., «Thin-Film Solar Cells: An Overview», *Progress In Photovoltaics: Research And Applications*, 2004.
5. Colombo, R., *Passive Solar Architecture for Mediterranean Area*, Design Handbook, February 1994.
6. DeSombre, E., *Global Environmental Institutions*, Rutledge, New York, 2006.
7. Doran P., “World Summit on Sustainable Development (Johannesburg) – An assessment for IISD”, *IISD*, 2002.
8. Du Plessis, C., “A Strategic framework for sustainable construction in developing countries”, *Construction Management and Economics*, Vol. 25, Issue 1, Routledge, NY, January 2007.
9. Economidou, M., “Europe’s Buildings under the Microscope: A Country-by-Country Review of the Energy Performance of Buildings”, executive summary, BPIE, October 2011.

10. El Chaar, L., Lamont, L. A., El Zein, N., «Review of photovoltaic technologies», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011.
11. Funaro, G., Fanchiotti, A., and D' Errico, E., *Edifici Solari Passivi in Italia*, Viale Redina Margherita, Roma, 1985.
12. Goulding, John, Lewis Owen J., Steeners Theo C., *Energy Conscious Design, A primer for Architects*, The Energy Research Group, Brussels, 1992.
13. Hamakawa, Y., «Thin –Film Solar Cells: next generation photovoltaics and its applications», Berlin, Springer 2004.
14. Handl, G., (Introductory note), “The Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on Environment and Development, 1992”, <http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>, 20-07-2013.
15. Ivan-Ungureanu, C., Marcu, M., “The Lisbon Strategy”, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, Issue 1, 2006.
16. Lebens, R., *Passive Solar Heating Design*, Applied Science Publishers, 1980.
17. Oberthur, S., Roche Kelly, C., “EU Leadership in International Climate Policy: Achievements and Challenges”, *The International Spectator*, Volume 43, Issue 3, September 2008.
18. Pearce, D., Markandya, A., Barbier, Edward B., *Blueprint for a green economy*, Earthscan, London, 1989.
19. Poortmans, J., Arkhipov, V., «Thin Film Solar Cells: Fabrication, Characterization and Applications», England, December, 2006.
20. Rahardjati, R., Faris Khamidi, M., Idrus, A., “Green Building Rating System: The need of Material Resources Criteria in Green Building Assessment”, *IPCBE*, vol.6, IACSIT Press, Singapore, 2011.

21. Razykov, T.M., Ferekides, C.S., Morel, D., Stefanakos, E., Ullal, H.S., Upadhyaya, H.M., «Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects», *Solar Energy*, August, 2011.
22. Rowland, W., *The Plot to Save the World*, Clarke, Irwin & Company Limited, Toronto and Vancouver, 1973.
23. Shogren J., *The benefits and cost of the Kyoto Protocol*, The American Enterprise Institute (AEI) Press, Washington DC, 1999.
24. Stephens H. S. & Associates, “Solar Energy in Architecture and Urban Planning”, Third European Conference on Architecture, Florence, 1993.
25. The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, “Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook”, Brussels, 1996.
26. Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., “Zero Energy Building- A critical look at the definition”, ACEEE summer study Pacific Grove, California, 2006
27. Verhoeve, B., Bennett, G., Wilkinson, D, *Maastricht and the environment*, Institute for European Environmental Policy, London, 1992.
28. Watson, D., Camous, R., “L’ Habitat Bioclimatique de la Conception a la Construction”, L’ Etincelle, Quebec, 1983.
29. Wright, D., van Nostrand, “Natural Solar Architecture”, Reinhold Company, 1978.
30. Yannas, Simos, “Solar Energy And Housing Design Volume 1”, Architectural Association, 1994.

II. Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

1. Αγγελοπούλου, Δήμητρα – Περσεφόνη, «Η διεθνοποίηση της περιβαλλοντικής διακυβέρνησης για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, 2012.
2. Αγγέλου, Ε., Γκόνια, Β., «Βιώσιμες κατασκευές – Ενεργειακά κτίρια. Υλικά που βοηθούν στην εξοικονόμηση και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας», ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας.
3. Αθανασίου, Δ., «Ενεργειακή απόδοση στα κτίρια: Θεσμικό πλαίσιο και εφαρμογή στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης», *Δαίμων της Οικολογίας*, τεύχος 65, Νοέμβριος 2006.
4. Αθανασίου, Δ., «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων: Η επόμενη μέρα», εισήγηση ημερίδας, Κέρκυρα, 6 Μαΐου 2011.
5. Αξαρχλή, Κλειώ Ν., «Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού», σημειώσεις σεμιναρίου με γενικό τίτλο «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων», Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009.
6. Αργυροπούλου, Ανδρονίκη, «Κτίριο, ενέργεια, θερμομόνωση, περιβάλλον και η αλληλοεξάρτησή τους», Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Σεπτέμβριος 2009.
7. Ατζόγλου, Γιώργος, Ζιώγος, Βασίλειος, «Διερεύνηση των δυνατοτήτων διεύθυνσης συστημάτων ΣΗΘ σε κτίρια».
8. Βλάχος, Σάββας, Υπολογιστικό παράδειγμα κτιρίου «με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας» στην Κύπρο, Λευκωσία, 2011.
9. Γιαννακόπουλος, Ι., «Ανάλυση της λειτουργίας του τοίχου Trombe με τη χρήση μεθόδων πεπερασμένων διαφορών», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Νοέμβριος 2006.
10. Γιαννακούρου, Γ., «Νομικό πλαίσιο και φορείς προστασίας περιβάλλοντος στην Ελλάδα», σημειώσεις, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, Μάιος 1999

11. Γκιώνης, Δημήτριος, «Μελέτη, σχεδιασμός υβριδικού θερμο-φωτοβολταϊκού συστήματος με βάση την τεχνολογία λεπτού υμένα και εφαρμογή στον οικιακό τομέα», Χανιά, Ιανουάριος 2010.
12. Γρηγορίου, Παναγιώτης Ν., Σαμιώτης, Γιώργος Δ., Τσάλτας, Γρηγόρης Ι., *Η Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών (Rio de Janeiro) για το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Νομική και θεσμική διάσταση*, Παπαζήσης, Αθήνα, 1993.
13. Γρηγορίου, Παναγιώτης Γ., «Η προστασία του περιβάλλοντος και η Συνθήκη της Λισσαβώνας», *Ευρωπαϊών Πολιτεία*, τεύχος 3, 2008.
14. Δελλαδέτσιμας, Παύλος Μ., «Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης, ο σχεδιασμός του χώρου και η περίπτωση της Ελλάδας», *Τόπος: επιθεώρηση αστικών και περιφερειακών μελετών*, Δεκέμβριος 1997.
15. Δελλής, Γ., *Κοινοτικό Δίκαιο Περιβάλλοντος*, Σάκκουλας, Αθήνα – Κομοτηνή, 1998.
16. Ζαχαριουδάκης, Γ. Μ., «Ευρωπαϊκό οικολογικό σήμα ποιότητας: Eco-label. Στατιστική και νομική ανάλυση», διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Απρίλιος 2008.
17. Ζαννετοπούλου, Φωτεινή Κ., «Παρακολούθηση αστικής βιωσιμότητας με χρήση περιβαλλοντικών δεικτών», ΕΜΠ, Αθήνα, 2010.
18. Ηλιάδου, Αικατερίνη Ν., «Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και προστασία του περιβάλλοντος», *Δικονομία*, τεύχος 3 (έτος 12ο), 2008.
19. Καρακώστας, Ι., *Περιβάλλον και Δίκαιο*, Σάκκουλας, Αθήνα, 2000.
20. Καρβούνης, Γεώργιος Κ., «Η Έκθεση Brundtland ή Το Κοινό μας Μέλλον», εισήγηση, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2012.
21. Καροπούλου, Θ., «Περιβαλλοντική αστική βιωσιμότητα. Η Περίπτωση του Δήμου Γλυφάδας», μεταπτυχιακή εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, 2009.
22. Κάτσος, Α., «Οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη των πόλεων και η Habitat Agenda», ΕΜΠ, Αθήνα, 2007.

23. Κορκόβελος, Χρήστος Α., *Η προστασία του περιβάλλοντος στην Ευρωπαϊκή Ένωση: με αναφορές στα ελληνικά δεδομένα και κατάλογο της κοινοτικής νομοθεσίας για το περιβάλλον*, Αντ. Ν. Σάκκουλας, Αθήνα, 1997.
24. Κορωναίος, Α., Σαργέντης, Γ. Φ., «Δομικά υλικά και οικολογία», διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005.
25. Κουτούπα – Ρεγκάκου, Ευ., «Η επίδραση του ευρωπαϊκού δικαίου στο δίκαιο του περιβάλλοντος» σε Νάσκου - Περράκη, Π., Ηλιόπουλος, Κ. Π. (επιμ.), *Κοινοτικό δίκαιο. 25 χρόνια εφαρμογής στην Ελλάδα*, Αντ. Σάκκουλας, Αθήνα- Κομοτηνή, 2006.
26. Κυρίζης, Κ., «Τεχνολογίες / συστήματα εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης», παρουσίαση.
27. Κυριτσάκη, Ιωάννα Α., *Το δικαίωμα στο περιβάλλον υπό το πρίσμα του δικαίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, Σάκκουλας, Αθήνα – Θεσσαλονίκη, 2010.
28. Κωτσιάνας, Φ., *Θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας: Ηλιακά σπίτια, ηλιακή θέρμανση*, Ήβος, Αθήνα, 1980.
29. Λαγόπουλος, Ισίδωρος, «Πειραματική Μελέτη Φωτοβολταϊκών Στοιχείων Λεπτών Υμενίων», Αθήνα, Ιούλιος, 2011.
30. Λάζαρη, Ε., *Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής*, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος, 2002.
31. Μαυρίδης, Γ., Μιχαηλίδης, Χ., «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΚ», διπλωματική εργασία, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2008.
32. Μπάμπαλης, Α., Παρασκευόπουλος, Μ., «Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός κτιρίου κλειστού γυμναστηρίου πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2011.
33. Μπινώλη, Μαρία, «Προσομοίωση Λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πλαισίου και Έλεγχος Απόδοσής Του», Ξάνθη, Οκτώβριος, 2010.

34. Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων, «Οδηγός βιοκλιματικού σχεδιασμού σχολικών κτιρίων», Γενική Διεύθυνση Έργων – Διεύθυνση Μελετών Συμβατικών Έργων, Αθήνα, 2008.
35. Παλαιολόγου, Ν., Krämer, L., *Η Συνθήκη ΕΟΚ και η προστασία του περιβάλλοντος*, Αντ. Ν. Σάκκουλας, Αθήνα - Κομοτηνή, 1992.
36. Παλαμιτζόγλου, Μαρία, «Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων. Εφαρμογή στο κτίριο γενικών αποθηκών Ελλάδος στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης», Διπλωματική εργασία, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Σεπτ., 2010.
37. Πάλλης, Δ., «Ευρωπαϊκή Ολοκλήρωση», σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, 2005.
38. Παναγόπουλος, Θ., «Η ευρωπαϊκή πολιτική περιβάλλοντος Ι: Νομικές βάσεις», εισαγωγή Κ. Στεφάνου (επιμ.), *Εισαγωγή στις Ευρωπαϊκές Σπουδές. Οικονομική Ολοκλήρωση και πολιτικές, το ρυθμιστικό πλαίσιο*, τόμος Γ', Ι. Σιδέρης, Αθήνα, 2006.
39. Παπαδημητρίου, Γ., «Περιβαλλοντικό σύνταγμα. Θεμελίωση, περιεχόμενο και λειτουργία», *Νόμος και Φύση*, τεύχος 1, 1994.
40. Παπαϊωάννου, Μ. – Μαυροειδής, Η. «Βιώσιμη ανάπτυξη. Διεθνείς και ευρωπαϊκές εξελίξεις και προοπτικές», ΤΕΕ, Heleco '05, Αθήνα, Φεβρουάριος, 2005.
41. Παρασκευούδη, Θ., «Διάσκεψη του Κανκούν, το αποτέλεσμα», *Χρήμα Τρίτη*, Δεκέμβριος, 2010.
42. Παυλοπούλου, Β., «Η εφαρμογή του κοινοτικού δικαίου περιβάλλοντος στην Ελλάδα», διπλωματική εργασία, Πάντειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2007.
43. Πετσάβα, Ε., «Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βιοκλιματικής δόμησης στην Αττική», διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2006.

44. Σαμιώτης, Γιώργος Δ., Τσάλτας, Γρηγόρης Ι, *Διεθνής προστασία του περιβάλλοντος*, τόμος Ι: Διεθνείς πολιτικές και δίκαιο του περιβάλλοντος, Παπαζήσης, Αθήνα, 1990.
45. Σανταμούρης, «Χτίζοντας το μέλλον. Μια δράση για τα βιώσιμα κτίρια και την πράσινη ανάπτυξη», παρουσίαση, ΥΠΕΚΑ.
46. Σεφερλή, Γ., «Η Συμβολή του Τουρισμού στη Βιώσιμη Ανάπτυξη της Κρήτης», διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2007.
47. Σιδέρης, Ε., «Μελέτη και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ιούλιος 2010.
48. Σιούτα, Ν. Κ., Γιαννακούλης, Λ. Ι., «Περιβάλλον, κατασκευή, ΣΠΔ και βιώσιμη κατασκευή – Πρώτη εφαρμογή του EMAS στην κατασκευή της Ελλάδας», ΤΕΕ, Heleco '05, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005.
49. Στεφάνου, Κ., Τσινισιζέλης, Μ., Φατούρος, Αρ. Χριστοδουλίδης, Θ., *Εισαγωγή στις ευρωπαϊκές σπουδές. Ενοποιητική δυναμική, δικαιοταξία, διακυβέρνηση*, τόμος Α', Ι. Σιδέρης, Αθήνα, 2009.
50. Τσάλτας, Γρηγόρης Ι., *Γιοχάνεσμπουργκ. Το περιβάλλον μετά τη Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την αειφόρο ανάπτυξη*, Ι. Σιδέρης, Αθήνα, 2003.
51. Τσάλτας, Γρηγόρης Ι., Γρηγορίου Π., *Κοινοτικές στρατηγικές για το περιβάλλον*, Παπαζήσης, Αθήνα, 1994.
52. Τσίππρας, Κώστας Στεφ., *Το Οικολογικό Σπίτι*, Λιβάνη, Αθήνα, 1966.
53. Τσίππρας, Κώστας, - Τσίππρας, Θέμης Στεφ., *Οικολογική Αρχιτεκτονική. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Κέδρος, Αθήνα, 2005.
54. Τσούτσουβα, Μαρία, «Ανάπτυξη και Ιδιότητες σε Ηλεκτρονικές Διατάξεις», Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα, 2010.

55. Υπηρεσία Ενέργειας, *Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων*, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Αθήνα, 2010.
56. Φελλούρη, Γεωργία Ι., «Βιοκλιματική θεώρηση κτιρίου Βέη, σχολής τοπογράφων μηχανικών ΕΜΠ», διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, 2010.
57. Χαροκόπου. Τζ., Μαριά, Ε., «Ο τομέας του περιβάλλοντος στο πρωτογενές κοινοτικό δίκαιο και στη νομολογία του ΔΕΚ», *Δίκαιο και Οικονομία*, Αθήνα, 1994.
58. Χριστοδούλου, Π., «Μελέτη και εφαρμογή τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσιους χώρους και σε χώρους παραγωγής», διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Απρίλιος 2012.

III. Κείμενα τεκμηρίωσης

1. Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΣΕΕ) και Συνθήκη για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ).
2. United Nations, “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”, A/42/427, United Nations, NY, 1987.
3. United Nations, “The Vancouver Declaration on Human Settlements”, United Nations, NY, 1976.
4. Presidency Conclusions - Lisbon European Council 23 and 24 March 2000, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/00100-r1.en0.htm, 29-09-2013.
5. Συμπεράσματα της Προεδρίας – Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμποργκ 15 και 16 Ιουνίου 2001, http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/el/ec/00200-r1.gr1.pdf, 29-09-2013.

6. Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC, Brussels, OJ. L 114/64, 27-04-2006.
7. European Commission, “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Energy Efficiency Plan 2011”, COM (2011) 109 final, European Commission, Brussels, 08-03-2011.
8. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής της 2ας Φεβρουαρίου 2000 για την προσφυγή στην αρχή της προφύλαξης», COM (2000) 1 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 02-02-2000.
9. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Πράσινη Βίβλος - Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια, COM (2006) 105 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 08-03-2006.
10. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη», COM (2007) 1 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 10-01-2007.
11. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Πρόταση για την οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/EK και 2006/32/EK», COM (2011) 370 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 22-06-2011.
12. Απόφαση 2002/358/EK του Συμβουλίου. της 25^{ης} Απριλίου 2002, για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων, EE L 130, 15-05-2002.

13. Απόφαση αριθ. 1600/2002/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Ιουλίου 2002 για τη θέσπιση του κοινοτικού προγράμματος δράσης για το περιβάλλον, ΕΕ L 242, 10-09-2002.
14. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 401/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Απριλίου 2009 για τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος και το ευρωπαϊκό δίκτυο πληροφοριών και παρατηρήσεων σχετικά με το περιβάλλον, ΕΕ L 126, 21-05-2009.
15. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 614/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Μαΐου 2007, σχετικά με το χρηματοδοτικό μέσο για το περιβάλλον (LIFE+) - Δήλωση της Επιτροπής, ΕΕ L 149, 09-06-2007.
16. Οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Δεκεμβρίου 1988 για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, ΕΕ L 40, 11-02-1989.
17. Οδηγία 2005/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 6ης Ιουλίου 2005 για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου και των οδηγιών 96/57/EK και 2000/55/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ΕΕ L 191, 22-07-2005.
18. Οδηγία 92/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 σχετικά με τις απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα, ΕΕ L 167, 22-06-1992.
19. Οδηγία 96/57/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με τις απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των οικιακών ηλεκτρικών ψυγείων, καταψυκτών και συνδυασμών τους, ΕΕ L 236, 18-09-1996.
20. Οδηγία 2000/55/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για

τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού, EE L 279, 01-11-2000.

21. Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Απριλίου 2006 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου, EE L 114, 27-04-2006.
22. Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, EE L 001, 04-01-2003.
23. Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, EE L 153, 18-06-2010.
24. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών - Ενέργεια 2020: Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, αειφόρο και ασφαλή ενέργεια», COM (2010) 639 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 10-11-2010.
25. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: Αξιοποίηση του δυναμικού», COM (2006) 545 τελικό, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες, 19.10.2006.
26. ΥΠΕΧΩΔΕ, «Οδηγός Εκπόνησης ολοκληρωμένων τοπικών προγραμμάτων βιώσιμης ανάπτυξης σε εφαρμογή της Habitat Agenda», ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2002.
27. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, «Ανακοίνωση της Επιτροπής, της 11ης Ιανουαρίου 2006, σχετικά με μια θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον», COM(2005) 718 τελικό, Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 11-01-2006.

28. Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».
29. Νόμος 3851/2010 (ΦΕΚ 85/4/2010) «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
30. Νόμος 3818/2010 (ΦΕΚ 17/Α/2010) «Προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων του Ν. Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις».
31. Νόμος 360/76 (ΦΕΚ 151Α/22.06.76) «Περί χωροταξίας και περιβάλλοντος».
32. Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού».
33. Νόμος 1558/85 (ΦΕΚ 137/Α/26.07.85) «Κυβέρνηση & Κυβερνητικά Όργανα».
34. Νόμος 1650/86 (ΦΕΚ 160/Α/16.10.86) «Για την προστασία του περιβάλλοντος».
35. Νόμος 2742/99 (ΦΕΚ 207/Α/07.10.1999) «Χωροταξικός σχεδιασμός και αιεφόρος ανάπτυξη & άλλες διατάξεις».
36. Σύνταγμα της Ελλάδος, 1975.
37. Νόμος 1032/80 (ΦΕΚ 57/Α) «Περί συστάσεως Υπουργείου Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος».
38. Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 (ΦΕΚ 132/Α/2010) «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας».
39. Κοινή Υπουργική Απόφαση οικ.192 (ΦΕΚ 2406 Β/31.10.2011) «Εκπαίδευση και Εξεταστική διαδικασία Ενεργειακών Επιθεωρητών».

40. Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β' 40/2010) «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.).
41. Υπουργική απόφαση 17178/2010 (ΦΕΚ 1387/Β/2.9.2010) «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων».
42. Υπουργική απόφαση Δ6/Β/οικ.11038 (ΦΕΚ Β' 1526/27.07.1999) «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».
43. Πρωθυπουργική απόφαση 2876/7.10.2009 (ΦΕΚ 2234/Β'/7.10.2009) «Αλλαγή τίτλου Υπουργείων».
44. Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων (ΦΕΚ 362Δ/1979).
45. Προεδρικό Διάταγμα 335/93 (ΦΕΚ 143/Α/93) περί «Απαιτήσεων απόδοσης των νέων λεβητών».
46. Προεδρικό Διάταγμα 180/1994 (ΦΕΚ 114/Α/1994) για «τον Ενεργειακό χαρακτηρισμό των συσκευών».
47. Προεδρικό Διάταγμα 185/2009 (ΦΕΚ 213/Α/07.10.2009) «Ανασύσταση Υπουργείου Οικονομικών, συγχώνευση Υπουργείου Οικονομίας & Οικονομικών με Υπουργεία Ανάπτυξης και Εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου & Νησιωτικής Πολιτικής και μετονομασία του σε ΥΠΟΙΑΝ»
48. Εγκύκλιος (οικ.1603/04.10.2010) «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 4 Οκτωβρίου 2010.
49. Εγκύκλιος (οικ.2279/22.12.2010) «Διευκρινίσεις για την ορθή εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 22 Δεκεμβρίου 2010.
50. Εγκύκλιος (οικ.2366/05.01.2011) «Διευκρινήσεις επί της εγκυκλίου 2279/22.12.2010 ως προς την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού

- Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σε περιπτώσεις αγοραπωλησίας ακινήτων», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα. 5 Ιανουαρίου 2011.
51. Εγκύκλιος (οικ.22/26.01.2011) «Εξειδίκευση ρυθμίσεων άρθρου 6 και 11 Ν. 3661/2008, άρθρων 14 και 15 Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), Συντονιστική Επιτροπή Συμβολαιογραφικών Συλλόγων Ελλάδος, Αθήνα, 26 Ιανουαρίου 2011.
 52. Εγκύκλιος (οικ.2021/14.06.2012) «Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ», ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 14 Ιουνίου 2012.
 53. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
 54. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».
 55. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
 56. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
 57. Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π., «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη», Πρόσκληση 1.13, οικ. 117721/Π126, ΥΠΕΚΑ, Αθήνα, 27-03-2012.

IV. Διαδικτυακή πληροφόρηση

1. Brooks, B., “Rio+20, “The Unhappy Environmental Summit”, *Associated Press*, June 23, 2012, <http://bigstory.ap.org/article/rio20-unhappy-environmental-summit>, 14-09-2013.
2. Günther Handl (Introductory note), “The Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 and

- the Rio Declaration on Environment and Development, 1992”, <http://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>, 13-09-2013.
3. «Η Σύμβαση πλαίσιο του ΟΗΕ για την αλλαγή του κλίματος», http://climate.wwf.gr/index.php?Itemid=130&id=61&option=com_content&task=view, 13-09-2013.
 4. «Τι έγινε στο Γιοχάνεσμπουργκ;», *Οικολογική Επιθεώρηση*, 30 Σεπτεμβρίου 2002, <http://www.oikologos.gr>, 13-09-2013.
 5. “Bali Climate Change Conference – December 2007”, <http://unfccc.int>, 13-09-2013.
 6. «Τα αποτελέσματα της Διάσκεψης της Κοπεγχάγης», <http://www.ypeka.gr/?tabid=447>, 13-09-2013.
 7. “Cancun Climate Change Conference – November 2010”, <http://unfccc.int/2860.php>, 13-09-2013.
 8. Γεροντέλη, Α., Μιχαηλίδου, Ε., «Διάσκεψη Κορυφής Rio + 20 (UNCSD). «Το μέλλον που θέλουμε» (The future we want) μετά είκοσι έτη», *Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε)*, <http://www.ntua.gr/MIRC/>, 14-09-2013.
 9. “IPD Environment Code. Measuring the environmental performance of buildings”, IPD, http://sballiance.org/wp-content/uploads/2012/01/IPD-Environment-code_2010.pdf, 20-09-2013.
 10. Μπίκας, Κ., Δημήτρης, «Αειφορία και αισθητική στις κατασκευές. Αειφόρος δόμηση, βιοκλιματικός σχεδιασμός – κτίριο μηδενικών εκπομπών», ΑΠΘ, <http://www.ihu.edu.gr/attachments/events/sustainability-and-design/prof-dimitrios-bikas.pdf>, 29-10-2013.
 11. «Εμπόδια στην εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα», http://www.wwf.gr/old/index.php?option=com_content&view=article&id=83

- [1:2011-11-24-13-34-38&catid=73:2008-09-16-12-11-40&Itemid=97](#), 15-11-2013.
12. Επίσημη ιστοσελίδα του United Nations Environment Programme (UNEP), <http://www.unep.org/>, 13-09-2013.
 13. Επίσημη ιστοσελίδα του World Federation of Engineering Organizations (WFEO), <http://www.wfeo.net/>, 20-09-2013.
 14. Επίσημη ιστοσελίδα του Conseil International du Batiment (CIB), http://www.cibworld.nl/site/about_cib/index.html, 20-09-2013.
 15. Επίσημη ιστοσελίδα του International Initiative for a Sustainable Built Environment (iisBE), <http://www.iisbe.org/about>, 20-09-2013.
 16. Επίσημη ιστοσελίδα του World Green Building Council (WGBC), <http://www.worldgbc.org>, 20-9-2013.
 17. Επίσημη ιστοσελίδα του US Green Building Council (USGBC), <http://www.usgbc.org/>, 20-9-2013.
 18. Επίσημη ιστοσελίδα του Building Green <http://www.buildinggreen.com>, 20-09-2013.
 19. Επίσημη ιστοσελίδα του Green Building News, <http://www.greenbuildingnews.com>, 20-09-2013.
 20. Επίσημη ιστοσελίδα του Healthy Building Network (HBN), <http://www.healthybuilding.net/>, 20-09-2013.
 21. Γιαννακοπούλου, Τ., «Εισαγωγή στις βιώσιμες κατασκευές», ΔΠΘ, <http://diocles.civil.duth.gr/main.html>, 17-09-2013.
 22. «Η περιβαλλοντική πολιτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση», www.ekdd.gr, 25-09-2013.
 23. «Πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη», http://www.research.org.cy/EL/int_cooperation/cip/1_cip/_energyintell

- [igence.html](#) και http://ec.europa.eu/energy/intelligent/about/index_en.htm, 30-09-2013.
24. «Η εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/EK για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και η προετοιμασία της ελληνικής αγοράς» στο http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=86501295482282, 01-10-2013.
25. ΥΠΕΧΩΔΕ, «Οδηγός για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες», 2001, http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf, 22-10-2013.
26. Επίσημη ιστοσελίδα Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, www.ypeka.gr.
27. ΥΠΕΚΑ, «Ανανεωμένο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον» με ευνοϊκούς όρους», <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=526&locale=el-GR&language=en-US>, 22-11-2013.
28. ΥΠΕΚΑ, «Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια», <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>, 22-11-2013.
29. ΚΑΠΕ, «Ενεργειακή επιθεώρηση», <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24935&locale=el>, 04-09-2013.
30. Επίσημη ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr>
31. Τεχνικό περιοδικό, <http://www.econ3.gr>, 28-08-2013.
32. ΚΑΠΕ, «Τεχνικός φωτισμός», http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos.htm, 25-10-2013.
33. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.estianet.gr>, 22-10-2013.
34. ΚΑΠΕ, «Βιομάζα», http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm, 2-10-2013.

35. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://technopellet.gr/savings-pellet.html>, 2-10-2013.
36. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.guaranteeclimaservice.gr>, 5-10-2013.
37. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.thermosifones.gr>, 5-10-2013.
38. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.reinhaus.gr>, 5-10-2013.
39. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.thermovent.gr/product.php?cat=prod&id=202>, 29-10-2013.
40. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.economy.com.gr/fisiko-aerio/environment.html>, 3-10-2013.
41. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.technotec.gr>, 5-10-2013.
42. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.4green.gr>, 3-10-2013.
43. Τεχνικό φυλλάδιο: <http://www.buildings.gr>, 28-08-2013.
44. Επίσημη ιστοσελίδα www.iso.org, 15-07-2013.
45. Επίσημη ιστοσελίδα <http://www.eipak.org/pathitiko-ktirio-passive-house>, 15-07-2013.
46. Sustainable Energy Ireland (SEI), “Passive homes. Guidelines for the design and construction of passive house dwellings in Ireland”, SEI 2007, http://www.seai.ie/Renewables/Renewable_Energy_for_the_Homeowner/SEI_Passive_House_A4.pdf, 15-07-2013.
47. Karen, Liu, and Baskaran, Bas, “Thermal Performance Of Green Roofs Through Field Evaluation” National Research Council, Institute for Research in Construction, www.econ3.com, 13-10-2013.
48. ΚΑΠΕ, «Ηλιακά Συστήματα Έμμεσου Κέρδους», http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos.htm, 15-10-2013.

49. ΚΑΠΕ, «Ράφια Φωτισμού»,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_rafia_fotismou.htm, 16-11-2013.
50. ΚΑΠΕ, «Φυσικός Αερισμός»,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm, 19-10-2013.
51. http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/eksoikonomhsh-energeias/stratigikes_exoikonomisis/ape/, 30-10-2013.
52. ΚΑΠΕ, «Έξατμιστικός Δροσισμός»,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exatmistikos_drosismos.htm, 25-10-2013.
53. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://solargis.info/doc/71>, 14-10-2013.
54. Wikipedia, Φωτοβολταϊκά συστήματα,
<http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά>, 14-10-2013.
55. Πηγή: <http://www.tmth.gr/sciencerelated/59-applications/560-photovoltaika>, 14-10-2013.
56. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://greenenergia.gr/>, 14-10-2013.
57. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://iqsolarpower.com/>, 14-10-2013.
58. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.chinasolarpowersystems.com/solar-cell.html>, 14-10-2013.
59. Τεχνικό φυλλάδιο, http://www.selasenergy.gr/fv_systems.php, 14-10-2013.
60. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.nrel.gov/pv/thinfilmm.html>, 17-10-2013.
61. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.greentechmedia.com/green-light/post/why-have-investors-flocked-to-cigs-solar-1101/>, 17-10-2013.
62. Τεχνικό φυλλάδιο, www.evoenergy.co.uk/solar-panels/pv-comparison/, 18-10-2013.

63. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://gr.krannich-solar.com>, 18-10-2013.
64. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.epaggelmaties.com/anthis/photovoltaic.html>, 18-10-2013.
65. Επίσημη ιστοσελίδα Wikipedia, <http://el.wikipedia.org/>, 18-10-2013.
66. ΚΑΠΕ, «Ανεμογεννήτριες», http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm, 18-10-2013.
67. «Μικρές ανεμογεννήτριες. Εφαρμογές στον οικιακό τομέα», *Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών*, Οκτώβριος 2010, στο <http://www.cea.org.cy>, 17-08-2013.
68. www.energia.gr, 17-08-2013.
69. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIA/S/COPRODUCTION/totee2001a.pdf, 25-08-2013.
70. Δρίβας, Σπύρος, «Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου (Sick building syndrome), στο <http://diocles.civil.duth.gr>, 25-08-2013.
71. <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>, 25-08-2013.
72. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.knaufinsulation.gr>, 26-08-2013.
73. Τεχνικό φυλλάδιο <http://www.epshellas.com/index.php/eps/whatiseps>, 26-08-2013.
74. Τεχνικό φυλλάδιο <http://www.keramidia.com>, 26-08-2013.
75. Τεχνικό φυλλάδιο <http://www.tekto.gr>, 26-08-2013.
76. Τεχνικό φυλλάδιο <http://www.ecozen.gr>, 26-08-2013.
77. Άρθρο, <http://www.agelioforos.gr>, 26-08-2013.
78. Τεχνικό περιοδικό <http://ktirio.gr>, 26-08-2013.
79. http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html, 26-08-2013.

80. Άρθρο <http://news.kathimerini.gr>, 26-08-2013.
81. Άρθρο <http://www.kala-nea.gr/archives/19097#sthash.QOvI7yPL.dpuf>, 26-08-2013.
82. Άρθρο <http://www.enet.gr>, 26-08-2013.
83. Δρ. Ιωάννης Κακαράς, «Η αλήθεια για το αλουμίνιο και το ξύλο ως υλικά για κουφώματα», στο <http://users.teilar.gr/~mantanis/Kakaras-gia-ta-koufwmata.pdf>, 28-08-2013.
84. Τεχνικό φυλλάδιο, http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/thermomonosi.htm, 25-10-2013.
85. Τεχνικό φυλλάδιο, <http://www.greenroofs.gr/node/206>, 28-08-2013.
86. ΚΑΠΕ, «Τεχνικός Φωτισμός», http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos.htm, 25-10-2013.
87. Τεχνικό φυλλάδιο <http://www.estianet.gr>, 22-10-2013.
88. <http://www.akasimatis.com.gr>, 28-08-2013.
89. <http://europedia.moussis.eu/>, 25-09-2013.
90. http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/index_el.htm, 30-09-2013.
91. http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm, 15-11-2013.
92. <http://politics.wwf.gr/images/stories/docs/nomothesia/Nomothesia%20updates%2001-10.pdf>, 22-11-2013.
93. http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=86501295482282, 22-11-2013.
94. http://ecoweek.netfirms.com/ecoweek/eco_building_ecoweek_GR.htm, 22-11-2013.

95. <http://www.energypress.gr/portal/resource/contentObject/id/8576d470-7795-4539-a4cd-7df666222a9c>, 22-11-2013.
96. www.mdcleanenergy.org, 08-01-2014.
97. <http://www.zerobuildings.com/vision-zero-home/>, 08-01-2014.
98. <https://www.finehomebuilding.com/how-to/articles/zero-energy-infinite-appeal.aspx?collection=72770>, 08-01-2014.
99. <http://inhabitat.com/pncs-net-zero-energy-bank-branch-incorporates-211-solar-panels-daylight-harvesting/>, 08-10-2014.
100. <http://freshome.com/2013/03/09/experimental-zero-energy-building-nestled-in-the-hills-of-italy-tvzeb/>, 08-01-2014.
101. <http://inhabitat.com/walgreens-announces-plans-to-build-the-first-zero-energy-retail-store-in-the-us/>, 08-01-2014.
102. <http://inhabitat.com/department-of-energy-finishes-largest-zero-energy-building-in-us/>, 08-01-2014.