



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

**«Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα:  
Η Περίπτωση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. στο Μέτσοβο»**



**Μπιζέλη Κωνσταντίνα**  
**Αρχιτέκτων Μηχανικός Α.Π.Θ.**

Αθήνα, Ιούνιος 2014

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:  
Καθηγητής Δ. Καλιαμπάκος (Επιβλέπων)  
Καθηγήτρια Α. Στέγγου - Σαγιά  
Επ. Καθηγητής Δ. Δαμίγος

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
&  
ΑΝΑΠΤΥΞΗ**



*«Η πρόοδος είναι αδύνατη χωρίς αλλαγή  
και εκείνοι που δεν μπορούν να αλλάξουν τα μυαλά τους,  
δεν μπορούν να αλλάξουν τίποτα.»*

George Bernard Shaw (1856 – 1950)



## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα: Η περίπτωση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. στο Μέτσοβο» έχει ως αντικείμενο τη μελέτη και τα βελτιωτικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, με κύριες κατευθύνσεις στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και στην εφαρμογή παθητικών συστημάτων, για το Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας. Στο θέμα της εργασίας εισάγεται και μία περιοριστική συνιστώσα στην εφαρμογή μέτρων ενεργειακής απόδοσης, αυτή της παραδοσιακής φυσιογνωμίας της περιοχής μελέτης, η οποία καλείται να αναδειχθεί και όχι να υπερκαλυφθεί από τις σύγχρονες εφαρμογές.

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.), υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Ε.Μ.Π., κ. Δ.Καλιαμπάκου.

Η συλλογή πληροφοριών και δεδομένων ολοκληρώθηκε, αφενός, με τη βιβλιογραφική έρευνα και την έρευνα που έγινε στο διαδικτυακό ιστότοπο και αφετέρου με την έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε., η οποία ήταν καθοριστικής σημασίας για την εξέλιξη της εργασίας. Η παρουσία μου στο χώρο μελέτης, η συναναστροφή με τους ντόπιους κατοίκους, καθώς και η μικρή διαμονή μου στο Μέτσοβο με έφερε αντιμέτωπη με την πραγματική υπόσταση των προβλημάτων (ή μέρος αυτών) των ορεινών περιοχών.

Σε αυτό το σημείο οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Δ.Καλιαμπάκο, καθηγητή του Ε.Μ.Π., ο οποίος αποτέλεσε πρότυπο κοινωνικού και επιστημονικού ήθους. Εκτιμώ βαθύτατα το γεγονός ότι πίστεψε σε μένα και δέχτηκε να μου εμπιστευτεί θέμα εργασίας με το συγκεκριμένο αντικείμενο μελέτης, το οποίο είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τον ίδιο. Εύχομαι να συνεχίσει να εμπιστεύεται τις ιδέες του και να μάχεται με τα έργα του για την ανάπτυξη του τόπου.

Αυτή η εργασία δε θα μπορούσε να διεκπεραιωθεί χωρίς την ουσιαστική συμβολή του Δρ. Ν. Κατσουλάκου, τον οποίο και ευχαριστώ θερμά. Ο κ. Ν. Κατσουλάκος ήταν εκεί από τη γέννηση του θέματος μέχρι την ολοκλήρωσή του, καθοδηγώντας με, με τις γνώσεις και τις σκέψεις του καθ'όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας. Η βοήθεια και οι επεμβάσεις του ήταν καθοριστικής σημασίας. Μέσα από τη συνεργασία μας διδάχτηκα πολλά πράγματα, τα οποία θα με ακολουθούν στην πορεία της ζωής μου.

Επίσης, να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την κ. Α.Στέγγου – Σαγιά, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. και τον Δ. Δαμίγο, Επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π. για την παρουσία και το χρόνο που αφιέρωσαν στην εξέταση της εργασίας.

Ακόμα, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω από καρδιάς τους ανθρώπους που με το ποιόν τους με βοήθησαν, ενίοτε χωρίς να το καταλάβουν, να φέρω εις πέρας αυτή την εργασία, αλλά κυριότερα με

καθοδήγησαν στο προσωπικό μου μονοπάτι αναζήτησης και αυτογνωσίας. Ο κύριος λόγος, για τον κ. Δ. Ρόκο, ομότιμο καθηγητή Ε.Μ.Π., ο οποίος υπήρξε «δάσκαλος» με όλη την έννοια της λέξης και τον κ. Β. Κώτσιο, ο οποίος έδωσε μία νέα κατεύθυνση στις σκέψεις μου.

Να ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθειά τους, τον κ. Μ. Κοφινά, τον κ. Κώστα και τους φοιτητές του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», καθώς και τους φίλους και συμφοιτητές μου.

Τέλος, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου. Η υποστήριξή τους, σε όλα τα επίπεδα, μου έδωσε τη δυνατότητα να κατοικήσω στην Αθήνα ώστε να παρακολουθήσω το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα και να ολοκληρώσω τη μεταπτυχιακή μου εργασία. Η στήριξή τους ήταν και είναι ανεκτίμητη.

---

## Περίληψη

---

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε ενέργεια οδηγούν στην ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων και στην αύξηση των στερεών και αέριων ρύπων, με κόστος περιβαλλοντικό, κοινωνικό, αλλά και οικονομικό για κάθε χώρα. Για την αντιμετώπιση αυτής της ζημιογόνου, για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, κατάστασης πραγματοποιήθηκε η θέσπιση νόμων, καθώς και λήφθηκαν μέτρα, τα οποία αφορούν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η εξοικονόμηση ενέργειας στον μεγαλύτερο τομέα κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης, τον κτιριακό. Εξετάζεται ενδελεχώς το ζήτημα των ορεινών περιοχών, με τις αυξημένες ανάγκες σε θέρμανση. Σημείο ειδικότερης προσέγγισης στην εργασία αποτελεί το πώς και αν μπορούν να εφαρμοστούν τεχνολογικά σύγχρονες εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα περιβάλλον με έντονο παραδοσιακό χαρακτήρα.

Αντικείμενο μελέτης αποτελεί το κτίριο του Μετσόβιου Κέντρου Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε.) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Αθηνών (Ε.Μ.Π.), το οποίο βρίσκεται στον ορεινό οικισμό του Μετσόβου. Συγκεκριμένα, γίνεται έρευνα ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας για την κτιριακή μονάδα του ΜΕ.Κ.Δ.Ε., οι οποίες παράλληλα να σέβονται την παραδοσιακή φυσιολογία του.

Αρχικά, γίνεται καταγραφή των καταναλώσεων και των προβλημάτων κελύφους του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.. Στη συνέχεια, διατυπώνονται και αξιολογούνται σενάρια, με ποιοτικούς και οικονομικούς όρους, προκειμένου να επιτευχθεί η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της κτιριακής μονάδας. Ειδική μνεία γίνεται για την αντικατάσταση των κουφωμάτων, για τα οποία πραγματοποιείται ανάλυση κόστους – οφέλους, ενώ η τελική λύση είναι αποτέλεσμα οικονομικοτεχνικής μελέτης. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα της εργασίας.

## Abstract

---

The increasing energy needs lead to uncontrolled exploitation of natural resources and to the increase in solid and gaseous pollutants with environmental, social, and economical costs for each country. To address this loss-making situation for the environment and humanity, there was held the adoption of laws and were taken measures relating to energy saving.

In this thesis the energy saving interventions in buildings are studied; the building sector has the largest share in final energy consumption. Furthermore, special attention is given to mountainous areas, which are characterized by increased thermal energy needs. Applications of modern energy saving solutions at buildings with vernacular character are thoroughly explored.

The case study of the thesis is the building of the Metsovion Interdisciplinary Research Center (M.I.R.C.) of the National Technical University of Athens (NTUA), located in the mountainous town of Metsovo. Specifically, a research is conducted to find the optimal solutions for energy saving in the building unit of MIRC. Solutions compatible with the traditional architectural style of the building.

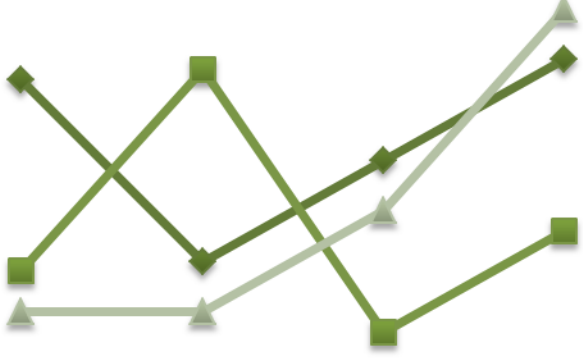
Initially, the consumptions and building problems of M.I.R.C. are being recorded. Thereafter, scenarios are made and evaluated with qualitative and economic terms, in order to achieve improvement in the energy efficiency of the building unit. Specific reference is made to the replacement of window frames for which a cost - benefit analysis is performed, while the final solution is the result of an integrated feasibility study. In the end, the conclusions of the research are listed.



## Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	1
Περίληψη .....	3
Abstract .....	4
1. Δεδομένα Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	8
1.1. Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ευρώπη.....	8
1.2. Κατανάλωση στον Κτιριακό Τομέα .....	12
1.3. Οικολογικό Αποτύπωμα και Βιοχωρητικότητα.....	15
2. Αντιμετώπιση Ενεργειακής Κατανάλωσης στον Κτιριακό Τομέα .....	18
2.1. Νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων .....	18
2.2. Χρησιμότητα Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	30
2.2.1 Εφαρμογή Εξοικονόμησης Ενέργειας .....	31
2.2.2 Λήψη Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	32
2.2.3 Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Αλληλεπίδραση Αρχιτεκτονικής - Περιβάλλοντος .....	33
2.2.4 Φωτισμός .....	43
2.2.5 Ενεργειακή Διαχείριση .....	45
3. Η Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική Σήμερα .....	47
3.1. Παραδοσιακή και Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Ένας Θεωρητικός Συσχετισμός .....	48
3.2. Η Αρχιτεκτονική (+Ενεργειακή) Φυσιονομία των Ορεινών Περιοχών .....	50
3.3. Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Παραδοσιακά Κτίρια των Ορεινών Περιοχών.....	52
3.3.1 Εφαρμοσμένες Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής της Σκωτίας. Το πιλοτικό σχέδιο στην παλαιά πόλη του Εδιμβούργου. ....	53
4. Περίπτωση Μελέτης: Ο Ορεινός Οικισμός του Μετσόβου .....	61
4.1. Γενικά .....	61
4.2. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά .....	62
4.3. Γεωμορφολογία.....	62
4.4. Βιοποικιλότητα.....	63
4.5. Τομείς παραγωγής .....	66
4.6. Ιστορία.....	67
4.7. Πολεοδομική Οργάνωση.....	73
4.8. Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική.....	77
5. Αντικείμενο Μελέτης .....	85
5.1. Ενεργειακές καταναλώσεις στο Μέτσοβο .....	88
5.2. Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας.....	92
5.2.1 Κτιριακές Εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε .....	93

5.2.2	Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις και Καταναλώσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε .....	97
5.2.3	Ενεργειακή Απόδοση Κτιριακού Συνόλου ΜΕ.Κ.Δ.Ε. ....	97
5.2.4	Προβλήματα Κελύφους.....	103
5.2.5	Εφαρμογή Συστημάτων και Στρατηγικών για την Ενεργειακή Απόδοση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.	112
5.2.6	Ενεργειακοί Υπολογισμοί και Κόστη Κατανάλωσης .....	118
5.2.7	Ανάλυση Κόστους - Οφέλους: Εκτίμηση Επεμβάσεων ΕΞ.Ε. ....	122
6.	Σύνοψη - Συμπεράσματα .....	124
7.	Βιβλιογραφία .....	131
8.	Ευρετήριο Γραφημάτων .....	136
9.	Ευρετήριο Πινάκων .....	137
10.	Ευρετήριο Εικόνων.....	138
11.	Παράρτημα.....	139



---

# A' ΜΕΡΟΣ



## 1. Δεδομένα Ενεργειακής Κατανάλωσης

Τα ποσά ενεργειακής κατανάλωσης και ο τρόπος που αυτή αξιοποιείται έχει απόλυτη σχέση με τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων, είτε αυτές είναι κτιριακές ή μηχανικές, κλειστές ή ανοιχτές, σταθερές ή μεταφερόμενες. Ο τρόπος κατασκευής και τα μέσα εξοικονόμησης ενέργειας συμβάλλουν καθοριστικά στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το οικολογικό αποτύπωμα και συμβάλλοντας στην οικονομική ανάταση του κάθε μέλους της κοινωνίας.

Πρωταρχικό μέλημα είναι να υπάρχει μία βάση δεδομένων και να γίνει αντιληπτή η σημαντικότητα εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους τομείς, καθώς και η ουσιαστική συνεισφορά της στα εργασιακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Όπως διατυπώθηκε στην Ευρωπαϊκή επιτροπή [European Commission, 2013], «Ο τομέας της ενέργειας είναι ένας από τους πυλώνες της ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητας στις σύγχρονες οικονομίες. Για να συμβαδίσουν με το συνεχή μετασχηματισμό του ενεργειακού τομέα στην Ευρώπη, πρέπει να υπάρχει μια συνεχής παροχή αναλυτικών και ενημερωμένων δεδομένων.»

### 1.1. Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ευρώπη

Ο βαθμός κατανάλωσης της ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ποικίλλει μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Η τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην ΕΕ – 25, το διάστημα 1990 – 2004, είχε 12.6% αύξηση, με τη μεγαλύτερη κατανάλωση να οφείλεται στον τομέα των μεταφορών. Ενώ, προβλέψεις, με έτος αναφοράς το 1990, έβλεπαν την κατανάλωση τελικής ενέργειας να αυξάνεται κατά 38% μέχρι το έτος 2030, αν δεν εφαρμοζόντουσαν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό την ενεργειακή αποδοτικότητα [Eurostat, 2008].

Στο διάστημα 2001 έως 2011, στην Ευρωπαϊκή Ένωση η ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση μειώθηκε κατά 4%. Κατά την τελευταία δεκαετία, η κατανάλωση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) αυξήθηκε κατά 69%, ενώ μειώθηκε η κατανάλωση όλων των υπολοίπων καυσίμων (Πίνακας 1.1). Η υψηλότερη πτώση παρατηρήθηκε στην κατανάλωση πετρελαίου (-12%), στα στερεά καύσιμα (-11%), στην πυρηνική ενέργεια (-7%) και το αέριο (-2%) [Eurostat, 2013].

Μεταξύ 2010 και 2011, η υψηλότερη πτώση παρατηρήθηκε στην κατανάλωση αερίου (-10%). Το 2011, η συνολική ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν 1.706 Mtoe, τα χαμηλότερα επίπεδα της δεκαετίας. Το μίγμα καυσίμων της ακαθάριστης εσωτερικής κατανάλωσης παρουσίασε μόνο μικρές αλλαγές κατά την τελευταία δεκαετία, σε αντίθεση με το μίγμα καυσίμου παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, ενώ η κατανάλωση πετρελαίου έχει παραμείνει σε υψηλά επίπεδα,

αποτελώντας το 35% του συνόλου, το 2011, ακολουθούμενη από το αέριο (23%), τα στερεά καύσιμα (17%), την πυρηνική (14%) και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (10%). [Eurostat, 2013]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσίασε μια αύξηση 39% στις εισαγωγές φυσικού αερίου μεταξύ του 2001 και το 2011. Η αύξηση ήταν συνεχής μεταξύ 2001 και 2006, ενώ η μετέπειτα περίοδος είχε αρκετές διακυμάνσεις. Κατά την τελευταία δεκαετία, η Ελλάδα και η Πορτογαλία διπλασίασαν τις εισαγωγές φυσικού αερίου. Οι τιμές του βιομηχανικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται από την οδηγία 2008/92/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και στο πλαίσιο συμφωνίας με τα κράτη μέλη. Έτσι λοιπόν, κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2012, η τιμή του φυσικού αερίου στα νοικοκυριά των κρατών-μελών, κατά μέσο όρο ήταν 19,9 €/GJ, ενώ στη βιομηχανία έφθασε το 11,2 €/GJ. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διακυμάνσεις μεταξύ των κρατών μελών, στις τιμές του φυσικού αερίου στα νοικοκυριά όπως 7,6 €/GJ στη Ρουμανία και 35,2 στη Σουηδία. Επίσης, υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν στη Δανία με 30,1€, την Ελλάδα με 28,3€ και την Ιταλία με 26,9€. Στη βιομηχανία, καταγράφηκε η χαμηλότερη τιμή φυσικού αερίου στη Ρουμανία (7,3€), ενώ η υψηλότερη καταγράφηκε στη Δανία (19,4€) και στην Ελλάδα (16,1€). [Eurostat, 2013]

Πίνακας 1.1: Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση, Ε.Ε.-28 (Μtoe)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Μεταβολή %
<b>Σύνολο</b>	1.772	1.766	1.808	1.829	1.834	1.835	1.818	1.810	1.711	1.768	1.706	-4
Πετρέλαιο	681	676	680	683	685	680	666	663	626	621	602	-12
Αέριο	406	408	428	438	448	441	436	443	419	445	400	-2
Πυρηνική Εν.	253	256	257	260	258	255	241	242	231	237	234	-7
Λιθάνθρακας	225	222	230	229	222	230	232	212	178	190	191	-15
Λιγνίτης	98	98	101	99	96	96	97	94	90	90	96	-3
ΑΠΕ	101	98	105	112	117	124	135	144	154	173	170	69

Πηγή: Eurostat. Ιδία επεξεργασία.

Συγκεκριμένα για την Ελλάδα και σύμφωνα με τη Eurostat, την Ευρωπαϊκή επιτροπή (Πίνακας 1.2) και με την έκθεση «Πολιτικές και Μέτρα για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα στην Ελλάδα το 2012», στην οποία μελετάται η περίπτωση της Ελλάδας για το έργο ΙΕΕ «Παρακολούθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην Ε.Ε.-27, τη Νορβηγία και την Κροατία (ODYSSEE-MURE)», το 1990 η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 30%, από τους 14,7 Μtoe το 1990 σε 19,4 Μtoe το 2010. Η μεταβολή αυτή οφείλεται τόσο στα νούμερα περί οικονομικής ανάπτυξης όσο και στις νέες καταναλωτικές συνήθειες που έχουν υιοθετηθεί από τους τελικούς καταναλωτές. Αυτή η αυξανόμενη τάση λοιπόν προέρχεται κυρίως από την αύξηση στην κατανάλωση πετρελαίου κατά 22,1% καθώς και μία σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 86,3%. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]

Από το 1998, με την εισαγωγή του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μείγμα της χώρας, η τελική κατανάλωση έχει 6-πλασιαστεί, και αυτή η αυξανόμενη τάση αναμένεται να διατηρηθεί στο εγγύς

μέλλον. Επίσης, κατά τη διάρκεια της τελευταίας εικοσαετίας, η τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ έχει αυξηθεί κατά 29%. Αυτό οφείλεται κυρίως στα μέτρα για τη προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλους τους τομείς, όπως αυτά ορίζονται από την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία, [BUILD UP Skills-Greece, 2013]. Περαιτέρω βελτίωση παρατηρείται στο δείκτη ενεργειακής απόδοσης (ODEX) από το 2005 σε όλους τους τομείς δραστηριότητας, κυρίως λόγω της επίδρασης της οικονομικής κρίσης.

Εντούτοις, την περίοδο 2008-2010 η ύφεση και η υποχρεωτική εφαρμογή των μέτρων για την βελτίωση της αποδοτικότητας της τελικής χρήσης της ενέργειας οδήγησαν σε μία μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας κατά την χρονική περίοδο 1990-2007 σημειώνει μία αυξητική τάση της τάξης του 2,41% ανά έτος, κυρίως λόγω της αυξημένης κατά 2,16% κατανάλωσης πετρελαιοειδών προϊόντων σε ετήσια βάση, το οποίο αντιπροσωπεύει την μερίδα του λέοντος στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, αλλά και της μέσης αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 4% σε ετήσια βάση. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]

Για το μεγαλύτερο ποσοστό τελικής ενεργειακής κατανάλωσης ευθύνεται ο τομέας μεταφορών, με 8,2 Mtoe το 2010 που αντιστοιχεί σε μία αύξηση κατά 39,8% από το 1990 για την ποσότητα της ενέργειας που καταναλώνεται από τις δραστηριότητες των μεταφορών. Σταθερή πάντως, με ελάχιστες διακυμάνσεις σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, είναι η κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό και γεωργικό τομέα, ενώ ο πιο γρήγορα αναπτυσσόμενος τομέας όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας είναι ο τριτογενής, καθώς η κατανάλωση ενέργειάς του έχει σχεδόν τριπλασιαστεί από το 1990, ακολουθώντας μία μέση αυξητική τάση της τάξης του 6,7% ανά έτος. Αναπτυσσόμενη ενεργειακή κατανάλωση φαίνεται να υπάρχει και στα νοικοκυριά, στα οποία, την περίοδο 1990 – 2010 υπήρξε αύξηση κατά 48,6%. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]

Σύμφωνα πάντως με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και το πρόγραμμα ODYSSEE-MURE, για το 2010, ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (ODEX) (Γράφημα 1.1) μειώθηκε σε όλους τους τομείς δραστηριότητας στην Ελλάδα κατά 24%, σε σχέση με το 1990 και κατά 9% σε σχέση με το 2000. Αυτή η κατάσταση αιτιολογείται εξαιτίας της οικονομικής ύφεσης η οποία γίνεται αισθητή σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης ενέργειας ειδικά από το 2009 και μεταγενέστερα.

Πίνακας 1.2: Ενεργειακό Προφίλ της Ελλάδος

Mtoe, unless otherwise stated	1995	2000	2005	2009	2010	2011
<b>Production</b>	<b>9.4</b>	<b>10.0</b>	<b>10.3</b>	<b>10.1</b>	<b>9.5</b>	<b>9.6</b>
Solid Fuels	7.5	8.2	8.5	8.2	7.3	7.5
of which Hard Coal						
Petroleum and Products	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
of which Crude and NGL	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Gases	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
of which Natural Gas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nuclear						
Renewables	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.0
Waste, Non-Renewable	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Net Imports</b>	<b>18.3</b>	<b>22.1</b>	<b>23.5</b>	<b>22.6</b>	<b>21.8</b>	<b>20.0</b>
Solid Fuels	0.9	0.8	0.4	0.2	0.4	0.2
of which Hard Coal	0.9	0.8	0.4	0.2	0.4	0.2
Petroleum and Products	17.3	19.7	20.5	19.0	17.5	15.4
of which Crude and NGL	14.9	19.6	18.0	17.0	19.5	16.1
Gases		1.7	2.3	3.0	3.2	4.0
of which Natural Gas		1.7	2.3	3.0	3.2	4.0
Renewables				0.1	0.2	0.2
Electricity	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3
<b>Gross Inland Consumption</b>	<b>23.9</b>	<b>28.3</b>	<b>31.4</b>	<b>30.7</b>	<b>28.8</b>	<b>27.9</b>
Solid Fuels	8.4	9.0	8.9	8.4	7.9	7.9
of which Hard Coal	1.0	0.7	0.3	0.2	0.4	0.2
Petroleum and Products	14.0	16.1	18.1	17.0	15.1	13.5
of which Crude and NGL	15.0	19.7	18.9	17.4	19.6	16.7
Gases	0.1	1.7	2.4	3.0	3.2	4.0
of which Natural Gas	0.0	1.7	2.4	3.0	3.2	4.0
Nuclear						
Renewables	1.3	1.4	1.6	1.9	2.2	2.2
Waste, Non-Renewable	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Electricity	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3
<b>Primary Energy Intensity</b>	<b>23.4</b>	<b>27.5</b>	<b>30.6</b>	<b>29.8</b>	<b>27.7</b>	<b>27.0</b>
<b>Final Non-Energy Consumption</b>	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.9</b>
<b>Final Energy Consumption</b>	<b>15.7</b>	<b>18.6</b>	<b>20.8</b>	<b>20.5</b>	<b>19.0</b>	<b>18.8</b>
<b>by Fuel/Product</b>						
Solid Fuels	1.0	0.9	0.5	0.2	0.3	0.2
Petroleum and Products	10.7	12.6	14.3	13.7	12.1	11.6
Gases	0.0	0.3	0.6	0.8	0.8	1.1
Solar	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Biomass and Renewable Waste	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.2
Geothermal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Waste, Non-Renewable						
Electricity	2.9	3.7	4.4	4.7	4.6	4.5
Derived heat		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<b>by Sector</b>						
Industry	4.0	4.4	4.2	3.5	3.5	3.3
Transport	6.4	7.2	8.1	9.2	8.2	7.7
Households	3.3	4.5	5.5	4.8	4.6	5.4
Services	0.9	1.3	1.9	2.1	1.9	1.9
Agriculture	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.3
Fishing			0.0	0.0	0.0	0.0
Other		0.0				0.3

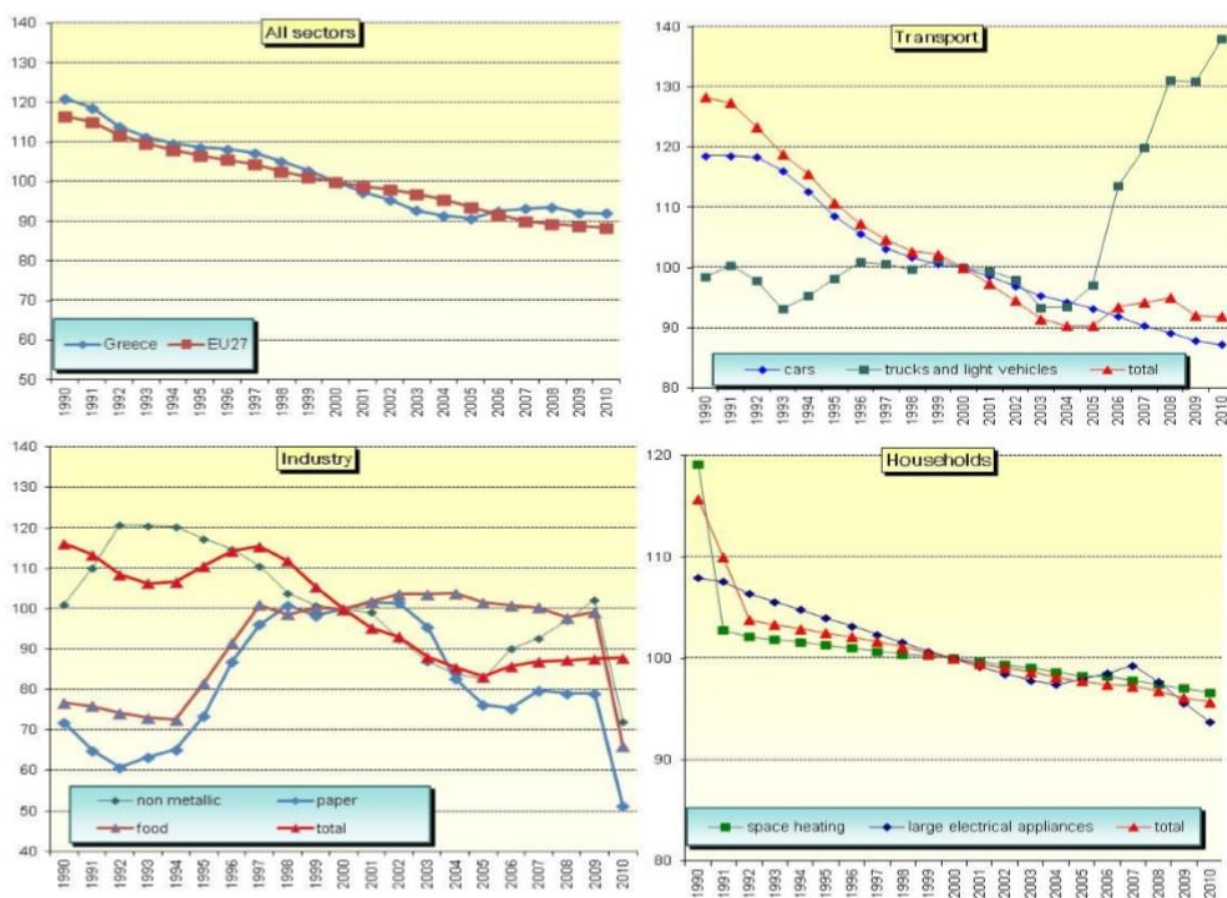
  

Mtoe, unless otherwise stated	1995	2000	2005	2009	2010	2011
<b>Installed Capacity – GW</b>						
Combustible Fuels	6.4	7.6	9.7	10.2	10.6	11.0
Nuclear						
Hydro	2.5	3.1	3.1	3.0	3.0	3.2
<b>Gross Electricity Generation – TWh</b>	<b>41.6</b>	<b>53.8</b>	<b>60.0</b>	<b>61.4</b>	<b>57.4</b>	<b>59.4</b>
<b>by Fuel</b>						
Solid Fuels	28.7	34.3	35.5	34.2	30.8	31.1
Petroleum and Products	8.9	8.9	9.2	7.7	6.1	5.9
Gases	0.1	5.9	8.2	11.0	9.8	13.9
Nuclear						
Renewables	3.8	4.6	7.0	8.5	10.5	8.4
<b>by Type</b>						
Main Activity Electricity Only	40.7	50.5	51.9	52.0	46.5	47.9
Main Activity CHP Plants	0.0	2.3	7.1	7.4	8.4	8.9
Autoproducer Electricity Only	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autoproducer CHP Plants	0.9	1.0	1.1	2.0	2.5	2.6
<b>Cogeneration Heat and Power</b>						
CHP Electrical Capacity – GW			0.2	0.5	0.6	0.6
CHP Electricity Generation – TWh			1.0	1.8	2.5	2.7
CHP Total Electricity Generation – %			1.7%	3.0%	4.3%	4.5%
CHP Heat Production – PJ			9.7	10.8	12.7	13.8
<b>Transport Fuels – ktoe</b>						
Final Consumption	6 431	7 193	8 056	9 105	8 020	7 527
Petroleum Products						
Motor Gasoline	2 863	3 394	4 086	4 248	3 867	3 497
Gas/Diesel Oil	2 023	2 231	2 465	3 093	2 745	2 414
Final Consumption Biofuels				78	128	106
Biogasoline						
Biodiesel				78	128	106
<b>Main Energy Indicators</b>						
Energy Intensity – toe/M€05	179	178	163	151	149	155
Energy per Capita – kgoe/cap	2 244	2 589	2 827	2 720	2 551	2 471
Final Electricity p/cap – kWh/cap	3 205	3 952	4 584	4 849	4 698	4 584
Primary Efficiency – toe/M€05	175	174	159	146	143	150
<b>Import Dependency – %</b>	<b>66.7%</b>	<b>69.5%</b>	<b>68.6%</b>	<b>67.8%</b>	<b>69.1%</b>	<b>65.3%</b>
of Solid Fuels	11.0%	8.5%	4.1%	2.0%	5.1%	2.9%
of Hard Coal	95.2%	105.8%	112.4%	78.6%	100.5%	102.1%
of Petroleum Fuels	98.4%	100.2%	97.7%	96.7%	98.5%	94.5%
of Crude and NGL	98.8%	99.5%	95.2%	98.0%	99.5%	96.5%
of Natural Gas		99.1%	99.1%	99.7%	99.9%	100.0%
<b>RES of the Gross Final Energy – %</b>						
Overall RES with Aviation Cap				8.6%	9.7%	11.6%
RES-H&C – Heating and Cooling				15.9%	16.2%	20.1%
RES-E – Electricity Generation				10.5%	11.9%	14.6%
RE-T – Transport				1.1%	1.9%	1.8%
<b>Gases Emissions – mio ton CO<sub>2</sub></b>						
CO <sub>2</sub> Emissions	101	117	125	115	108	
GHGs Emissions	125	142	148	136	129	
<b>Main Emissions Indicators</b>						
CO <sub>2</sub> per Capita – kg CO <sub>2</sub> /cap	9 466	10 723	11 246	10 226	9 569	
Carbon Intensity – kg CO <sub>2</sub> /toe	4 218	4 142	3 978	3 759	3 752	
CO <sub>2</sub> GDP Intensity – ton CO <sub>2</sub> /M€05	753	739	647	566	558	

Πηγή: European Commission, Statistical Pocketbook 2013



## Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης



Γράφημα 1.1: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης (base 100=2000) Πηγή: ODYSSEE

## 1.2. Κατανάλωση στον Κτιριακό Τομέα

Ο κτιριακός τομέας χωρίζεται σε δύο επιμέρους τομείς κτιρίων, στον οικιακό και τον τριτογενή. Στον οικιακό τομέα περιλαμβάνονται οι μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, είτε αυτές χρησιμοποιούνται ως μόνιμες κατοικίες, είτε ως παραθεριστικές. Στον τριτογενή τομέα περιλαμβάνονται τα γραφεία, τα ξενοδοχεία, τα καταστήματα, τα σχολεία και τα νοσοκομεία, καθώς και οι εκκλησιαστικοί χώροι, τα αθλητικά κέντρα, οι εργαστηριακοί, βιομηχανικοί και αποθηκευτικοί χώροι, οι σταθμοί αυτοκινήτων και λοιποί συναφή χώροι.

Βάσει του έργου ΙΕΕ «Παρακολούθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην Ευρώπη (ODYSSEE-MURE)», για το 2010, προέκυψε ότι τα κτίρια καταναλώνουν το 41% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη. Ο κτιριακός τομέας είναι ο μεγαλύτερος τομέας κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης ενώ ακολουθούν ο τομέας μεταφορών με 32% επί του συνόλου και η βιομηχανία με 25%. [ADEME & Enerdata, 2012] Η κατανάλωση στον κτιριακό τομέα γίνεται είτε σε μορφή θερμικής είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων έχει αυξηθεί από το 1990 κατά 1% ανά έτος και συγκεκριμένα για την ηλεκτρική ενέργεια κατά 2,4% ανά έτος. Η

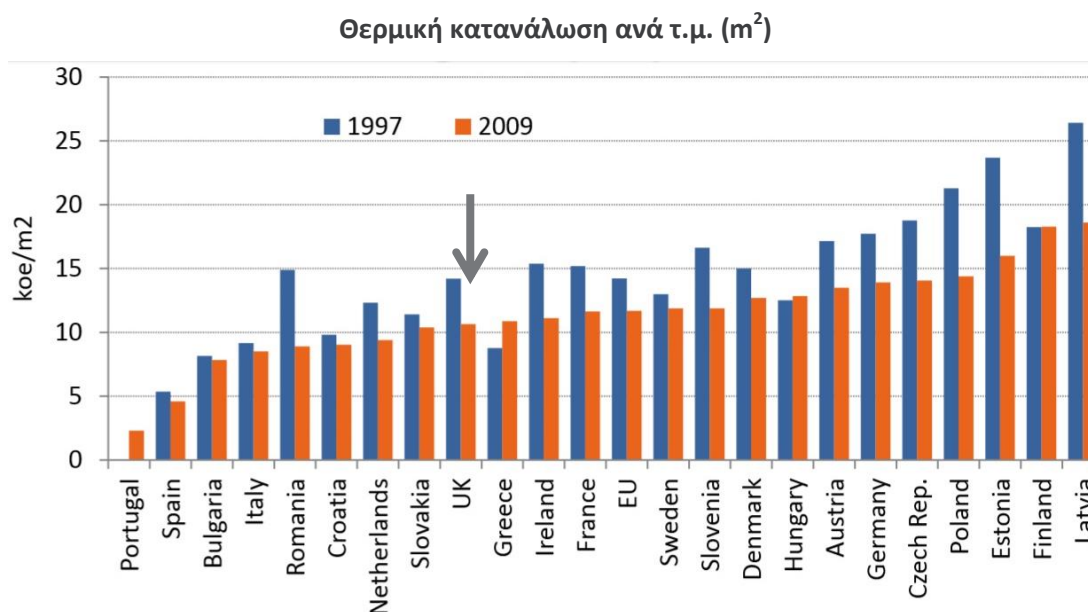
ετήσια μονάδα κατανάλωσης ανά τετραγωνικό μέτρο για τα κτίρια είναι περίπου 220 kWh/τ.μ. για το 2009, με μία διαφορά της τάξης των 100 kWh/m<sup>2</sup> μεταξύ των κατοικιών (200 kWh/m<sup>2</sup>) και των μη-κατοικιών (περίπου 300 kWh/m<sup>2</sup>). Παρόλα αυτά, εκτιμήθηκε ότι τα 2/3 των ευρωπαϊκών χωρών έχουν μειώσει τη μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά κατοικία (Γράφημα 1.2). Η μείωση αυτή είναι σημαντική αν ληφθεί υπόψη ότι η κατηγορία των κατοικιών αντιπροσωπεύει το 76% του συνόλου του κτιριακού τομέα. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης έπαιξε η μείωση του ενεργειακού κλάσματος για τη θέρμανση χώρων, η οποία οφείλεται εν μέρει στη σχετική αύξηση της κατανάλωσης των, πλέον τεχνολογικά εξελιγμένων, ηλεκτρικών συσκευών. [ADEME & Enerdata, 2012]

Στην Ελλάδα, τα νοικοκυριά κατανάλωσαν 4,6 Mtoe το 2010 έναντι 3,1 Mtoe το 1990, που αντιστοιχεί σε μία αύξηση κατά 48,6% στην κατανάλωση ενέργειας. Συγκεκριμένα, το 2009 σε σχέση με τα δεδομένα του 1997, η Ελλάδα, μαζί με την Ουγγαρία σε μικρότερο ποσοστό, ήταν οι μοναδικές χώρες που είχαν αύξηση της θερμικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά τετραγωνικό μέτρο (Γράφημα 1.3).

Εξαιτίας της αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης και των ευρωπαϊκών νομικών κανονισμών, προωθήθηκε έντονα η χρήση των ΑΠΕ σε όλους τους τομείς (Γράφημα 1.4). Ιδιαίτερα θετική είναι η προώθηση και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στον τομέα των νοικοκυριών, αφού η τελική ενεργειακή κατανάλωση από ΑΠΕ έχει αυξηθεί κατά 19,2% στη διάρκεια των τελευταίων 17 ετών. Εντούτοις, το ποσοστό αυτό διαφοροποιείται ανά έτος εξαιτίας των διακυμάνσεων της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]



Γράφημα 1.2: Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά κατοικία (υπό κανονικές συνθήκες κλίματος) για τα έτη 1997 και 2009 στις χώρες της Ε.Ε. Πηγή: ODYSSEE, Enerdata



Γράφημα 1.3: Θερμική κατανάλωση ανά τ.μ. για τα έτη 1997 και 2009 στις χώρες της Ε.Ε.

Πηγή: ODYSSEE, Enerdata

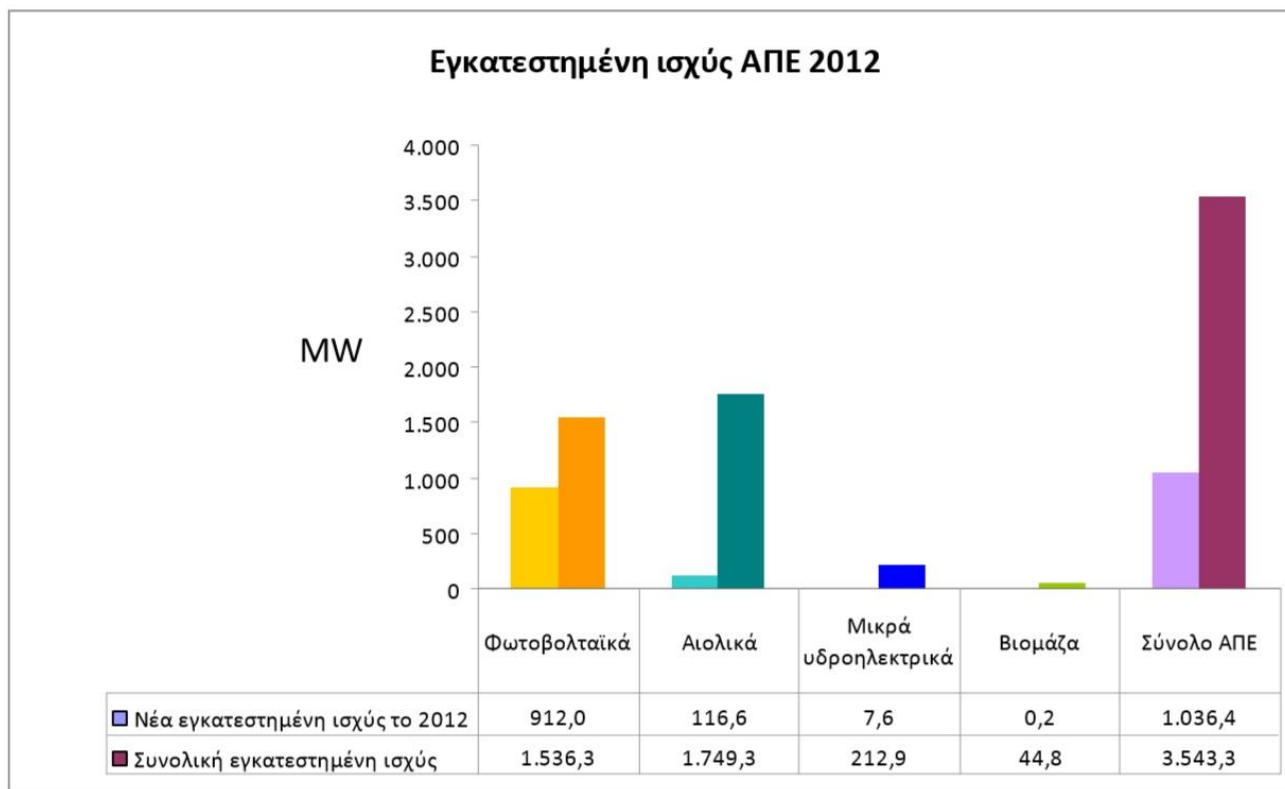
Το 2010, θεσπίστηκαν με τον «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» τα ελάχιστα επίπεδα για τη χρήση των ΑΠΕ στα κτίρια. Βάση του κανονισμού όλα τα νέα και τα ανακαινισμένα κτίρια σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές υποχρεούνται να καλύπτουν τουλάχιστον το 60% των αναγκών τους σε ζεστό νερό μέσω θερμικών ηλιακών συστημάτων. Η αγορά των θερμικών ηλιακών συστημάτων έχει φανεί ελαστική στις δύσκολες οικονομικές συνθήκες που αντιμετωπίζει η χώρα. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]

Ήδη το 2011 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των καινούργιων συστημάτων θέρμανσης έφτανε τις 161.000 kWth., που αντιστοιχεί σε μία «ανάπτυξη» της τάξης του 7,5% σε σύγκριση με το 2010. Παράλληλα σημειώθηκε μία εντυπωσιακή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος από τοποθετημένα στις στέγες συστήματα φωτοβολταϊκά. Πιο συγκεκριμένα, το 2012, παρά την βαθιά οικονομική κρίση, τα Φ/Β συστήματα σε στέγες ισχύος <10 KWp άγγιξαν τα 300 MWp. Παρόμοια κατάσταση αναμένεται να δημιουργηθεί στο εγγύς μέλλον με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. [BUILD UP Skills-Greece, 2013]

Συγκεκριμένα το 2012, εγκαταστάθηκαν 912 MW νέα φωτοβολταϊκά το οποίο αντιστοιχεί στο 88% όλης της νέας ισχύος ΑΠΕ που προστέθηκε από το 2011. Τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν πάνω από το 3% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια παράγοντας 1,7 δισ. κιλοβατώρες (1,7 TWh) ή αλλιώς το 30% όλης της φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας το 2012 [Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2013]. Επιπλέον, εξαιτίας των φωτοβολταϊκών, το 2012 αποφεύχθηκε η έκλυση 1,12 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα βοηθώντας με αυτό τον τρόπο την πραγματοποίηση των ευρωπαϊκών και εθνικών στόχων μέχρι το 2020 βάσει του σχεδίου δράσης «20-20-20».

Πάραυτα, δεν μπορεί να παραβλεφθεί το γεγονός ότι ενώ υπάρχουν εταιρείες μελέτης και εφαρμογής φωτοβολταϊκών κυρίως, αλλά και άλλων συστημάτων ΑΠΕ, δεν υφίστανται εταιρείες παραγωγής συστημάτων (βιομηχανία). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να γίνονται εισαγωγές συστημάτων

από ξένες χώρες, οπότε η χρηματική ρευστότητα να μη ρέει εντός της χώρας και επιπλέον να μη γίνεται ουσιαστική απορρόφηση του εργατικού δυναμικού των μηχανικών της χώρας. Αυτά ισχύουν, χωρίς καν να συνυπολογιστεί το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος για τη μεταφορά των συστημάτων από τις ξένες χώρες στην Ελλάδα.



Γράφημα 1.4: Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα για το 2012

Πηγή: ΛΑΓΓΗ, ΔΕΔΔΗΕ

### 1.3. Οικολογικό Αποτύπωμα και Βιοχωρητικότητα

Οι αυξανόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες οδήγησαν στην αύξηση των ενεργειακών καταναλώσεων, με την κατάχρηση των φυσικών πόρων (π.χ. πετρέλαιο) και την υπερ-παραγωγή στερεών και επιβλαβών αέριων ρύπων, ριψοκινδυνεύοντας με αυτό τον τρόπο την υγεία του συνόλου του περιβάλλοντος (κλίμα, χλωρίδα, πανίδα) και της ανθρωπότητας. Για τον έλεγχο αυτής της κατάστασης και την αποφυγή περαιτέρω επιβάρυνσης δημιουργήθηκε το οικολογικό ή περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα μέτρο, το οποίο υπολογίζει την ανθρώπινη δραστηριότητα στη βίωση σε σημερινό χρόνο. Το λογιστικό σύστημα που χρησιμοποιείται μετρά την παραγωγική έκταση του βιοφυσικού συστήματος δηλαδή της παραγωγικής γης, του πόσιμου και θαλάσσιου νερού που απαιτούνται για την κάλυψη των καθημερινών αναγκών, ενός ατόμου, ενός πληθυσμού ή μίας δραστηριότητας, σε ενέργεια, τροφή, νερό και πρώτες ύλες. Στο οικολογικό αποτύπωμα

συνυπολογίζονται οι παραγόμενες εκπομπές των αέριων ρύπων και η έκταση που χρειάζεται για την απόθεση των παραγόμενων στερεών αποβλήτων.



Εικόνα 1: Γελοιογραφία με το οικολογικό αποτύπωμα

Εξαιτίας του γεγονότος ότι η δυναμική του βιοφυσικού συστήματος να παράγει πρώτες ύλες και να απορροφάει απόβλητα είναι πεπερασμένη, υπολογίζεται μαζί με το οικολογικό αποτύπωμα και η βιοχωρητικότητα ώστε να μετρηθεί ο βαθμός των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις δραστηριότητες του ανθρώπινου είδους. Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται είναι το εκτάριο (ha) (1 εκτάριο=10 στρέμματα).

Συγκεκριμένα, η βιοχωρητικότητα είναι η δυνατότητα κάλυψης των ανθρώπινων αναγκών με την παράλληλη ικανότητα του πλανήτη να παράγει ένα συγκεκριμένο ποσό πρώτων υλών και να συντηρεί ένα συγκεκριμένο ποσό βιομάζας, ούτως ώστε να μη δημιουργηθεί αταξία συστήματος (εντροπία).

Η βιοχωρητικότητα ποικίλλει κάθε χρόνο ανάλογα με τη διαχείριση των οικοσυστημάτων, τις γεωργικές πρακτικές (όπως η χρήση λιπασμάτων και άρδευσης), την υποβάθμιση του οικοσυστήματος, καθώς και τις καιρικές συνθήκες και το μέγεθος του πληθυσμού. Παράλληλα το οικολογικό αποτύπωμα ποικίλλει ανάλογα με την κατανάλωση και την αποδοτικότητα της παραγωγής. Στην Ελλάδα λόγω χάριν, από το 1961 έως το 2009, το οικολογικό αποτύπωμα ανά άτομο είναι πολύ υψηλότερο της βιοχωρητικότητας της χώρας (Γράφημα 1.5).

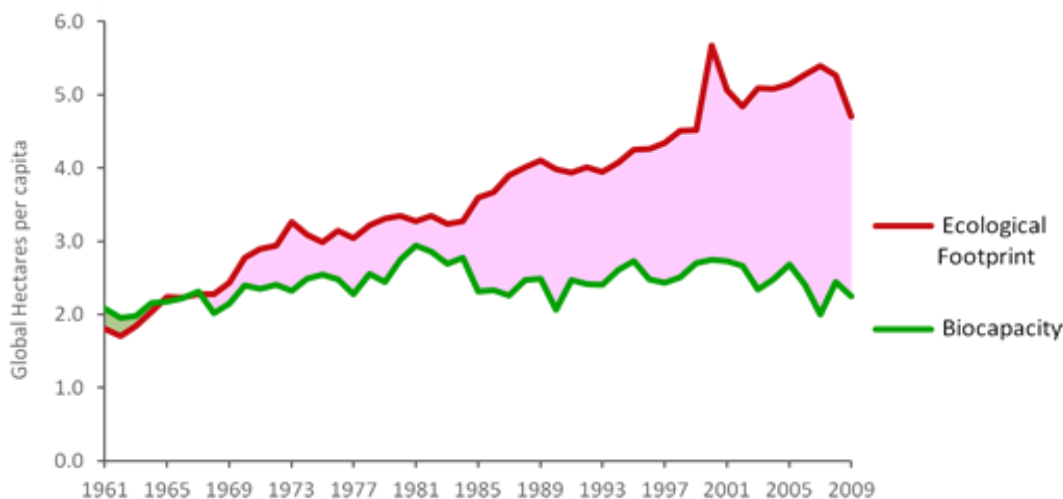
Σύμφωνα με έρευνα του GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, σήμερα η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί το ισοδύναμο 1,5 πλανητών για την παραγωγή πρώτων υλών και την απορρόφηση αποβλήτων. Αυτό σημαίνει ότι η γη χρειάζεται ένα χρόνο και έξι μήνες για να αναπαράγει αυτό που το ανθρώπινο είδος καταναλώνει σε ένα χρόνο.

Μέγιστης σημασίας λοιπόν στην αύξηση του οικολογικού αποτυπώματος είναι ο παράγοντας του χρόνου και της ταχύτητας παραγωγής των αποβλήτων, των φυσικών πόρων, αλλά και της ποιότητας

των πόρων αυτών όπως είναι οι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι (π.χ. πετρέλαιο) και οι δυνητικά ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι (π.χ. γλυκό νερό, βιοποικιλότητα).

Επίσης, σύμφωνα με μετριοπαθή σενάρια του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), πιστεύεται ότι εάν ο υφιστάμενος πληθυσμός και οι υπάρχουσες καταναλωτικές τάσεις αν συνεχίσουν να εξελίσσονται στους ίδιους, ανοδικούς ρυθμούς τότε μέχρι το 2030 θα απαιτείται το ισοδύναμο δύο πλανητών.

### Το οικολογικό αποτύπωμα της Ελλάδας, ανά άτομο



Γράφημα 1.5: Το οικολογικό αποτύπωμα της Ελλάδος την περίοδο 1961 - 2009. Όπως φαίνεται, μετά το 1967 υπάρχει μία ραγδαία αύξηση του οικολογικού αποτυπώματος (ecological footprint) ανά άτομο, σε σχέση με την αντίστοιχη βιοχωρητικότητα (biocapacity). Πηγή: *Global Footprint Network*

Η παγκόσμια οικολογική υπέρβαση συμβαίνει λοιπόν εξαιτίας του γεγονότος ότι με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού αυξάνονται οι ανάγκες σε φυσικούς πόρους και σε κάλυψη επιφανειών για αστικές και αγροτικές υποδομές, με δεδομένο την ταχύτατη παραγωγή των αποβλήτων και την κατανάλωση ενέργειας.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο έγιναν υπολογισμοί οικολογικού αποτυπώματος και βιοχωρητικότητας, καθώς και σενάρια της πιθανής εξελικτικής πορείας της Ευρώπης. Επίσης, πάρθηκαν μέτρα για τη διαχείριση της ενεργειακής κατανάλωσης, της παραγωγής αέριων ρύπων και στερεών αποβλήτων μέσω της θέσπισης νόμων και κανονισμών για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη χρήση συστημάτων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, ανακύκλωση, επανάχρηση κτλ).

## 2. Αντιμετώπιση Ενεργειακής Κατανάλωσης στον Κτιριακό Τομέα

Η τάση της ενεργειακής κατανάλωσης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι αυξητική με ετήσιο ρυθμό που αναμένεται να φτάσει το ποσοστό του 0.7%, έως το 2020. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης προτάθηκαν από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα διάφορες δράσεις ώστε να γίνεται έλεγχος και μείωση στη χρήση της ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτών των δράσεων και ύστερα από εντατικοποιημένη έρευνα εισάγονται τεχνολογίες εξοικονόμησης και προτάσεις διαχείρισης, οι οποίες διευκολύνονται με θέσπιση οδηγιών και νομοθετικών διατάξεων.

### 2.1. Νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει ασχοληθεί, μελετήσει και προτείνει ποικίλες λύσεις για διάφορους τομείς ενεργειακής κατανάλωσης. Ο κτιριακός τομέας ανήκει σε ένα από τους ιδιαίτερα ενεργοβόρους τομείς και εκφράζεται με τη μορφή ηλεκτρικής και θερμικής ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς και οικονομικής και ατμοσφαιρικής επιβάρυνσης. Επιπλέον, ο κτιριακός τομέας βρίσκεται σε άμεση επίδραση με τον άνθρωπο, τις δραστηριότητές του και την υγεία του. Ο στόχος λοιπόν αποβλέπει στη βέλτιστη τιμή της ενεργειακής κατανάλωσης, ανάλογα με τις ευρωπαϊκές και εθνικές προδιαγραφές, σε θέματα θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού για την επίτευξη συνθηκών άνεσης με χαμηλό κόστος.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα θέτει την αντίστοιχη ευρωπαϊκή νομοθεσία με την έκδοση οδηγιών. Οι οδηγίες ενσωματώνονται στο εθνικό δίκαιο των κρατών – μελών της Ε.Ε. με αντίστοιχους εθνικούς νόμους. Έτσι λοιπόν με την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Η εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία αυτή ήταν η έκδοση του Ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, καθορίστηκαν οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή της χώρας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις» [<http://portal.tee.gr>].

Στην Ελλάδα, σχεδόν μέχρι τα προηγούμενα τέσσερα χρόνια, η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων ανταποκρίνεται στα οριζόμενα στον Κανονισμό Θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4-

7-1979). Ουσιαστικά μελετάται η προσθήκη μόνωσης στο κέλυφος των κτιρίων με σκοπό τη μείωση των θερμικών απωλειών μέχρι επιτρεπτών ορίων που καθορίζονται από την κλιματική ζώνη, στην οποία βρίσκονται. Κατά το έτος 1998, προκειμένου η Ελλάδα να συμμορφωθεί στην οδηγία 93/76/ΕΚ, προτάθηκε ο ΚΟΧΕΕ (Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας) ο οποίος δεν εφαρμόστηκε. Τα προτεινόμενα συμφωνούσαν με την οδηγία 2002/91/ΕΚ. Ο ΚΟΧΕΕ προέβλεπε διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων, πιστοποίηση και ενεργειακή κατάταξη κτιρίων. Η ελληνική νομοθεσία εναρμονίζεται με το νόμο 3661/2008, ΦΕΚ 89Α/19-5-2008 και την απόφαση αρ.Δ6/Β/οικ.5825, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, ΦΕΚ 407/9-4-2010 [Α.Στέγγου-Σαγιά, 2013]. Πέντε χρόνια αργότερα εκδίδεται ο νόμος 4122/2013, ο οποίος αντικαθιστά το νόμο 3661/2008. Καθοριστικό ρόλο όμως έπαιξε και η έκδοση του Νέου Οικοδομικού Κανονισμού, το 2012, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. και τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων.

### ⊙ Κανονισμός Θερμομόνωσης κτιρίων

Στην Ελλάδα ο πρώτος κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων ψηφίστηκε το 1979 (ΦΕΚ 362Δ/1979). Σύμφωνα με αυτό τον κανονισμό η χώρα χωρίζεται βάσει των θερμομονωτικών απαιτήσεων σε τρεις κλιματικές ζώνες και δεν γίνεται καμία διάκριση όσον αφορά τη χρήση του κτιρίου. Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  για τους εξωτερικούς τοίχους είναι μικρότερος ή ίσος από  $0,7\text{W/m}^2\text{K}$ , ενώ για την οροφή (ή την πυλωτή) είναι μικρότερος ή ίσος από  $0,5\text{W/m}^2\text{K}$ .

Όλα τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1980 θεωρείται ότι είναι κτίρια που δεν έχουν καμία θερμομόνωση, ενώ τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί μετά το 1980 θεωρείται ότι έχουν κατασκευαστεί με βάση τις απαιτήσεις θερμομόνωσης του κανονισμού. Συγκεκριμένα, τα κτίρια με έτος κατασκευής πριν το 1979, οπότε και θεσπίστηκε ο κανονισμός θερμομόνωσης, αποτελούν το 89% των κτιρίων ή αντιστοιχία σε περίπου 3.700.000 ενεργοβόρα κτίρια [Καλτσά Μ., 2014].

Επίσης, εκτιμάται ότι η πλειοψηφία των κτιρίων που κατασκευάστηκαν μέχρι το 1990 έχει ελλιπή ή και καμία θερμομόνωση (ο κανονισμός θερμομόνωσης ήταν σε ισχύ αλλά δεν εφαρμόζόταν πάντα στην πράξη). Εκτιμάται λοιπόν ότι ο αριθμός των κτιρίων που δεν έχουν καμία θερμομόνωση είναι αρκετά μεγάλος. Ενδεικτική είναι η κατάσταση στον οικιακό τομέα. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας και αν ληφθούν υπόψη οι παραπάνω ισχυρισμοί τότε ο αριθμός των κανονικών κατοικούμενων κατοικιών που δεν έχουν θερμομόνωση ανέρχεται περίπου στα τρία εκατομμύρια. [ΚΑΠΕ, 2009].

Ο κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων αντικαθίσταται, στις 9 Απριλίου του 2010, από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΦΕΚ 407/9-4-2010).



⊙ Οδηγία 2002/91/EK

Στόχος της Οδηγίας 2002/91/EK είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνοντας υπόψη τις μακροκλιματικές και μεσοκλιματικές συνθήκες, καθώς και τις απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων για την επίτευξη συνθηκών άνεσης υπολογίζοντας παράλληλα τη σχέση κόστους/οφέλους. Η οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων έχει δεσμεύσει τα κράτη μέλη να την υιοθετήσουν από τις 4 Ιανουαρίου του 2006. Τα κράτη μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, μία μεθοδολογία υπολογισμού κτιριακής, ενεργειακής απόδοσης και να καθορίσουν τις απαιτήσεις της ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης συνεκτιμώντας τις τοπικές, καιρικές συνθήκες και τις ανάγκες του κτιρίου ανάλογα με τη χρήση, το χαρακτήρα και την παλαιότητά του.

Η οδηγία, γενικά, αφορά στο γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ενώ, ειδικότερα, επικεντρώνεται στα παρακάτω σημεία:

- προσδιορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων με τις αναγκαίες απαιτήσεις,
- καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση νέων και υφιστάμενων μεγάλων κυρίως κτιρίων,
- προδιαγράφει την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων με την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και
- συνιστά, αλλά δεν υποχρεώνει, την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού των κτιρίων και την αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης με λέβητες παλαιότερους των 15 ετών.

Η οδηγία είναι προσανατολισμένη στα λειτουργικά κόστη του κτιρίου και η ενεργειακή συμπεριφορά που ελέγχεται περιλαμβάνει όλα τα είδη ενεργειακής κατανάλωσης (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης, συσκευές). Σύμφωνα με αυτήν κάθε κατανάλωση πρέπει να εκφράζεται σε όρους πρωτογενούς ενέργειας. Όμως τα κράτη μέλη ενδεχομένως να θεωρήσουν διαφορετικές τιμές παράγοντα μετατροπής ενέργειας με αποτέλεσμα μη συγκρίσιμες αποδόσεις. Η θετική συνεισφορά της οδηγίας είναι η επιβολή ελέγχου και συντήρησης των εγκαταστάσεων θέρμανσης-κλιματισμού, η δράση μείωσης της χρήσης της ενέργειας με τα παθητικά συστήματα, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων [Α.Στέγγου-Σαγιά, 2013].

Ο «Οργανισμός Ευρωπαϊκής Τυποποίησης» αναπτύσσει σύνολο προτύπων για τη διευκόλυνση των υπολογισμών με το ISO 13790. Το ISO 13790 τέθηκε από την τεχνική επιτροπή CEN / TC 89, για τη θερμική απόδοση των κτιρίων και των δομικών στοιχείων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια με την οδηγία 2002/91/EK και η οδηγία 2006/32/EK, «Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες» που αφορά την οικονομική και τεχνική-τεχνολογική ενίσχυση των κατασκευαστικών κλάδων και του δημόσιου τομέα μέσω της διευκόλυνσης χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων σκόπευαν στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας

και της εθνικής οικονομίας. Αυτή η αύξηση σκόπευε να επιτευχθεί με τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την ανάπτυξη τεχνολογιών ενεργειακής εξοικονόμησης.

Η οδηγία του 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων τροποποιείται στις 19 Μαΐου 2010 με την οδηγία 2010/31/ΕΕ, στην οποία πραγματοποιούνται περαιτέρω τροποποιήσεις.

### ⊙ **Νόμος 3661 / 2008**

Ο Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89/19-05-2008) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις» αποτέλεσε το πρώτο βήμα της υποχρεωτικής εναρμόνισης της Ελλάδας με την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων έως τον Ιανουάριο του 2006. Ο νόμος στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε νέα και υφιστάμενα κτίρια.

Στο άρθρο 2 του νόμου ορίζονται οι έννοιες: κτίριο, ενεργειακή απόδοση, ενεργειακή επιθεώρηση, ενεργειακός επιθεωρητής, πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, σύστημα κλιματισμού, λέβητας, ωφέλιμη ονομαστική ισχύς, αντλία θερμότητας, νέο κτίριο, ριζική ανακαίνιση κτιρίου, συνολική επιφάνεια κτιρίου. [Α.Στέγγου-Σαγιά, 2013].

Τα κτίρια κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη χρήση και καθορίζονται αντίστοιχα οι ελάχιστες προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοσή τους. Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν τα νεόδμητα ή όσα υφίστανται ριζική ανακαίνιση κτίρια, άνω των 1000 τ.μ. Επιπλέον, κάθε πενταετία πρέπει να γίνεται αναθεώρηση και επανέλεγχος.

Επίσης, καθιερώνεται η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, χωρίς το οποίο δεν είναι δυνατή η ενοικίαση ή η πώληση τους. Υποχρεωτικές γίνονται και οι επιθεωρήσεις των λεβήτων θέρμανσης και των εγκαταστάσεων κλιματισμού από εξειδικευμένους και διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

Βάσει του νόμου, στο άρθρο 3, υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων (ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων). [<http://portal.tee.gr>]

### ⊙ **Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20**

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ψήφισε, το 2009, το Εθνικό Σχέδιο Δράσης «20-20-20» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το οποίο και εντάχθηκε στη νομοθεσία όλων των κρατών – μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης εκπονήθηκε στο πλαίσιο εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής σε θέματα που αφορούν στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

(ΑΠΕ), στην Εξοικονόμηση Ενέργειας και στον περιορισμό εκπομπής επιπλέον αέριων ρύπων του θερμοκηπίου.

Συγκεκριμένα, όπως δημοσιεύθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), για το σύνολο των Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με χρονικό ορίζοντα έως το 2020, προβλέπεται:

- 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ,
- 20% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ και
- 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Για την Ελλάδα ο στόχος αντιστοιχεί σε:

- 4% μείωση στους τομείς εκτός εμπορίας, σε σχέση με τα ποσοστά του 2005,
- 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας με τελικό επίπεδο κατανάλωσης στα 20,5 Mtoe [MILESECURE-2050, 2013]

Παρόλα αυτά η Ελλάδα, υιοθέτησε συγκεκριμένες «αναπτυξιακές» και περιβαλλοντικές πολιτικές επηρεάζοντας τα προβλεπόμενα ποσοστά του εθνικού στόχου που της αντιστοιχούν. Ειδικότερα:

- Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση και εξειδίκευση του σε 40% συμμετοχή στην ηλεκτροπαραγωγή,
- 20% σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και
- 10% στις μεταφορές, σύμφωνα με το νόμο 3851/2010 ο οποίος αποτελεί την εναρμόνιση της Ελλάδος με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ, και
- εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση σε ποσοστό 9%, μέχρι το 2016, σύμφωνα με το ήδη καταρτισμένο, από το 2008, 1ο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας στο πλαίσιο της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ και το νόμο 3855/2010, ο οποίος προστίθεται και στον Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Τα σαφή χρονικά όρια και η συμμόρφωση όλων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, επί ίσοις όροις, φαίνεται μεν να αποτελεί μία δημοκρατική διαδικασία αλλά δεν παύει να μην είναι και τόσο, αφού υπάρχουν τεράστιες διαφορές σε οικονομικό και κοινωνικό, καθώς και σε τεχνολογικό και τεχνογνωστικό επίπεδο ανάμεσα στα Κράτη-Μέλη της.

Ο νόμος της Ευρωπαϊκής Ένωσης «20-20-20» δεν ήταν αποτέλεσμα νομικής παρθενογένεσης. Από την δεκαετία του 1970 οι πολίτες πολλών χωρών της ΕΕ –αφού κατάλαβαν πρώτα την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος για το μέλλον σχεδόν όλων υπαρχόντων έμβιων ειδών της γης– δημιούργησαν τα οικολογικά κινήματα. Αυτά γρήγορα εξελίχθηκαν την δεκαετία του 1980 σε νέα πολιτικά κόμματα με βασική τους ατζέντα την οικολογία. Σήμερα μερικά από τα κόμματα αυτά έχουν

ήδη μετάσχει ή συμμετέχουν στην εξουσία. Οι «Πράσινοι» στη Γερμανία διεκδικούν μέχρι και 15%. Η πίεση λοιπόν για την δημιουργία του «20-20-20» ήταν έκφραση λαϊκής ευρωπαϊκής βούλησης. Από την άλλη όμως πλευρά, η ΕΕ είχε –και έχει- και συμφέροντα στρατηγικού σχεδιασμού να εφαρμόσει τις διατάξεις του «20-20-20», επειδή η ΕΕ δεν είναι ενεργειακά ανεξάρτητη. Οι διατάξεις του «20-20-20» δίνουν την δυνατότητα στα κράτη μέλη να μειώσουν περαιτέρω την εξάρτησή τους από τις εισαγωγές ενέργειας από χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης. [Συναχόπουλος, 2013]

Τα θετικά στοιχεία αυτής της δράσης λοιπόν, εκ πρώτης όψης, μπορούν να θεωρηθούν η προστασία και αναβίωση του περιβάλλοντος, από πολιτικοοικονομικής πλευράς η ενεργειακή ανεξαρτησία, καθώς και η δημιουργία θέσεων εργασίας, πολλές από αυτές και στην Ελλάδα, εξαιτίας των επιδοτήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εγκατάσταση και εκμετάλλευση εγκαταστάσεων παραγωγής ΑΠΕ στα κράτη μέλη.

Από την άλλη πλευρά, οι αλλαγές αυτές απαιτούν τουλάχιστον τεχνολογία, οικονομική ευημερία και επαγγελματική κατάρτιση. Για τον ελλαδικό χώρο, τα προβλήματα ήταν προφανή από την αρχή και φυσικά εντάθηκαν με την διεθνή οικονομική κρίση, η οποία παρουσιάστηκε από το 2006, επιβαρύνοντας έντονα την Ελλάδα από το 2009 και μεταγενέστερα. Στο πλαίσιο της κρίσης, με τη χώρα να πλησιάζει στο οικονομικό ναδίρ, οι τιμές στην ενέργεια αυξάνονταν, οπότε και οι επενδύσεις που απαιτούνταν δεν έγιναν ποτέ. Η ανεργία συνεχίζει να αναπτύσσεται και η φορολογία να έχει ανοδική σταθερά. Παράλληλα, η ελληνική κουλτούρα δεν είχε ποτέ γαλουχηθεί στις ιδέες που είχαν τις ρίζες τους στην δεκαετία του '70, περί της ανάγκης προστασίας του περιβάλλοντος. Όταν πλέον ξεκίνησε η ενημέρωση στην Ελλάδα συγκρούστηκε με την οικονομική κατάσταση και τις παραπάνω πολιτικές καταστάσεις. Ως εκ τούτου, η ασθενέστερη οικονομικά μερίδα του λαού για να αντέξει τις χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο ή αντίστοιχα, τις υψηλές κατά τη θερινή, καταφεύγει σε παλαιότερες τεχνολογίες, μη φιλικές προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Όσον αφορά στην ενεργειακή αποδοτικότητα, μία μεθοδολογία που βασίζεται στα σενάρια που μελετήθηκαν κατά την προετοιμασία του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για τις ΑΠΕ (ΕΣΔΑΠΕ) εφαρμόστηκε κατά το 2ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (ΕΣΔΕΑ), που υποβλήθηκε στην Ε.Κ. το Σεπτέμβριο του 2011, για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας. Η συνολικά εξοικονομούμενη πρωτογενής ενέργεια που προκύπτει βάσει των συγκεκριμένων σεναρίων ισοδυναμεί με 33,1 TWh μέχρι το 2020. Το μεγαλύτερο μέρος της εξοικονόμησης οφείλεται στην εφαρμογή των μέτρων σχετικά με την τελική κατανάλωση μέχρι το 2016, κυρίως λόγω των προτεινόμενων μέτρων στο 1ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (Απρίλιος 2008). (BUILD UP Skills-Greece, 2013)

Επιπλέον, ποσοτικοποιήθηκε η εξοικονόμηση που προκύπτει από την υλοποίηση των έργων για την διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα, καθώς και των εργασιών για την αναβάθμιση και τον εξορθολογισμό των υφιστάμενων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής και την λειτουργία των δικτύων τηλεθέρμανσης. Αυτό που στην πραγματικότητα δεν ποσοτικοποιήθηκε είναι η συμβολή των διαφόρων

τομέων της Ελληνικής οικονομίας (νοικοκυριά, τριτογενής τομέας, βιομηχανία, μεταφορές, κλπ.) προς αυτό τον «στόχο». Από την άλλη πλευρά, και όσον αφορά στην προβλεπόμενη αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ σε κτίρια μέχρι το 2020, σύμφωνα με το 1ο ΕΣΔΑΠΕ, το μερίδιο της ενέργειας από ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα είναι προγραμματισμένο να φθάσει στο 30% το 2020 (27% στα κτίρια οικιακής χρήσης και 39% στα εμπορικά κτίρια). (BUILD UP Skills-Greece, 2013)

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20 αποτελεί ένα πραγματικά σπουδαίο εγχειρίδιο για την προστασία του περιβάλλοντος. Το βασικό πρόβλημα έγκειται στο ότι το περιβάλλον φυσικό ή δομημένο μέσα στα έμβια είδη του περιλαμβάνει και τον άνθρωπο, ο οποίος δυστυχώς διαφοροποιείται ανάλογα με τον τόπο γέννησής του και την κοινωνική και οικονομική του υπόσταση. Κάθε ευρωπαϊκός σχεδιασμός θα έπρεπε να λαμβάνει υπόψη αυτές τις ποιοτικές διαφορές μεταξύ των κρατών μελών του.

Όπως γράφει ο Δ. Συναχόπουλος σε σχετικό άρθρο «Ο κόσμος γύρω μας βρίσκεται σε δυναμική ισορροπία. Κάθε βίαιη διατάραξη αυτής της ισορροπίας (η έμφαση δίνεται μετ' επιτάσεως στη λέξη «βίαιη») -ακόμα και όταν αυτή γίνεται με τις καλύτερες δυνατές προθέσεις- έχει όχι μόνο τις αναμενόμενες, αλλά και πολλαπλές απρόσμενες συνέπειες. Κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί τι θα γίνει μέχρι να βρεθεί η νέα ισορροπία και το όλο σύστημα ισορροπήσει ξανά. Είναι βέβαιο πως οι κοινωνίες που βίωσαν τις συνέπειες της βίαιης διατάραξης της αρχικής ισορροπίας θα έχουν περάσει από μια κρίση –είτε μικρή και ελεγχόμενη, είτε μεγάλη και καταστροφική.» [Συναχόπουλος, 2013].

### ⊙ Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Με την απόφαση αρ.Δ6/Β/οικ.5825 εγκρίθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), (ΦΕΚ 407/9-4-2010) ο οποίος θέτει ένα πλαίσιο αρχών, όρων και βελτιώσεων με σκοπό την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Μέσω του Κ.Εν.Α.Κ. η Ελλάδα υποχρεώνεται να συμμορφωθεί στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να διαμορφώσει ένα λιγότερο ενεργοβόρο και δαπανηρό περιβάλλον και ένα αξιόβιτο μικροκλίμα.

Βάσει του άρθρ. 1, παράγραφος 2 της απόφασης, ο σκοπός είναι η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Για την επίτευξη του σκοπού, η απόφαση επικεντρώνεται στα εξής σημεία:

1. ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού για την εκτίμηση των καταναλώσεων συμβατικής ενέργειας,
2. καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης,
3. καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον σχεδιασμό του κτιρίου,
4. ορίζεται εκτενώς, το περιεχόμενο της μελέτης,
5. καθορίζεται η μορφή και το περιεχόμενο της πιστοποίησης και

6. καθορίζονται οι διαδικασίες των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων και των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

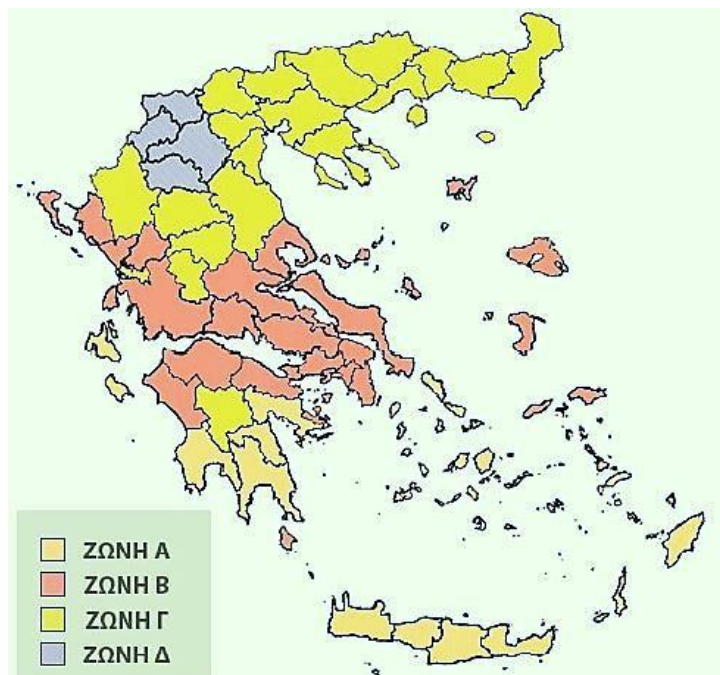
Στον κτιριακό πλούτο της χώρας πρέπει να συνδυαστούν οι σύγχρονες ανάγκες διαβίωσης, θερμικής και οπτικής άνεσης με την βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εξασφαλίζονται άριστες συνθήκες διαβίωσης των χρηστών αφού η ασφάλεια, η αισθητική και η άνεση συνυπάρχουν με την ενεργειακή απόδοση, την αναβάθμιση του μικροκλίματος και το οικονομικό όφελος των χρηστών. Αυτό συμβαίνει αφού η αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας ωφελεί άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, αφού μειώνονται οι ρύποι σε επίπεδο μικροκλίματος και μεσοκλίματος. Επίσης, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους αφού προωθούνται οι νέες τεχνολογίες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός με την εφαρμογή παθητικών συστημάτων και επιπλέον συμβάλλει στην τοπική οικονομία.

Πιο συγκεκριμένα, στο άρθρο 4 προσδιορίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων βάσει της μεθοδολογίας υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει στοιχεία όπως η χρήση του κτιρίου και ο προσδιορισμός των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία), τα γεωμετρικά και θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Επιπλέον, στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμούνται η θετική επίδραση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) για την παραγωγή θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού, όπως επίσης η παραγόμενη ενέργεια με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) και τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση) και ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ). [ΤΕΕ,2014]. Οι πρότυπες εσωτερικές συνθήκες και οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ).

Βάσει του άρθρου 6 γίνεται η διαίρεση της ελληνικής επικράτειας σε τέσσερις κλιματικές ζώνες, όπου οι νομοί χωρίζονται με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης (από τη θερμότερη ζώνη Α στην ψυχρότερη ζώνη Δ) (Σχήμα 2.1). Αυτό που ορίζει το άρθρο 6 για κάθε νομό είναι ότι οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη

από εκείνη στην οποία ανήκουν. Αυτό σημαίνει ότι στον ίδιο νομό αν υπάρχουν περιοχές με διαφορά 500 μέτρων, αυτές θα ανήκουν σε διαφορετική ζώνη.



Σχήμα 2.1: Σχηματική Απεικόνιση Κλιματικών Ζωνών Ελληνικής Επικράτειας

Πηγή: [http://physiclessons.blogspot.gr/2012/04/blog-post\\_22.html](http://physiclessons.blogspot.gr/2012/04/blog-post_22.html)

Επίσης, στο άρθρο 8 προσδιορίστηκαν οι ελάχιστες προδιαγραφές των κτιρίων μέσα στις οποίες προωθείται και η ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ), όπως είναι τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοιγματα), ο τοίχος μάζας, ο τοίχος Trombe, ο ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.. Πάνω στη λογική του προσδιορισμού των ελάχιστων προδιαγραφών άλλαξαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων με σκοπό τη βελτίωση της θερμομονωτικής τους ικανότητας (Πίνακας 2.1.).

Πίνακας 2.1: Μέγιστος Επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δομικών Στοιχείων, κατά κλιματική Ζώνη

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis).	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος.	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος.	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων.	U <sub>w</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

Πηγή : <http://kenakteetdk.files.wordpress.com/2011/01/cf85cf80cf8cceb4ceb5ceb9ceb3cebcecb1-cebcecb5cebbceadcf84ceb7cf82-ceb5cebdcceb5cf81ceb3ceb5ceb9ceb1cebaceaecf82-ceb1cf80cf8cceb4cebf1.pdf>

Το Τεχνικό Επιμελητήριο (ΤΕΕ) της Ελλάδος σε συνεργασία με την πολιτεία κατήρτισε τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Οι Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ) εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με την Αριθ. οικ. 17178/ΦΕΚ Β 1387-2010 Απόφαση και τίθενται σε υποχρεωτική εφαρμογή ως εξής:

- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».

Εδώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά στοιχεία της περιοχής (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κ.α.), οι εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός κ.α.), η περίοδος λειτουργίας και ο αριθμός των χρηστών, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα, ηλιοπροστασία), τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και του μηχανικού αερισμού, τα παθητικά ηλιακά συστήματα όπου συμπεριλαμβάνεται και η ηλιοπροστασία (κατά το άρθρο 1, παρ. 7α του ΓΟΚ), τα συστήματα ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες, ηλιακή & γεωθερμική ψύξη/θέρμανση), καθώς και τα συστήματα ΣΗΘ, τηλεθέρμανσης και διαχείρισης ενέργειας (αυτοματισμοί, καταγραφικά κ.α.).

Σύμφωνα με την συγκεκριμένη ΤΟΤΕΕ και το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. εισάγεται η έννοια του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς έχει την ίδια χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας, τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση και τον ίδιο προσανατολισμό με το εξεταζόμενο κτίριο, αλλά με καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων & Η/Μ εγκαταστάσεων HVAC, ΖΝΧ και φωτισμό (για τριτογενή τομέα). Επιπλέον, το κτίριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντοτε την Κατηγορία Β, στην ενεργειακή κατάταξη, η οποία γίνεται με βάση τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup>.

- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Η συγκεκριμένη τεχνική οδηγία αντικαθιστά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων. Απαιτεί τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και των τεχνικών χαρακτηριστικών των δομικών υλικών μέσω αναλυτικών μεθοδολογιών, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις προδιαγραφές των επιμέρους διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων. Επιπλέον, ενσωματώνει στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών τις θερμογέφυρες και τους ειδικούς, διορθωτικούς συντελεστές (π.χ. εδάφους, συναλλαγής θερμότητας με μη θερμαινόμενους χώρους).

- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».

Εδώ οι τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ συνάδουν με το άρθρο 7 του Κανονισμού για τις ελάχιστες απαιτήσεις/προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων όπου απαιτείται συν τοις άλλοις τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μικρότερη ή ίση του κτιρίου αναφοράς. Ορίζονται οι κλιματικές



ζώνες, οι συνθήκες σχεδιασμού των συστημάτων, οι μέσες μηνιαίες τιμές (θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα ανέμου, ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο για τον υπολογισμό σε κεκλιμένες επιφάνειες) για 62 πόλεις, η μεταβολή θερμοκρασίας εδάφους και η θερμοκρασία νερού δικτύου.

- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Δίνονται αναλυτικές οδηγίες συμπλήρωσης εντύπων και ηλεκτρονικής καταχώρησης για το σύνολο των ενεργειακών επιθεωρήσεων και για το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) κτιρίου.

Δύο χρόνια μετά την αρχική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. διευκρινίστηκαν, προστέθηκαν και τροποποιήθηκαν πολλά σημεία του κανονισμού. Τα σχετικά κείμενα «Διευκρινίσεις & Προσθήκες Τεχνικών Οδηγιών» που δόθηκαν από το ΤΕΕ, εγκρίθηκαν από τον Υπουργό Υ.Π.Ε.Κ.Α. την Αριθ. οικ. 1192/ΦΕΚ 1413-2012, τα οποία ισχύουν από την ημέρα έκδοσης του σχετικού ΦΕΚ και ενσωματώνονται στη δεύτερη έκδοση των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, 20701-3/2010 και 20701-4/2010. Με την ίδια απόφαση εγκρίθηκε και η νέα τεχνική οδηγία: ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτίρια». [ΤΕΕ, 2014]

### ⊙ Οδηγία 2010 / 31 / ΕΚ

Οδηγία 2010/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων αποτελεί την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προκειμένου να ενισχυθούν οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, να διευκρινιστούν, καθώς και να απλουστευθούν ορισμένες διατάξεις του.

Στην οδηγία 2010/31/ΕΕ προωθείται η ορθολογική και βιώσιμη χρησιμοποίηση των πρωτογενών πηγών ενέργειας και η διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης. Επίσης, τονίζεται η ανάγκη για χρήση ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας), για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, βάσει του στόχου που έχει τεθεί με το "Εθνικό σχέδιο δράσης 20-20-20», ενώ παράλληλα προάγονται χρηματοδοτικά μέσα για την επίτευξη των στόχων.

Η παρούσα οδηγία επικεντρώνεται στα εξής σημεία:

1. προωθεί τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Ένωσης λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους,
2. ορίζει την έννοια του κτιρίου με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας όπου θα γίνεται χρήση ΑΠΕ, καθώς και τη σχέση κόστους/απόδοσης,
3. καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ή κτιριακών μονάδων (νέων ή υφιστάμενων) θεσπίζοντας συγκριτικό μεθοδολογικό πλαίσιο για τον υπολογισμό των βέλτιστων, από πλευράς κόστους, επιπέδων τους,

4. προωθεί την τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική μελέτη για την εγκατάσταση εναλλακτικών συστημάτων υψηλής απόδοσης εφόσον είναι διαθέσιμα, σε νέα κτίρια αλλά και σε υφιστάμενα για λόγους αναβάθμισής τους,
5. καθιερώνει την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού και τη σύσταση έκθεσης των επιθεωρήσεων.

Η Οδηγία 2010/31/ΕΚ έβαλε ακόμα πιο φιλόδοξους στόχους από την προηγούμενη Οδηγία 2002/91/ΕΚ και άλλαξε τις διαδικασίες σε πολλούς τομείς της οικοδομικής βιομηχανίας. Στην Ελλάδα η λεπτομερειακή αντιμετώπιση του θέματος της εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα και η εναρμόνισή της στα υπαγορευόμενα από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα, υποστηρίζεται από τις τεχνικές οδηγίες ΤΟΤΕΕ, όπως αυτές αναφέρονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.).

### ⊙ **Νόμος 4122 / 2013**

Ο νόμος υπ' αριθμόν 4122 για την «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Α' 42/19-02-2013) εκδόθηκε στις 19 Φεβρουαρίου 2013. Όπως καταγράφεται στο άρθρο 1, σκοπός του παρόντος νόμου είναι η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)» (ΕΕ L153 της 18.6.2010), η οποία αντικαθιστά την προγενέστερη Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002, που ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο της χώρας με το νόμο 3661/2008 (Α'89).

Μέχρι την έκδοση του νόμου 4122/2013, για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίσχυε ο νόμος 3661/2008. Οι διαφορές τους έγκειται στην εισαγωγή επιπλέον όρων. Κομβικά σημεία του νόμου είναι ότι:

- θεμελιώνει την έννοια της εξειδικευμένης επιθεώρησης σε θέρμανση ή κλιματισμό,
- υποχρεώνει την έκδοση προτύπου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (Cenelec) ή το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποίησης στον τομέα των Τηλεπικοινωνιών (ETSI) το οποίο θα διατίθεται προς δημόσια χρήση, σύμφωνα με τη μεθοδολογία του άρθρου 3 του παρόντος νόμου και
- προσδιορίζει το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης που συνδυάζεται με το χαμηλότερο κόστος κατά την εκτιμώμενη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής (σχέση κόστους/απόδοσης).

Επιπλέον, ο νόμος 4122/2013, με το άρθρο 20, επιβάλλει χρηματικές κυρώσεις σε περιπτώσεις παραβίασης ορισμένων διατάξεων ή παρακώλυσης κατά οποιονδήποτε τρόπο ελέγχου της ΕΥΕΠΕΝ (Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας) από το ενεργειακό επιθεωρητή.

### ⊙ **Νέος Οικοδομικός Κανονισμός**

Ο Νέος (Γενικός) Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ) [Ν.4067/2012 (ΦΕΚ Α'79/9.4.2012)] ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2012 και τέθηκε σε εφαρμογή τον Απρίλιο του ίδιου έτους. Οι κανόνες

δόμησης που τέθηκαν, προσδιορίζουν την ογκοπλασία του κτιρίου ανάλογα με τη λειτουργία του και ανταποκρίνονται στις εξελίξεις τεχνολογίας. Επίσης, προσαρμόζεται στα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής και στην ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος. Υποστηρίζει τις παθητικές μεθόδους που βοηθούν στη βελτίωση της θερμικής άνεσης. Ακόμα, επιτρέπει την αναβάθμιση υφιστάμενων παλαιών κτηρίων, στα οποία έχουν εξαντληθεί η κάλυψη, δόμηση ή το ύψος ή την προσθήκη φυτεμένων επιφανειών σε αυτά. [Καλτσά Μ. 2014]

Στους κύριους στόχους του νέου Οικοδομικού Κανονισμού περιλαμβάνονται [Καλτσά Μ. 2014]:

- Η εφαρμογή περιβαλλοντικής και κοινωνικής πολιτικής μέσα από τη δόμηση.
- Η συμμετοχή του κτηριακού τομέα στη μείωση των ρύπων, μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος, με την εφαρμογή μέτρων ΕΞ.Ε και αξιοποίηση των διατιθέμενων τεχνολογιών.
- Η βελτίωση του μικροκλίματος σε περιοχές υψηλής πυκνότητας και σε υποβαθμισμένες αστικές περιοχές, με την αύξηση των πράσινων και κοινόχρηστων χώρων.
- Η ενσωμάτωση φιλικών προς το περιβάλλον δομικών υλικών και στοιχείων που αναβαθμίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων.
- Η καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης, με την παροχή νέων δυνατοτήτων, κινήτρων και κανόνων.

Επιπλέον, στο νέο ΓΟΚ εισήχθησαν νέοι ορισμοί, με βασικό σκοπό τη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Οι βασικοί όροι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, το βιοκλιματικό κτίριο, το κτίριο ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης, η ελαφρά κατασκευή, το υπόσκαφο και η εκσκαφή, επίχωση ή επίστρωση, οι φυτεμένες επιφάνειες, τα παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης / θέρμανσης, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ψύξης / θέρμανσης, τα διπλά κελύφη, η απόσυρση κτηρίου και τα ανοίγματα χώρου κτηρίου. Επίσης, σημαντική διευκρίνιση είναι ότι τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης αποτελούν μία υποενότητα εντός του νέου ΓΟΚ. [Καλτσά Μ. 2014]

## 2.2. Χρησιμότητα Εξοικονόμησης Ενέργειας

Εξοικονόμηση ενέργειας ονομάζεται η δράση μέσω της οποίας επιτυγχάνεται ο περιορισμός της σπατάλης των ενεργειακών αποθεμάτων. Η ποσότητα ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και κλιματισμό, που απαιτείται για τις αυξανόμενες ανάγκες του πληθυσμού, έχει ανοδική τάση και η σχέση προσφοράς και ζήτησης των ενεργειακών αποθεμάτων δεν ισορροπεί. Το φαινόμενο αυξάνεται στις αστικές περιοχές εξαιτίας της συγκέντρωσης μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού και της ταχύρρυθμης ζωής με τις πολλαπλές δραστηριότητες που οδηγεί στην (υπέρ) κατανάλωση ενέργειας στον τομέα μεταφορών, συστημάτων (π.χ. θέρμανσης) και μικροσυσκευών (π.χ. κλιματιστικό, ηλεκτρική κουζίνα). Η απρόσκοπτη εξασφάλιση αυτής της ενέργειας δυστυχώς γίνεται με την εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.

Σε γενικό πλαίσιο οι χώρες της Ευρώπης, και ειδικά η Ελλάδα, έχουν έρθει αντιμέτωπες με την οικονομική κρίση που συνεπάγεται την αύξηση της φτώχιας κυρίως των ασθενέστερων κοινωνικά ομάδων. Αυτό συνεκτιμάται με την ενεργειακή φτώχια όπου υπολογίζεται η ποιότητα των παλαιών μη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, τα υψηλά κόστη σε αυτά (για αγορά, ενοικίαση, λογαριασμούς) και τα υψηλά επίπεδα των εκπομπών αέριων ρύπων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και η ορθολογική χρήση της, αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για την περιστολή της διαρροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία της χώρας μας, για την εξασφάλιση ορυκτών καυσίμων, κυρίως του πετρελαίου. Η κατανάλωση ενέργειας (τόσο πρωτογενούς μορφής, όσο και τελικής) ευθύνεται για το σημαντικότερο μέρος των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> και αέριων ρύπων (Ambrosone et al., 1980).

Επομένως, η ενεργειακή σπατάλη και ρύπανση καθιστά αναγκαία αρχικά τη λήψη μέτρων περιορισμού της σπατάλης των καυσίμων. Παράλληλες δράσεις είναι οι μεσομακροπρόθεσμη αποκλειστική χρήση νέων τεχνολογιών για την απεξάρτηση από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η αλλαγή νοοτροπίας στην κατασκευή και σύνθεση του κτιριακού τομέα καθώς και η αλλαγή των καθημερινών συνηθειών των ανθρώπων (περιβαλλοντική συνείδηση) με τελικό σκοπό την κοινωνική ανάταση.

### 2.2.1 Εφαρμογή Εξοικονόμησης Ενέργειας

Τα κτίρια πρέπει να ανταποκρίνονται σε ένα πλήθος περιβαλλοντικών απαιτήσεων για θέματα υποδομών, διάθεσης αποβλήτων, ανάδειξης πόρων, προστασίας συστημάτων κλπ, καθώς και να προσαρμόζονται στους κανόνες δόμησης (ΝΟΚ) και τα μέτρα που αφορούν την όλη διαδικασία ζωής του έργου. Η καλύτερη περίπτωση εφαρμογής της ΕΞ.Ε στα κτίρια είναι κατά τον προγραμματισμό, το σχεδιασμό και την κατασκευή του κτιρίου.

Στην αρχική μελέτη λοιπόν, πρέπει να μελετηθεί ο ενεργειακός σχεδιασμός, ο οποίος αποτελεί μία σύμπραξη βιοκλιματικού σχεδιασμού (παθητικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης) και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης (υποβοηθητικής σε ιδανικές συνθήκες) για εγκατάσταση σωμάτων όπου θα χρησιμοποιούνται, κατά το πλείστον, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στον ενεργειακό σχεδιασμό εφαρμόζονται εξ αρχής, στρατηγικές θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, φωτισμού, καθώς και θερμικής και οπτικής άνεσης.

Ωστόσο, σήμερα υφίσταται το καίριο ζήτημα της οικονομικής ανέχειας, η οποία όπου επικρατεί, ο κατασκευαστικός τομέας είναι ο πρώτος που προσκόπτει. Σε αυτή την περίπτωση η λήψη μέτρων για την ΕΞ.Ε. εφαρμόζεται στα ήδη υπάρχοντα κτίρια με τρόπο βελτιωτικό.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από κάθε επέμβαση στο κέλυφος του κτιρίου, εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής. Οπότε, μπορεί να πραγματοποιηθούν επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες να αφορούν το κτιριακό κέλυφος,

τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων. [ΚΑΠΕ, 2014]

### 2.2.2 Λήψη Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας

Πιο συγκεκριμένα, η λήψη μέτρων για την ΕΞ.Ε. γίνεται με τους εξής τρόπους [Υπηρεσία Ενέργειας κ.α., 2014]:

- ⊙ Βιοκλιματικός σχεδιασμός
- ⊙ Θερμομόνωση κτιρίων
- ⊙ Θέρμανση – Ψύξη Κτιρίων
  - Συστήματα Κεντρικής Θέρμανσης
  - Συστήματα Κλιματισμού/Δροσισμού
- ⊙ Φωτισμός
- ⊙ Ηλεκτρικές Συσκευές
- ⊙ Ενεργειακή Διαχείριση
- ⊙ Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού & Θερμότητας
- ⊙ Ανάκτηση Απορριπτόμενης Θερμότητας
- ⊙ Αντλίες Θερμότητας
- ⊙ Ενεργειακές Επιθεωρήσεις
- ⊙ Μεταφορές (υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα, οχήματα διπλής προώσεως / φυσικού αερίου / υδρογόνου.)

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται λοιπόν, με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Περαιτέρω καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων. [ΚΑΠΕ, 2014]

Σε κάθε περίπτωση, ο ένοικος παίζει σημαντικότατο ρόλο στη διαχείριση και την αξιοποίηση ενός ενεργειακά χτισμένου ή αποκατεστημένου κτιρίου αφού πρέπει να κατανοήσει τον τρόπο που λειτουργεί

το κτίριο και έτσι να είναι σε θέση να παρακολουθεί το πώς αυτό ανταποκρίνεται στις κλιματικές αλλαγές ώστε να κάνουν την καλύτερη χρήση των φυσικών συνθηκών και να επωφελούνται των συνθηκών άνεσης, τις οποίες έχει μελετηθεί αυτό να παρέχει. Ο μελετητής είναι αυτός που θα συμβουλέψει τον ένοικο για τις ενέργειες που θα πρέπει να ακολουθήσει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την εποχή. [John R. Goulding et. al, 1994]

### 2.2.3 Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Αλληλεπίδραση Αρχιτεκτονικής - Περιβάλλοντος

Στο κεφάλαιο «2.2.2. Λήψη Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας» αναφέρθηκαν επιγραμματικά όλα τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά μέτρα που μπορούν να παρθούν ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια σε ένα κτίριο ή μία κτιριακή μονάδα. Στην παρούσα εργασία, παρόλα αυτά, θα αναλυθεί κυρίως ο αρχικός σχεδιασμός, αυτός των αρχιτεκτονικών επεμβάσεων με την εφαρμογή παθητικών συστημάτων (κυρίως όσον αφορά στα συστήματα θέρμανσης) και θερμομόνωσης στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, αλλά και η ΕΞ.Ε. στο φωτισμό και η ενεργειακή διαχείριση, ενώ οι υπόλοιπες επεμβάσεις δε θα σχολιαστούν. Επιπλέον, θα αναπτυχθεί κυρίως η στρατηγική θέρμανσης αφού η περιοχή μελέτης αφορά χώρο εκπαίδευσης και διαμονής (ΜΕ.Κ.Δ.Ε), στην ορεινή περιοχή του Μετσόβου όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες καθιστούν αναγκαίες τις λήψεις μέτρων για την κάλυψη θέρμανσης.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτιρίου που γίνεται λαμβάνοντας υπόψη εξαρχής το κλίμα μιας περιοχής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται θερμική και οπτική άνεση στο κτίριο με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου [Υπηρεσία Ενέργειας κ.α., 2014]. Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι απαραίτητη η γνώση των κλιματικών (π.χ. κίνηση και θερμοκρασία αέρα, ακτινοβολία) και περιβαλλοντικών συνθηκών (υψόμετρο, προσανατολισμός οικοπέδου, βλάστηση περιοχής κ.α.) και, πάντα με τη χρήση νέων τεχνολογιών, η συμμετοχή τους στη δημιουργία ενός κτιρίου ή κτιριακής μονάδας με κατάλληλη φέρουσα κατασκευή (υποστυλώματα, δοκοί κ.α.) και κατασκευή συμπλήρωσης (ανοίγματα, μόνωση κ.α.).

Η δημιουργία ενός κτιρίου ή κτιριακής μονάδας λοιπόν προϋποθέτει τη δημιουργία ενός συστήματος. Αυτό το σύστημα είναι η αλληλεπίδραση του κτιρίου με το γύρω περιβάλλον του. Η εξάρτηση του (βιοκλιματικού) κτιρίου από το περιβάλλον του και το αντίστροφο αποτελεί μία συνθήκη καίριας σημασίας για το σχεδιασμό, τη σύνθεση και τη διασφάλιση της ποιότητας ζωής των έμβιων οργανισμών εντός (ένοικοι) και εκτός κτιρίου (οικοσυστήματα, θερμοκρασία αέρα κ.α.). Επιπλέον, οι επιδράσεις από τις εποχιακές και ημερήσιες αλλαγές των κλιματικών συνθηκών και οι ποικίλες απαιτήσεις των ενοίκων, ως προς το χρόνο και το χώρο, έρχονται να καθορίσουν αυτό το σύστημα ως προς τη μορφή (σχεδιασμός: όγκος, ανοίγματα, χωροθέτηση κ.τ.λ.) και την υφή του (χρήση υλικών).

Θέματα περιβάλλοντος και κλιματικών συνθηκών στη σύνθεση και τη δημιουργία ενός κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, μέχρι πρότινος, δεν λαμβάνονταν υπόψη όσο θα έπρεπε, με αποτέλεσμα τη μετέπειτα, συχνά πρόχειρη, εγκατάσταση εξοπλισμού θέρμανσης, ψύξης, αερισμού ή/και φωτισμού.

Αν και αυτό μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί ένα γεγονός ή μία βολική προσέγγιση, στην πραγματικότητα περιορίζεται η ευκαιρία να σχεδιαστούν, σε πιο πλήρη στάθμη, για τη δημιουργία κτιρίων που να μπορούν να ανταποκριθούν στο περιβάλλον λόγω της μορφής τους και της ευφυούς χρήσης υλικών με περιορισμένη εξάρτηση σε μηχανήματα. Η επαναδιατύπωση αυτής της δυνατότητας σχεδιασμού παρέχει μία διάσταση στη διαδικασία μελέτης που προσφέρει βάσιμες παραμέτρους ως γεννήτριες αρχιτεκτονικών μορφών. [John R. Goulding et. al, 1994]

Ως εκ τούτου, ανάλογα με τις ανάγκες θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού που μπορεί να έχει το οποιοδήποτε κτίριο και για την επίτευξη ενός βιοκλιματικού, αξιοβίωτου, σύγχρονου, υψηλών επιδόσεων χώρου απαιτείται η γνώση του κλίματος, των διαθέσιμων τεχνολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτίριο και η κατανόηση των συνθηκών άνεσης κάθε χώρου ανάλογα με τη χρήση του, τους ενοίκους του και με το πώς αυτές επηρεάζονται από τις αλλαγές του κλίματος. Οι βασικές αποφάσεις για το σχεδιασμό επικεντρώνονται στη θέση του κτιρίου, στη βασική του μορφή, στη διαρρύθμιση των χώρων του, στον τύπο κατασκευής και στην ποιότητα του περιβάλλοντός του με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται μία αρχιτεκτονική ανταπόκριση υψηλής ποιότητας σε συμφωνία με το περιβάλλον και ένα οικονομικό έως χαμηλό κόστος κατά τη λειτουργία του [John R. Goulding et. al, 1994].

Σαφέστατα, στις περισσότερες περιπτώσεις, ειδικά ακραίων καιρικών συνθηκών, απαιτείται η παροχή πρόσθετου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ώστε να καλυφθούν πλήρως οι συνθήκες άνεσης στο κτίριο. Λόγου χάρη, η περίπτωση της οπτικής άνεσης μπορεί να εξασφαλιστεί με το σωστό σχεδιασμό ανοιγμάτων και σκίασης αλλά, αξιοποιείται κυρίως μέχρι την ώρα που υπάρχει φυσικός φωτισμός. Από κει και έκτοτε απαιτείται ηλεκτρικός φωτισμός, ο οποίος αν σχεδιαστεί, βάσει των αρχών εξοικονόμησης ενέργειας, από την αρχή της μελέτης του κτιρίου μπορεί να εξασφαλίσει τον κατάλληλο φωτισμό ανάλογα με κάθε χρήση, περίσταση αλλά και εποχή.

Στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική υιοθετούνται στρατηγικές και συστήματα που ικανοποιούν τις ανάγκες των ενοίκων λαμβάνοντας υπόψη την τοπική ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία, τον άνεμο και άλλες κλιματικές συνθήκες όπως είναι η κλιματική ζώνη, οι τοπικές συνθήκες και το διαμορφωμένο τοπίο της περιοχής επέμβασης.

Τα παθητικά συστήματα είναι αυτά που ενσωματώνονται στις στρατηγικές θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού (και αερισμού) των κτιρίων και τα οποία αξιοποιούν τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιος, αέρας, νερό, έδαφος), καταναλώνοντας μηδενική ενέργεια. Τα παθητικά συστήματα είναι αναπόσπαστα κομμάτια (δομικά στοιχεία) του κτιρίου που με φυσικό τρόπο δροσίζουν και θερμαίνουν τα κτίρια, αφού λειτουργούν χωρίς μηχανολογικό εξοπλισμό και χωρίς να απαιτούν πρόσθετη παροχή ενέργειας. [Υπηρεσία Ενέργειας κ.α., 2014]. Τα συστήματα που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια αναφέρονται ως παθητικά ηλιακά συστήματα και συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση του χώρου.

Οι στρατηγικές που καλύπτουν την ανάγκη για θέρμανση ή ψύξη και η γενική αρχή φωτισμού είναι οι εξής [John R. Goulding et. al, 1994]:

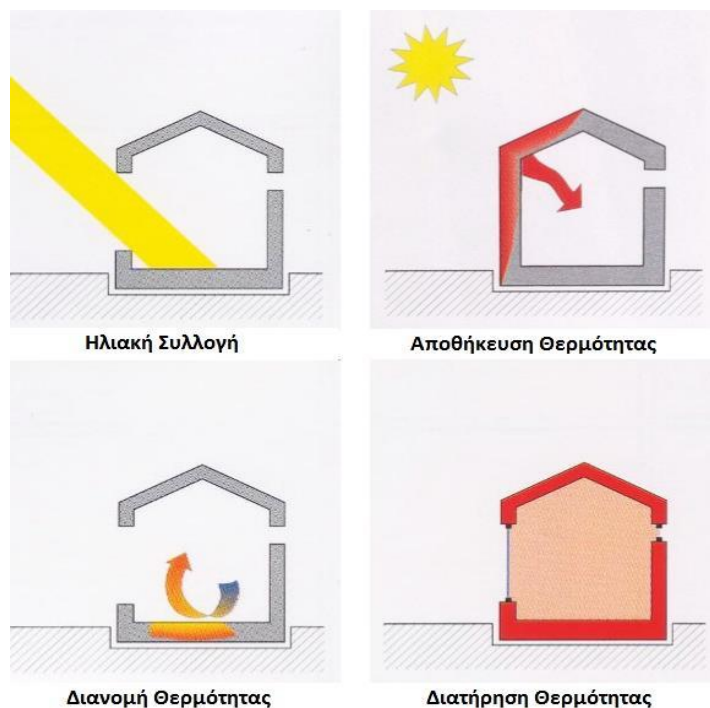
*Στρατηγική θέρμανσης* - σε ψυχρό καιρό. Στόχος είναι να μεγιστοποιούνται τα «ελεύθερα» κέρδη θερμότητας, να εξασφαλίζεται η καλή διανομή τους και η κατάλληλη αποθήκευση στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ μειώνονται οι θερμικές απώλειες, και επιτρέπεται ο επαρκής αερισμός. Τα συστήματα που εφαρμόζονται εδώ αφορούν στην ηλιακή συλλογή, η οποία βασίζεται στην αρχή του «φαινομένου του θερμοκηπίου» και στην αποθήκευση, διανομή και διατήρηση της θερμότητας (Εικόνα 2), όπου επίσης αξιοποιούνται οι νόμοι μεταφοράς της θερμότητας (αρχές φυσικής). Σε κάθε φάση της στρατηγικής καθοριστικό ρόλο στα αποτελέσματα θερμικής άνεσης εντός του κτιρίου παίζουν ο σχεδιασμός του κτιρίου (χωροθέτηση βάσει προσανατολισμού και ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου), τα υλικά (είδος, ποιότητα, υφή, χρώμα, επιθυμητή η μεγάλη θερμική μάζα - θερμοχωρητικότητα), το εύρος των ανοιγμάτων και η ύπαρξη θερμομόνωσης.

Η ηλιακή συλλογή γίνεται με τα α) διαφανή / ημιδιαφανή δομικά στοιχεία ή αλλιώς παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέρδους (π.χ. θερμοκήπιο) ή/και με τα β) αδιαφανή ή αλλιώς παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους (τοίχος, μόνωση) (Εικόνα 3). Στην α) περίπτωση γίνεται αξιοποίηση της ολικής μετάδοσης<sup>1</sup>, με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Για τη συλλογή των ηλιακών κερδών πρέπει να ληφθεί υπόψη ο προσανατολισμός και η κλίση των διάφανων στοιχείων. Σημασία εδώ έχει και η τελική επιφάνεια στην οποία θα «καταλήξει» η άμεση ακτινοβολία, αφού μπορεί να επηρεαστεί αλλιώς η θερμική άνεση των ενοίκων. Στη β) περίπτωση αξιοποιείται η ιδιότητα της ηλιακής ακτινοβολίας να μετατρέπεται (μέρος αυτής) σε θερμότητα όταν προσπέσει σε αδιαφανή επιφάνεια και να διαχυθεί στο εσωτερικό του κτιρίου.

---

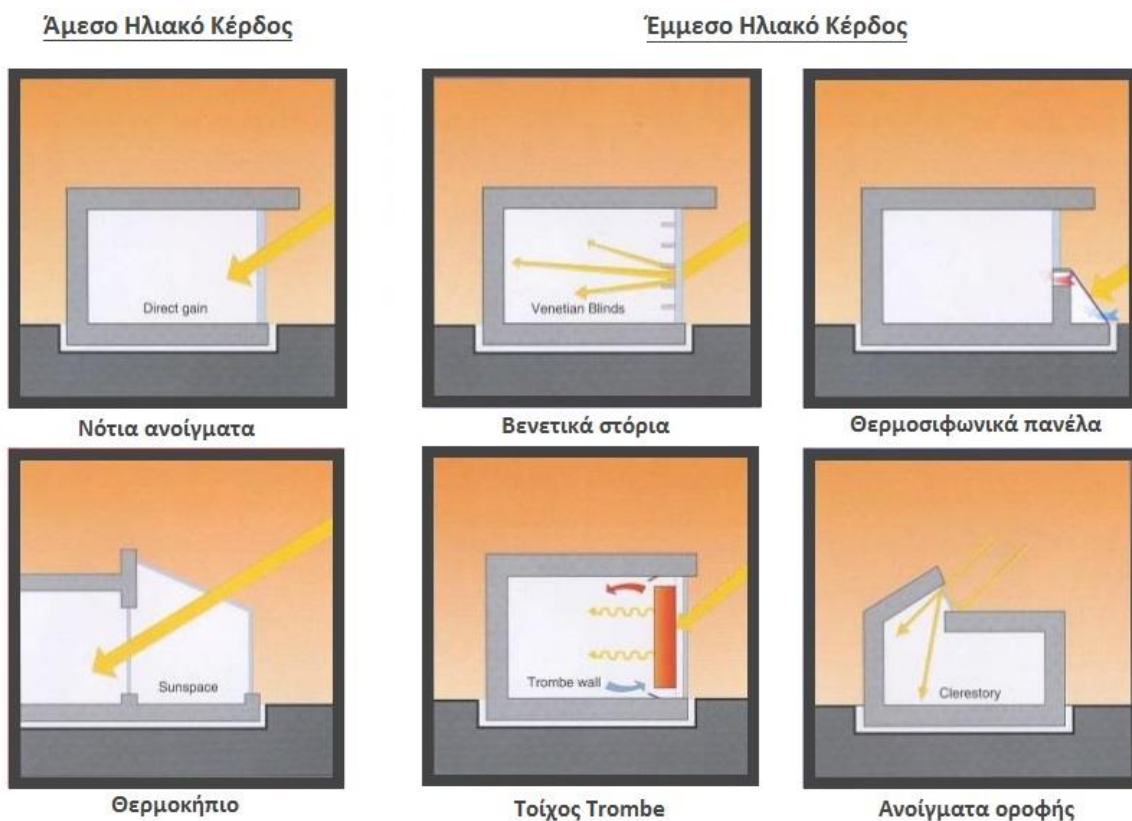
<sup>1</sup> Η ολική μετάδοση από το διάφανο ή ημιδιάφανο στοιχείο είναι το άθροισμα των ακτινών που μεταδίδονται άμεσα και της ακτινοβολίας που απορροφάται και επανεκπέμπεται προς το εσωτερικό. [John R. Goulding et. al, 1994]





Εικόνα 2: Στρατηγικές θέρμανσης

Πηγή: E.C., INNOBUILD project. Ιδία επεξεργασία.

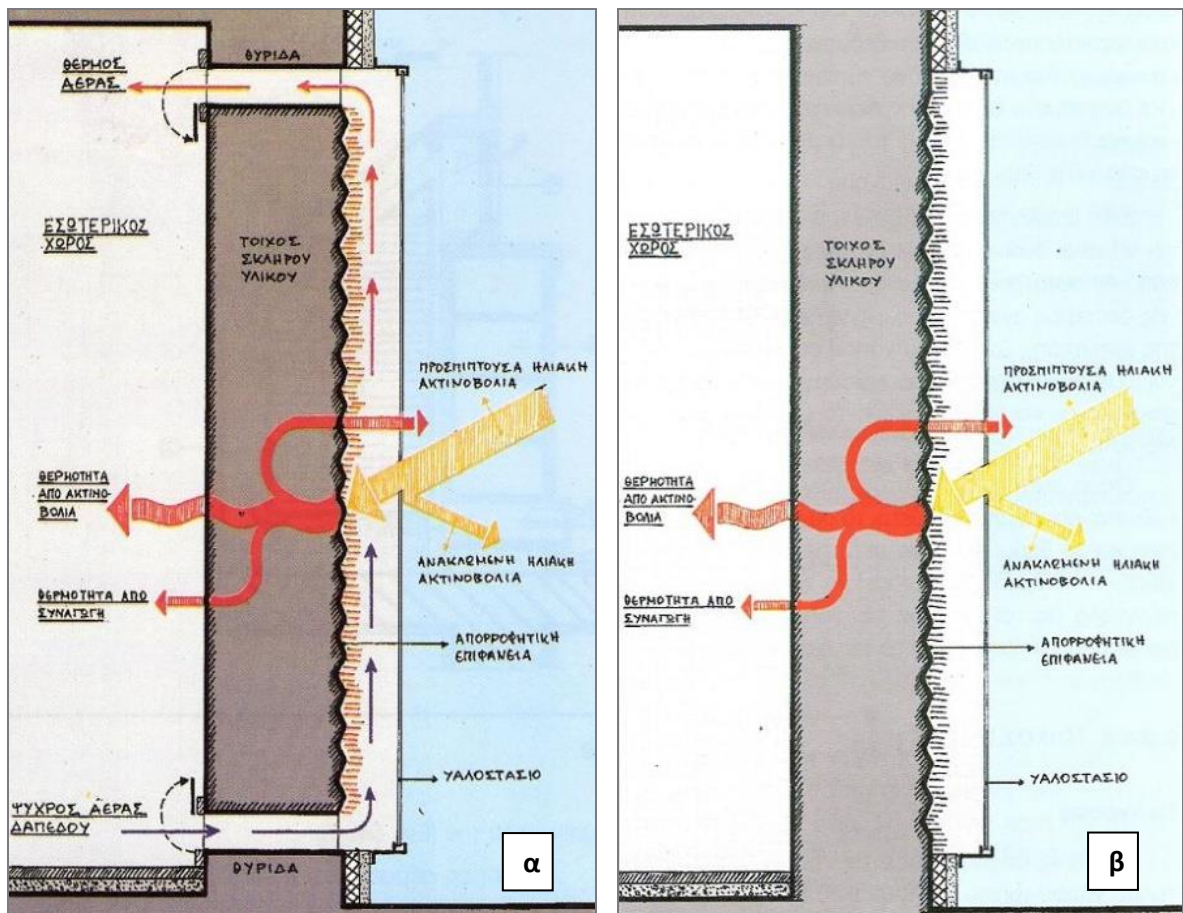


Εικόνα 3: Τρόποι ηλιακής συλλογής, άμεσο (ανοίγματα, θερμοκήπιο) και έμμεσο κέρδους (εσωτερικά στόρια για αντανάκλαση και διάχυση στο χώρο, θερμοσιφωνικά πάνελα, τοίχος trombe, άνοιγμα οροφής όπου μέρος του φωτός είναι άμεσο αλλά το μεγαλύτερο διαθλάται εσωτερικά).

Πηγή: E.C., INNOBUILD project. Ιδία επεξεργασία.

Ένα καλό παράδειγμα των δύο στοιχείων για την αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου είναι το θερμοκήπιο (αρχή φαινομένου του θερμοκηπίου) το οποίο παγιδεύει στο εσωτερικό του μεγάλο μέρος της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Πρόκειται για υαλοπέτασμα συνήθως μεταλλικού ή ξύλινου υαλοστασίου, τα οποία πλαισιώνουν υαλοπίνακες και εφάπτονται με την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Η ηλιακή ενέργεια μικρού μήκους κύματος συλλέγεται διά των υαλοπινάκων (διαφανή στοιχεία), προσπίπτει και απορροφάται από τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου που θερμαίνονται και έτσι επανεκπέμπεται ως ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος που εμποδίζεται από το θερμοκήπιο να διαφύγει. Η ολική μετάδοση εδώ είναι μεγαλύτερη με την εφαρμογή μονών τζαμιών και όχι διπλών εξαιτίας της μειωμένης απορροφητικότητας των διπλών τζαμιών στην επανεκπομπή της ακτινοβολίας από τα αδιαφανή στοιχεία, ενώ με τη χρήση υαλοπινάκων ειδικής επικάλυψης η μετάδοση βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα αλλά η θερμική ενέργεια στο εσωτερικό του κτηρίου διατηρείται.

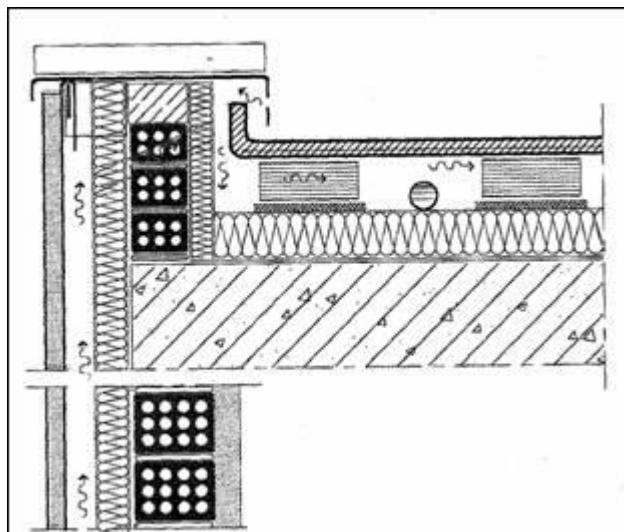
Το θερμοκήπιο ως παράδειγμα ηλιακού χώρου αποτελεί ουσιαστικά σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και τα ηλιακά αίθρια τα οποία λειτουργούν άψογα και σε ζεστά περιβάλλοντα που χρειάζεται δροσισμός. Επιπλέον, στα παθητικά συστήματα έμμεσου κέρδους ανήκουν οι τοίχοι trombe (Εικόνα 4.α), νερού, μάζας (Εικόνα 4.β) και οι αεροσυλλέκτες, ενώ στα συστήματα απομονωμένου κέρδους οι ηλιακοί συλλέκτες.



Εικόνα 4: α) Τοίχος Trombe, β) τοίχος μάζας και κίνηση αέρα.

Πηγή: <http://www.evonymos.org/greek/index.asp?parentid=146>

Βασισμένο στον τρόπο λειτουργίας του «θερμοκηπίου» και στη λογική του τοίχου μάζας και τοίχου trombe είναι το λεγόμενο διπλό κελύφος ή αεριζόμενο κελύφος. Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους είτε στην οροφή είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, μέσα στην οποία κυκλοφορεί ο αέρας του εξωτερικού χώρου. Το αεριζόμενο κελύφος συνεισφέρει στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους χειμερινούς μήνες, καθώς ο αέρας που κυκλοφορεί στο κελύφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού και, μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Ακόμα, συνεισφέρει και τη θερινή περίοδο στη σκίαση του περιβλήματος και, συνεπώς, στη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, όσο και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο του κελύφους. Η κατασκευή αυτή βέβαια, προϋποθέτει να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους (Εικόνα 5) [ΚΑΠΕ, 2014].



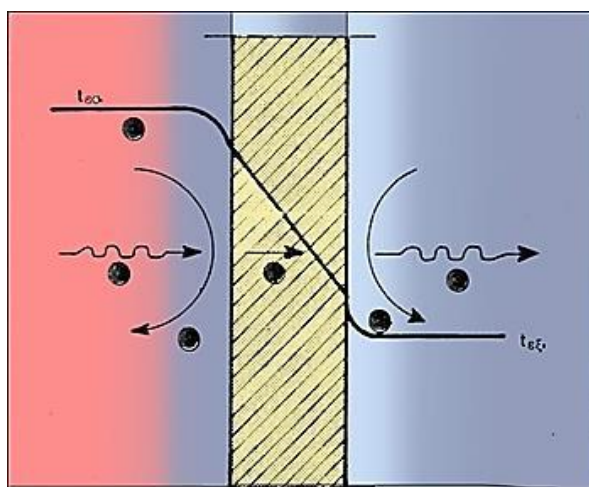
Εικόνα 5: Διπλό κελύφος: αεριζόμενο δομικό στοιχείο πρόσοψης και οροφής.

Πηγή: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermik\\_i\\_prostasia\\_kelyfous\\_aerizomeno\\_kelyfos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermik_i_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm)

Η περαιτέρω διαχείριση της συλλογής της ηλιακής ενέργειας γίνεται με την αποθήκευση θερμότητας. Αυτή στοχεύει στην εκμετάλλευση της πλεονάζουσας θερμότητας που έχει συλλεχθεί και στην μετέπειτα χρήση της όταν υπάρχει ανάγκη δηλαδή όταν η διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας δε συμπίπτει με τις ανάγκες θέρμανσης στο κτίριο. Η αποθήκευση θερμότητας απαιτεί την εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών. Υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα (φυσικοί λίθοι, σκυρόδεμα, τούβλα, ξύλο, υγρά, αέρια) θερμαίνονται ή ψύχονται με αργούς ρυθμούς. Οι φυσικοί λίθοι, το σκυρόδεμα και τα τούβλα βρίσκουν εφαρμογή, παραδοσιακά, όπου υπήρχε ανάγκη για καλή θερμική αποθήκευση.

Μετά την αποθήκευση της θερμότητας πρέπει να εξασφαλιστεί και η άμεση διανομή της ώστε να μη χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον σύστημα διανομής. Η διανομή θερμότητας γίνεται είτε με φυσικό, είτε με μηχανικό τρόπο. Στη φυσική διανομή, η αποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται με

μεταφορά<sup>2</sup> και ακτινοβολία<sup>3</sup>. Όταν η ενέργεια συσσωρευτεί στον τοίχο του κτιρίου, η διάδοση της θερμότητας (Εικόνα 6) γίνεται σχεδόν αμέσως προς την πλευρά που εκτίθεται στην ακτινοβολία. Ωστόσο στην αντίθετη πλευρά θα υπάρξει, προτού ελευθερωθεί η θερμότητα, μία χρονική υστέρηση, η οποία επηρεάζεται από τη θερμική αδράνεια του τοίχου (στην περίπτωση των δαπέδων η απορρόφηση και η επανεκπομπή θερμότητας γίνεται από την ίδια πλευρά). Η έκταση της καθυστέρησης εξαρτάται από τις διαστάσεις και από τις φυσικές ιδιότητες του τοίχου. Στην περίπτωση που υπάρχει θερμομόνωση στον τοίχο, αυξάνεται η θερμική αδράνεια. Αυτή η καθυστέρηση βοηθάει στη διατήρηση της θερμότητας, για αρκετό χρόνο, και αφού σταματήσει η ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα τον περιορισμό των θερμικών απαιτήσεων στο κτίριο.



Εικόνα 6: Διαφυγή της θερμότητας μέσα από τα εξωτερικά τοιχώματα:

α) Καμπύλη κατανομής της θερμοκρασίας.

- 1) Μετάδοση της θερμότητας με αγωγιμότητα, 2) μετάδοση της θερμότητας με μεταφορά, 3) μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία.

Πηγή: <http://www.thermograph.gr/images/thermomonosi/apolies/apolies1.jpg>

Όσο χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα έχει η θερμομόνωση, τόσο περισσότερο ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες. Το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό είναι ο αέρας με  $0,022\text{W/m}$  (σε ηρεμία και χωρίς υγρασία) και με εφαρμογή σε αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία. Η εξωτερική θερμομόνωση, σε σχέση με μία αντίστοιχη εσωτερική, αυξάνει τη χρήσιμη θερμική αδράνεια, ενισχύει τη στεγανοποίηση του κτιρίου, μειώνει τον κίνδυνο συμπύκνωσης υδρατμών στο κτίριο και τις πιθανότητες

<sup>2</sup> Στα υγρά και τα αέρια η θερμότητα διαδίδεται με μεταφορά. Κατά την μεταφορά αυτή, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται και μεταφέρονται σε ψυχρότερη περιοχή, όπου και προκαλούν την θέρμανσή της. Μπορεί να υπάρξει διάδοση μεταξύ στερεού και υγρού ή αερίου σώματος. Η γενική σχέση είναι  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$  όπου

$U$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε  $\text{W/m}^2\text{K}$ ,

$A$  η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας δηλαδή η επιφάνεια του δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον σε  $\text{m}^2$ ,

$\Delta T$  η θερμοκρασιακή διαφορά για την επιφάνεια συναλλαγής. [<http://el.wikipedia.org/wiki/Θερμότητα>]

<sup>3</sup> Για την μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία (αγωγή) χρειάζεται η παρουσία της ύλης αλλά διαδίδεται και στο κενό. Γνωστό παράδειγμα στη φύση είναι η θέρμανση της Γης από τον Ήλιο, όπου δεν υπάρχει μέσο διάδοσης. Η θερμική ακτινοβολία διαδίδεται στο χώρο με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, απορροφάται από τα διάφορα σώματα και τα θερμαίνει. Η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία θεωρείται συνήθως αμελητέα σε χαμηλές θερμοκρασίες και έτσι δεν λαμβάνεται υπόψιν. [<http://el.wikipedia.org/wiki/Θερμότητα>]

απωλειών από θερμογέφυρες<sup>4</sup>, αλλά μπορεί να είναι περισσότερο δαπανηρή αφού αν δεν της δοθεί προσοχή μπορεί να τραυματιστεί και να χρειαστούν επιπλέον επιδιορθωτικές επεμβάσεις. Ωστόσο, η εσωτερική θερμομόνωση αποτελεί ενίοτε τη μόνη λύση μόνωσης όταν δεν είναι δυνατή η πρόσβαση στο εξωτερικό του κτιρίου και όταν η παλαιότητα του δεν επιτρέπει την εξωτερική εφαρμογή. Ενώ προτιμάται σχεδόν πάντα στις περιπτώσεις παραθεριστικών κατοικιών επειδή δίνει αμεσότερα αποτελέσματα θέρμανσης (όμως όχι σε διάρκεια), δεν απειλείται από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες και είναι οικονομικότερη. Επιπλέον, υπάρχει και η λύση της θερμομόνωσης διπλής τοιχοποιίας (Εικόνα 7), η οποία εφαρμόζεται κατά την κατασκευή νεόδμητων κτιρίων και συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των δύο άλλων μονώσεων. Ο συγκεκριμένος τύπος μόνωσης αποφεύγεται στις σεισμικές περιοχές, αφού έχει μειωμένη αντισεισμική συμπεριφορά που οφείλεται κυρίως σε ενδεχόμενη κακοτεχνία. Τότε μπορεί να αποκολληθεί ο εξωτερικός τοίχος, σε περιπτώσεις έντονων σεισμικών δονήσεων. Εξίσου καλά, για εφαρμογές στα αδιαφανή στοιχεία, είναι τα πορώδη υλικά εφόσον δεν εισέλθει υγρασία, αφού τότε αυξάνεται η αγωγιμότητά τους (νερό: 0,58 W/m).

Επιπλέον, τα κουφώματα έχουν σημαντικότατο ρόλο στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, αλλά και ψύξη, των χώρων γιατί διαμέσου αυτών μεταφέρεται μεγάλη, ανεπιθύμητη ποσότητα ενέργειας (θερμικές απώλειες το χειμώνα, θερμικά κέρδη το καλοκαίρι). Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων. Τα παράθυρα θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες<sup>5</sup> (διαφανή στοιχεία) και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες (Γράφημα 2.2) και επιπλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά [ΚΑΠΕ, 2014]. Τα διαφανή στοιχεία μπορούν να πληρωθούν, εκτός από ξηρό αέρα, με ειδικό αέριο χαμηλής αγωγιμότητας αλλά και να ενισχυθούν με ειδικές επεξεργασίες, όπως το να βαφτούν εξωτερικά με μεμβράνη από οξειδίο μετάλλου<sup>6</sup>. Επιπροσθέτως, στα παράθυρα μπορεί να μειωθούν οι απώλειες με την προσθήκη εξωτερικών ρολών ή άλλης κινητής μόνωσης ή κουρτινών εσωτερικά του χώρου.

<sup>4</sup> Ως θερμογέφυρες ορίζονται τα σημεία ή οι επιφάνειες του κελύφους με σημαντική μείωση της θερμικής αντίστασης των δομικών στοιχείων σε σχέση με τις λοιπές επιφάνειες, που αποτελούν σημαντική πηγή θερμικών απωλειών. Εμφανίζονται δε κατεξοχήν στην διεπιφάνεια δύο διαφορετικών δομικών στοιχείων ή δύο ίδιων δομικών στοιχείων διαφορετικού πάχους, σε συνδέσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων και πλευρικά γύρω από ανοίγματα. [<http://el.wikipedia.org/wiki/Θερμογέφυρα>]

<sup>5</sup> Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά. [ΚΑΠΕ, 2014]

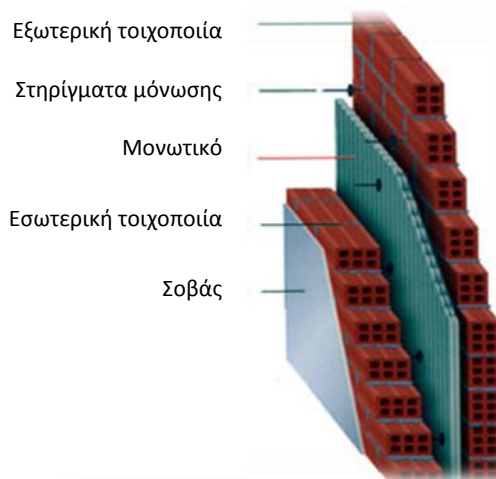
<sup>6</sup> Το οξειδίο μετάλλου λειτουργεί ως φράγμα που ανακλά την υπέρυθη ακτινοβολία μέσα στο χώρο, μεταδίδοντας θερμότητα περίπου ίση με το 30% αυτής που θα είχε ένα απλό τζάμι και σχεδόν ίση με την απόδοση ενός τριπλού τζαμιού. [John R. Goulding et. al, 1994]

Η φυσική διανομή θερμότητας επιτυγχάνεται και με θερμική κυκλοφορία, στην οποία όμως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή γιατί μπορεί να υπάρξουν αντίθετα αποτελέσματα. Τελευταία, ενισχυτική λύση διανομής της θερμότητας είναι η μηχανική διανομή μέσω συσκευών όπως είναι ο ανεμιστήρας και η αντλία θερμότητας που οδηγούν τις θερμές αέριες μάζες σε ψυχρούς χώρους.



Γράφημα 2.1: Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια

Πηγή: ΚΑΠΕ, Έργο "Double Glazing in Southern Countries" XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής



Εικόνα 7: Θερμομόνωση διπλής τοιχοποιίας

Πηγή: <http://aritherm.gr/wp-content/uploads/2012/09/%CE%B4%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%82.jpg>

Για να λειτουργήσουν επιτυχώς οι στρατηγικές θέρμανσης πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος. Πέραν της εφαρμογής της μόνωσης για το σκοπό αυτό πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη μέριμνα στην οργάνωση των εσωτερικών χώρων σε θερμικές ζώνες ανάλογα με τη χρήση τους και τις ενεργειακές απαιτήσεις που αυτοί έχουν. Με αυτό τον τρόπο οι χώροι με

υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις προσανατολίζονται στο νότο και οι υπόλοιποι προς το βορρά (εάν αυτό είναι δυνατόν).

Καθαρά για λόγους συνοχής των στρατηγικών εφαρμογών στο βιοκλιματικό σχεδιασμό θα αναφερθούν περιληπτικά η στρατηγική ψύξης και η αρχή φυσικού φωτισμού, αφού η εργασία ασχολείται με ήδη υπάρχουσα κτιριακή εγκατάσταση σε ορεινή περιοχή, οπότε δεν τίθεται θέμα για ψύξη και ο φυσικός φωτισμός έχει ήδη ληφθεί υπόψη στον αρχικό σχεδιασμό.

Στρατηγική ψύξης (δροσισμός, αερισμός) - σε θερμό καιρό. Εδώ σκοπός είναι η ελαχιστοποίηση των κερδών θερμότητας και η αποφυγή της υπερθέρμανσης με εξαερισμό και συστήματα ηλιακού ελέγχου (π.χ. σκίαστρα), με βελτίωση μικροκλίματος (π.χ. βλάστηση), καθώς και η βελτιστοποίηση του αερισμού με ψυχρό αέρα και άλλες μορφές φυσικής ψύξης (παθητικός δροσισμός μέσω αερισμού). Στην στρατηγική ψύξης περιλαμβάνονται και τα μη παθητικά συστήματα που αφορούν στη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και στα συστήματα ελέγχου ενεργειακής διαχείρισης, (αυτοματισμοί άμεσης ρύθμισης και διακοπής της παροχής ενέργειας) με στόχο να αποφευχθούν τα εξωτερικά και εσωτερικά κέρδη.

Γενικές αρχές φυσικού φωτισμού – η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού επηρεάζεται από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα. Η σωστή χρήση του φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα στα κτίρια που χρησιμοποιούνται κυρίως τη μέρα, μπορεί, με την αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού, να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα, στην οπτική άνεση και στην ευεξία των ενοίκων. Στρατηγική αυτού του είδους πρέπει να περιλαμβάνει τη δυνατότητα για περμική πρόσοδο και εξοικονόμηση ενέργειας με αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού με φυσικό φωτισμό που παρέχει υποκειμενικά πλεονεκτήματα και θέα στο ύπαιθρο, στοιχεία που ικανοποιούν τους ενοίκους. [John R. Goulding et. al, 1994]

Η αντικατάσταση του φυσικού φωτισμού από τον ηλεκτρικό φωτισμό συχνά δυσχεραίνει τις συνθήκες άνεσης, ειδικά σε μεγάλα κτίρια με χαμηλό ποσοστό επιφάνειας προς όγκο, αφού αυξάνει τα εσωτερικά κέρδη θερμότητας και συχνά, για αυτό το λόγο, επιβάλλεται χρήση μηχανικού κλιματισμού.

Για να επιτευχθεί η ενεργειακή εξοικονόμηση με στόχο την σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενός υπάρχοντος κτιρίου ή μίας κτιριακής μονάδας θα πρέπει να ενσωματωθούν τεχνολογίες, οι οποίες να μην περιορίζονται μόνο στα παθητικά συστήματα. Δυστυχώς, αν το κτίριο έχει κατασκευαστεί χωρίς να ληφθούν υπόψη, στον αρχικό σχεδιασμό, οι στρατηγικές παθητικών συστημάτων, τότε οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν πάνω στο κτίριο περιορίζονται.

Η αντικατάσταση κουφωμάτων και η στεγανοποίηση – θερμομόνωση δώματος, θερμομόνωση (εξωτερικής) τοιχοποιίας ή δαπέδων, ως λύσεις, πολλές φορές αποτελούν πρόβλημα, ειδικά όταν πρέπει να εφαρμοστούν σε ιστορικά και παραδοσιακά κτίρια όπου ίσως δεν πρέπει να αλλοιωθούν λ.χ. οι όψεις τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ίσως αναγκαίο να γίνουν επεμβάσεις και εκτός κτιρίου ή με τρόπο που να μην επηρεαστεί το κέλυφος και οι ζωές των ενοίκων (μέχρι να υλοποιηθεί το έργο).

Με σκοπό την ΕΞ.Ε ενός κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, ενίοτε πρέπει να συνεργαστούν και άλλα συστήματα όπως είναι τα Φ/Β συστήματα, οι ανεμογεννήτριες, η αναβάθμιση συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, καθώς και εφαρμογή αντλιών θερμότητας, ηλιοθερμίας ή φυσικού αερίου. Σε κάθε περίπτωση, ανάλογα με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, πρέπει να διεξαχθεί διεπιστημονική μελέτη ώστε να μπορέσει το αποτέλεσμα της επέμβασης, πέρα από περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, να επιφέρει και κοινωνικά οφέλη. Επιπλέον, για να σταθεροποιηθούν αυτά τα οφέλη σε βάθος χρόνου, επιβάλλεται η τακτική ενημέρωση και αφύπνιση των ενοίκων για τον τρόπο χρήσης των συστημάτων (κυρίως των παθητικών). Εφόσον γίνει κατανοητή η θεωρία και ο λόγος για τον οποίο απαιτείται εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς, μόνο τότε μπορεί να πραγματοποιηθεί και να διαρκέσει στο χρόνο.

#### 2.2.4 Φωτισμός

Εκτός από την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα της εξασφάλισης οπτικής άνεσης σε ένα χώρο, μπορεί να επιτευχθεί και με τεχνικές που αφορούν τον τεχνητό φωτισμό. Αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε απλές τεχνικές (σωστή μελέτη, χρήση και συντήρηση των συστημάτων τεχνητού φωτισμού), αλλά και σε πιο σύγχρονες τεχνολογικές μεθόδους, όπως είναι η χρησιμοποίηση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, η χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων και η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Η μελέτη αρχιτεκτονικού φωτισμού αφορά στην τοποθέτηση και τον έλεγχο του τεχνητού φωτός μέσα σε έναν χώρο. Αποσκοπεί στη βελτίωση της λειτουργίας του, στην αύξηση της ευκρίνειας στο περιβάλλον των χρηστών και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Κατά τη μελέτη προσδιορίζεται ο αριθμός, ο τύπος και η θέση των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων, ενώ μπορεί να υπολογιστεί και το κόστος αγοράς και συντήρησης της εγκατάστασης. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Η σωστή και συστηματική συντήρησή του φωτισμού παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην ορθή λειτουργία του, αφού τα στοιχεία των συστημάτων τεχνητού φωτισμού έχουν μια καθορισμένη διάρκεια ζωής. Κλασικότερο παράδειγμα αποτελεί η απόδοση των λαμπτήρων, η οποία μειώνεται σταδιακά, αν και με διαφορετικό ρυθμό για κάθε τύπο λαμπτήρα. Στη μείωση της απόδοσης συμβάλει και η εναπόθεση ρύπων και σκόνης στους λαμπτήρες, καθώς έτσι μειώνεται η ποσότητα του φωτός που εκπέμπουν, ενώ η κατανάλωση ενέργειας θα παραμείνει σταθερή κάτι που επιβαρύνει την ενεργειακή απόδοση του συστήματος. Εξάλλου, η αποδοτικότητα του συστήματος φωτισμού εξαρτάται και από την συντήρηση των επιφανειών ενός χώρου. Το φως που δέχεται η επιφάνεια εργασίας είναι το άθροισμα του άμεσου φωτός από τα φωτιστικά σώματα και του φωτός που ανακλάται από τις διάφορες επιφάνειες και στους τοίχους. Για τον λόγο αυτό πρέπει να καθαρίζονται ή και να βάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]



Στην αγορά είναι διαθέσιμη μια μεγάλη γκάμα λαμπτήρων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας, με επικρατούσα μορφή τους λαμπτήρες εκκένωσης. Από την κατηγορία αυτή χρησιμοποιούνται κυρίως οι λαμπτήρες φθορισμού, καθώς προσφέρουν άριστη σχέση ποιότητας φωτισμού, απόδοσης και τιμής, αλλά και οι λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης (High Intensity Discharge – HID).

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό εξαρτάται από την ισχύ των λαμπτήρων (watt) και το χρόνο λειτουργίας τους. Οι σύγχρονοι οικονομικοί λαμπτήρες δηλαδή οι λαμπτήρες φθορισμού (λ.φ), για το ίδιο επίπεδο φωτεινότητας με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχουν 10 φορές μεγαλύτερο χρόνο ζωής. Συγκεκριμένα οι λαμπτήρες πυράκτωσης έχουν διάρκεια ζωής περίπου 1.000 ώρες και οι φθορισμού αφενός έχουν χρόνο ζωής 6.000-15.000 ώρες, για τις ίδιες ώρες λειτουργίας, και αφετέρου απαιτούν το 1/5 της ηλεκτρικής κατανάλωσης, αφού καταναλώνουν περίπου 65% - 80% λιγότερη ενέργεια, παράγοντας το ίδιο φως σε σχέση με τους καλύτερους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης (Πίνακας 2.2). [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014]. Το κόστος αγοράς των λ.φ. είναι μεγαλύτερο, αλλά η απόσβεση του γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα λόγω των οικονομικών οφελών και της μεγάλης διάρκειας ζωής του.

Αξίζει να σημειωθεί πως, σύγχρονες έρευνες, με βάση τις νέες ποιοτικές απαιτήσεις, επιβάλλουν το συνδυασμό δυο διαφορετικών τύπων φωτισμού στους χώρους γραφείων: το γενικό φωτισμό και τον τοπικό φωτισμό εργασίας. Με το διαχωρισμό αυτό επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος εργασίας, κυρίως από την άποψη ότι ο τοπικός φωτισμός επιλέγεται για την κάλυψη συγκεκριμένων λειτουργικών αναγκών των εργαζομένων. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Πίνακας 2.2: Συγκριτικές καταναλώσεις, για το ίδιο ποσό φωτεινότητας, ενός λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης και ενός κοινού λαμπτήρα πυρακτώσεως.

Ισχύς Λαμπτήρα Χαμηλής Κατανάλωσης (W)	Ισχύς Κοινού Λαμπτήρα Πυρακτώσεως (W)
5	25
7	40
11	60
18	75
20	100
23	120

Πηγή: Υπηρεσία Ενέργειας κ.α., 2014. Ιδία επεξεργασία.

Οι σύγχρονες τεχνολογικές μέθοδοι για το πεδίο της ΕΞ.Ε στον φωτισμό περιλαμβάνουν και εναλλακτικές τεχνολογίες για φωτισμό όπως, οι αναβαθμισμένες λάμπες αλογόνου (improved halogen

lamps, with xenon gas filling), οι λαμπτήρες φωτεινών εφέ (LED, light emitted diode) και οι λάμπες νατρίου υψηλής εκκένωσης.

Επίσης, οι λαμπτήρες χρειάζονται και το κατάλληλο φωτιστικό σώμα. Τα φωτιστικά σώματα είναι οι συσκευές όπου τοποθετείται ο λαμπτήρας και ο εξοπλισμός που απαιτείται για τη λειτουργία του (ballast, starter, μετασχηματιστές, καλωδίωση). Επιπλέον, περιλαμβάνουν τα μέρη που τον συγκρατούν, τον προστατεύουν και διαχέουν το φως στον χώρο, ώστε να ικανοποιηθούν όλα τα αισθητικά και λειτουργικά κριτήρια που τίθενται. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Το πλήθος των νέων αναπτυσσόμενων συνθετικών υλικών, σε συνδυασμό με την σύγχρονη τεχνολογία, αυξάνει την απόδοση των φωτιστικών σωμάτων. Το 80% των υφιστάμενων εγκαταστάσεων φωτισμού είναι παλαιότερες από 20 χρόνων. Επομένως, η ανακαίνισή τους χρησιμοποιώντας σύγχρονο εξοπλισμό μπορεί συχνά να οδηγήσει, εκτός από τη βελτίωση της ποιότητας του παρεχόμενου φωτός και την εξασφάλιση οπτικής άνεσης. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Τα συστήματα ελέγχου του φωτισμού μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς ρυθμίζουν τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού σε συνάρτηση με ένα εξωτερικό σήμα (π.χ. πάτημα διακόπτη, ανίχνευση παρουσίας, επίπεδα φωτισμού). Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών αξιοποιεί το φυσικό φωτισμό και περικόπτει την άσκοπη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού, όταν οι χρήστες απουσιάζουν. Έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων ότι με τη χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών αυτού του τύπου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

Συστήματα ελέγχου που μπορούν να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι οι τοπικοί διακόπτες έναυσης, τα συστήματα χρονοπρογραμματισμού, τα συστήματα ελέγχου παρουσίας (αισθητήρες κίνησης) και τα συστήματα σύζευξης με το φυσικό φωτισμό, ενώ ακόμα και ένας απλός ροοστάτης (dimmer), που ρυθμίζει (χειροκίνητα) την ένταση του φωτός, μπορεί να συμβάλλει σε αυτό το στόχο. [Κυριακόπουλος, Μπιζέλη κ.α., 2013]

### 2.2.5 Ενεργειακή Διαχείριση

Για τη σωστή και αποδοτική διαχείριση της ενέργειας -κυρίως των πολλαπλών χώρων όπως τα σχολεία, οι υπηρεσίες, τα ξενοδοχεία, οι επιχειρήσεις, οι βιομηχανίες- εγκαθίστανται τα συστήματα διαχείρισης κτιρίου: BMS ή EBMS (Energy Building Management System) με στόχο την εξοικονόμηση και την αποδοτική χρήση ενέργειας στο κτίριο. Η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης εφαρμόζεται για την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου, ώστε να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση, η απρόσκοπτη λειτουργία, η ρύθμιση των παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου (χρονικός προγραμματισμός, διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες χρήσης, καταγραφή θερμοκρασιών, έλεγχος της κατάστασης των μηχανημάτων, φύλαξη δεδομένων κ.ο.κ).

Παράλληλα, παρακολουθεί και καταγράφει, αν και όπου αυτά υπάρχουν, τη συμπεριφορά των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, που εγκαταστάθηκαν στο κτίριο, τη θερμική άνεση χώρων, τις εγκαταστάσεις κλιματισμού-θέρμανσης, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, την εγκατάσταση φωτισμού και φυσικού δροσισμού, την κατανάλωση ηλεκτρικής κατανάλωσης κτιρίου καθώς και την ποιότητα αέρα και δημιουργεί αρχεία με στατιστικά στοιχεία. Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης συνήθως περιλαμβάνουν και την εγκατάσταση αυτοματισμών άμεσης ρύθμισης και διακοπής της παροχής ενέργειας όπως είναι οι ανιχνευτές κίνησης για άνοιγμα ή κλείσιμο φώτων, τα συστήματα διακοπής της λειτουργίας κλιματιστικών σε περίπτωση ανοίγματος παραθύρου, το σύστημα παρακολούθησης συγκεκριμένων φορτίων συνδεδεμένων με αυτοματισμό άμεσης διακοπής του φορτίου μόλις αυτό πλησιάζει συγκεκριμένη ζήτηση και το σύστημα αφαίρεσης και τοποθέτησης κλειδιού για έλεγχο του ηλεκτρικού φορτίου, κυρίως σε δωμάτια ξενοδοχείων.



### 3. Η Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική Σήμερα

*«Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι η κατασκευή λαϊκών κτιρίων που αντιστοιχούν σε πραγματικές ανάγκες, προσαρμοσμένων στο περιβάλλον, από ανθρώπους που σύμφωνα με την αυτόχθονη, ιθαγενή συνείδησή τους ήξεραν να τα προσαρμόζουν με τον καλύτερο τρόπο.»*

*Frank Lloyd Wright (1867–1959)*

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι κλιματικές συνθήκες, το φυσικό περιβάλλον και οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι διαμορφώνουν την αρχιτεκτονική του κάθε τόπου. Παράλληλα, ο εκάστωτε πληθυσμός με τον πολιτισμό του, δηλαδή τις συνήθειές του, και τον συγκεκριμένο τρόπο ζωής που απορρέει από τις ανάγκες, τις θρησκευτικές του πεποιθήσεις, τα ήθη και τα έθιμά του, επιδρά καταλυτικά στη μορφή (σχήμα, μέγεθος) που δίνεται στο οικιστικό και αρχιτεκτονικό τοπίο.

Έτσι είθισαν τα κτίρια στα ψυχρά κλίματα να έχουν ογκολιθική, συμπαγή μορφή και μικρά ανοίγματα, ενώ χρησιμοποιούνταν σε αυτά υλικά με μεγάλη θερμική μάζα. Αντιθέτως στα θερμά κλίματα επιλέγονται οι ελαφριές κατασκευές, με ανοίγματα εκατέρωθεν των δωματίων ώστε να δημιουργείται διαμπερής αερισμός και εφαρμόζονται επιπλέον (παθητικά) συστήματα με σκοπό την κίνηση του αέρα (ηλιακές καμινάδες), τη σκίαση και το δροσισμό των κτιρίων.

Ένα κοινό είχαν οι ζώσες κάτοικοι στις περιοχές με διαφορετικά κλίματα: δεν είχαν επιπλέον μόνωση από αυτή που τους παρέχόταν από τα τοπικά υλικά (φυσικοί πόροι) και δεν είχαν τη δυνατότητα να «μεταφέρουν» τεχνοτροπίες και αρχιτεκτονικές συνήθειες άλλων χωρών. Από τη στιγμή που άρχισε να γίνεται αυτό, ξεκίνησε ο περιορισμός της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και η μετάβαση σε μία παγκοσμιοποιημένη, σύγχρονη αρχιτεκτονική. Με τον σημερινό τρόπο δόμησης και τη συγκεκριμένη χρήση υλικών απαιτούνται επιπλέον τεχνικές για τη διατήρηση της θερμικής άνεσης των κτιρίων, οι οποίες να συμπλέουν με τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανάγκες για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική έχει διαστάσεις πολιτιστικές, κοινωνικές και οικονομικές και πρέπει να διατηρηθεί. Ωστόσο, υπάρχουν δυσκολίες σε ένα τέτοιο εγχείρημα, δεδομένου ότι η αρχιτεκτονική εξελίσσεται και τα κτίρια καλούνται να ικανοποιήσουν νέες ανάγκες και απαιτήσεις συνθηκών άνεσης. Συνεπώς ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι παραδοσιακοί οικισμοί, οι οποίοι προστατεύονται και διέπονται από περιοριστικούς όρους δόμησης προκειμένου να διατηρηθεί ο αρχιτεκτονικός τους χαρακτήρας, ενώ ταυτόχρονα καλούνται να ανταποκριθούν στο σύγχρονο τρόπο ζωής. (Καλογήρου, Σαγιά, 2011)

Μείζονος θέματος, γι' αυτό το λόγο, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Για να μπορέσουν τα παραδοσιακά κτίρια να καλύψουν τις σύγχρονες ανάγκες των ενοίκων (ντόπιοι ή τουρίστες) και να ανταπεξέλθουν στις κλιματικές αλλαγές που επηρεάζουν τη θερμική τους άνεση, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τα οποία συνάμα να

συμμορφώνονται στη νέα ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία όπου προωθούνται σύγχρονα, μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και να σεβαστούν την αντίστοιχη νομοθεσία περι προστασίας των παραδοσιακών οικισμών.

### 3.1. Παραδοσιακή και Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Ένας Θεωρητικός Συσχετισμός

*«Έχουμε πολλά να μάθουμε από την αρχιτεκτονική πριν γίνει τέχνη των ειδικών. Οι αδίδακτοι τεχνίτες στο χώρο και το χρόνο -οι πρωταγωνιστές αυτής της παράστασης- επιδεικνύουν ένα αξιοθαύμαστο ταλέντο στην ένταξη των κτηρίων στο φυσικό περιβάλλον. Αντί να προσπαθούν να 'κατακτήσουν' τη φύση, όπως κάνουμε εμείς, καλωσορίζουν τις ιδιοτροπίες του κλίματος και τις προκλήσεις της τοπογραφίας.»*

*Bernard Rudofsky, Architecture without Architects.*

*A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*

*Εκδ. Doubleday & Company, Garden City, New York 1964, σ.10*

Η αρχιτεκτονική κληρονομιά αποτελεί μια αναντικατάστατη έκφραση πλούτου της πολιτιστικής κληρονομιάς και ανεκτίμητη μαρτυρία του παρελθόντος του κάθε τόπου. Στην έννοια της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς περιλαμβάνονται παραδοσιακά κτίρια, οικιστικά σύνολα, παραδοσιακοί οικισμοί, ιστορικά κέντρα πόλεων και γενικότερα τα στοιχεία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με ιδιαίτερη ιστορική, πολεοδομική, αρχιτεκτονική, λαογραφική, κοινωνική και αισθητική φυσιογνωμία και αξία [ΥΠΕΚΑ, 2009]. Η αρχιτεκτονική κληρονομιά είναι «δομικά στοιχεία» του κάθε τόπου που πρέπει να αναδειχθούν. Για να μπορέσει όμως, αυτή η κληρονομιά να αξιοποιηθεί και να αναδειχθεί, πρέπει συνάμα να «εκσυγχρονιστεί». Ο εκσυγχρονισμός της αρχιτεκτονικής παράδοσης γίνεται με τη χρήση νέων τεχνολογιών, οι οποίες θα καλύψουν τις απαιτητικές ανάγκες του σύγχρονου πληθυσμού και γιατί όχι, και με την εισαγωγή νέων αρχιτεκτονικών τάσεων, οι οποίες όμως θα εφαρμόζονται ώστε να αναδείξουν την παραδοσιακή αρχιτεκτονική και όχι να την επισκιάσουν.

Όταν ο αρχιτέκτονας του μοντέρνου κινήματος Άρης Κωνσταντινίδης (1913-1993) μιλούσε για μία «κοινωνία» που δεν ξέρει τι γυρεύει, αφού δεν μιλά πια μια κοινή γλώσσα, αλλά πολλές, και που ο καθένας τραυλίζει μια δική του διάλεκτο (που δεν είναι καν «γλώσσα») για να μην την καταλαβαίνει άλλο, (Κωνσταντινίδης Α., 1972) έθιγε το ζήτημα της λησμόνησης της παράδοσης στη νεώτερη αρχιτεκτονική δημιουργία. Την περίοδο που δραστηριοποιείτο ο αρχιτέκτονας, η σύγχρονη τάση ήταν το μοντέρνο κίνημα, το οποίο πολλακίς συνδυάστηκε τελικά με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική παράγοντας εξαιρετα αποτελέσματα. Σήμερα, η τάση περιστρέφεται γύρω από τον βιοκλιματικό (ενεργειακό) σχεδιασμό.

Όλες οι αρχιτεκτονικές τάσεις αποτελούν μία διαδοχική εξέλιξη η μία της άλλης ανάλογα με τις ανθρώπινες ανάγκες, την ηθική και τις δυνατότητες της εκάστωτε χρονικής περιόδου. Όλες όμως ταυτίζονται διαχρονικά σε ένα σημείο: τον περιβάλλοντα χώρο. Όπως χαρακτηριστικά γράφει πάλι ο Κωνσταντινίδης: «η αρχιτεκτονική φυτρώνει στην γη που βρίσκεται και έχει άμεση σχέση με αυτήν όπως το δένδρο ή ο θάμνος». Αυτή η θεώρηση γίνεται στις μέρες μας πιο επίκαιρη από ποτέ. Η ενσωμάτωση της ανθρωπογενούς δημιουργίας με το τοπίο και η αλληλεπίδραση αυτών των δύο, μας θυμίζει έντονα τις εφαρμογές (αρχές) της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και την αναβίωσή τους σήμερα, με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Με μία πρώτη ματιά λοιπόν μπορεί να ειπωθεί ότι η παραδοσιακή αρχιτεκτονική (π.α.) αποτελεί το θεμέλιο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής (β.α.). Αυτό θα ήταν τελικά, μάλλον απερίσκεπτο να ειπωθεί αφού οι διαφορές υπάρχουν χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν θα έπρεπε να υπάρχουν ή ότι δεν εξομαλύνονται στο δημιουργικό αποτέλεσμα.

Καταρχήν, η β.α. είναι λόγια αρχιτεκτονική γιατί αφενός επιστρατεύτηκε για την αντιμετώπιση της οικολογικής κρίσης και αφετέρου εξακολουθεί να έχει ένα μεγαλύτερο κόστος κατά την κατασκευή ή κατά την εκ των υστέρων εφαρμογή των στρατηγικών της σε υπάρχοντα κτίρια. Αντιθέτως, η π.α. είναι η δημιουργία της εμπειρικής γνώσης του λαού, ενώ η β.α. εξάγει αποτελέσματα επιστημονικής γνώσης και έρευνας. Μέσα από τον εκάστωτε τρόπο προσέγγισης γίνεται και η κοινή χρήση της βλάστησης και του χρώματος στο κτίριο και στον περιβάλλοντα χώρο του, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Λόγου χάριν, το λευκό χρώμα χρησιμοποιείται για την ανάκλαση του ηλίου (θερμοανακλαστικά), ενώ τα σκουρότερα χρώματα είναι θερμοαπορροφητικά. Επιπλέον, η βλάστηση βελτιώνει το μικροκλίμα. Ανάλογα με την εποχή ή το μεσοκλίμα της περιοχής ευδοκιμούν (π.α.) ή φυτεύονται (β.α.) φυλλοβόλα ή αειθαλή δέντρα και θαμνώδη τα οποία αναλόγως της κατηγορίας τους λειτουργούν για ηλιοπροστασία, ή μόνωση (αναρριχητικά), ως φράγματα αέριων μαζών ή για δροσισμό.

Και οι δύο τάσεις χρησιμοποιούσαν συχνά την τεχνολογία και τα ερεθίσματα της εποχής, αλλά στην περίπτωση της β.α. αυτό έχει μεγαλύτερη εμβέλεια ενώ στην π.α. τα όρια είναι περιορισμένα. Για παράδειγμα, στην π.α. χρησιμοποιούνται τα τοπικά υλικά, ενώ στην β.α. αυτά χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που διευκολύνουν την πραγματοποίηση της ιδέας του έργου. Φυσικά, εν όψει του σημερινού παγκόσμιου φαινομένου ενεργειακής κατανάλωσης και της ανάγκης για μείωση του οικολογικού αποτυπώματος θα μπορούσε να γίνεται χρήση μόνο τοπικών υλικών. Με αυτό τον τρόπο θα υπήρχε μείωση CO<sub>2</sub> από τις μεταφορές. Η διαφορά<sup>7</sup> δηλαδή έγκειται στη χρήση και εφαρμογή νέας τεχνολογίας στα υλικά και στον τρόπο δόμησης και λιγότερο στο σχεδιασμό.

Παρόλα αυτά, οι βασικές στρατηγικές ψύξης – θέρμανσης – φωτισμού μέσω εφαρμογής παθητικών συστημάτων με σκοπό τη θερμική άνεση των κατοίκων χαρακτηρίζει την έννοια της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής μέσα στους αιώνες αλλά και τη νεωτεριστική αντίληψη της βιοκλιματικής

<sup>7</sup> Εδώ δίνεται έμφαση καθώς, πρακτικά πάντα γινόταν η χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας και των μέσων ανάλογα με την εποχή (χρόνο) και τον τόπο (ο περιβάλλον χώρος –βουνίσιο, θαλάσσιο, αστικό τοπίο).

(κλιματικής, πράσινης, οικολογικής, περιβαλλοντικής) αρχιτεκτονικής. Άλλη μία απόδειξη του ότι η π.α. χρησιμοποιείται ως βάση δεδομένων στις βιοκλιματικές εφαρμογές.

Στην πραγματικότητα η β.α. παραδειγματίστηκε από τις δοκιμασμένες και επιτυχημένες εφαρμογές στην π.α., τις σύλλεξε και τις εξήγησε επιστημονικά ούτως ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν, να βελτιωθούν (τεχνικά) και να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε μεσο-/μικρο-κλιματικό περιβάλλον.

Μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι η σύγχρονη, παραδοσιακή αρχιτεκτονική αφού τελικά, όλα τα σημεία τους μπορούν να αποδοθούν στη λογική και τη γενική ανάλυση ή παρατήρηση της φύσης (επιστήμη της φυσικής: κίνηση αέριων μαζών, διαφορές θερμοκρασίας κ.ο.κ.). Αυτές οι φιλικές προς το περιβάλλον εφαρμογές βασίζονται στη γνώση που προκύπτει άλλοτε μέσα από εμπειρικές διαδικασίες και άλλοτε μέσα από επιστημονικές. Στις δύο περιπτώσεις η θεωρία είναι κοινή αλλά διαφέρει ο λόγος και ο τρόπος εφαρμογής τους. Άλλωστε η αρχιτεκτονική, με την όποια εποχική τάση της, αποτυπώνει, εμπνέεται και εμπνέει το στίγμα της εποχής.

### 3.2. Η Αρχιτεκτονική (+Ενεργειακή) Φυσιογνωμία των Ορεινών Περιοχών

Η κοινωνία διαμορφώνει ένα συγκεκριμένο, παραδοσιακό χαρακτήρα στον τρόπο δόμησης και αρχιτεκτονικής μορφής, ανάλογα με τα φυσικά διαθέσιμα και το φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον όπου αυτή αναπτύσσεται.

Η μακράιωνη συμβίωση των τοπικών κοινωνιών με τη φύση είχε σαν αποτέλεσμα την ουσιαστική γνώση των περιορισμών και των δυνατοτήτων του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, η έλλειψη των σημερινών μέσων τεχνολογίας κατέστησε τους παραδοσιακούς τεχνίτες υπεύθυνους να επιλύσουν ζητήματα θερμικής άνεσης (θέρμανση, μόνωση, αερισμό, δροσισμό, ψύξη) στο εσωτερικό των κτιρίων αλλά και στον εξωτερικό χώρο του οικισμού. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία λειτουργικά και αισθητικά άρτιων οικισμών, απόλυτα ενσωματωμένων στο τοπικό και φυσικό τους περιβάλλον. [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014]

Μέσα σε αυτή τη λογική, το σύνολο της ελληνικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής αξιοποιεί και ενσωματώνει, στην κατασκευή των οικισμών και των κτιρίων, τη μορφολογία του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες, τον προσανατολισμό, τη βλάστηση και τα φυσικά διαθέσιμα του τόπου. Το μεσοκλίμα κάθε περιοχής, δηλαδή αν είναι ορεινή, θαλάσσια ή αστική περιοχή, επηρεάζει κάθετα τον δομικό και μορφολογικό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής δημιουργίας.

Οι ορεινές περιοχές στην Ελλάδα αποτελούν την πλειοψηφία, με το 70% να καλύπτεται από βουνά. Παρόλα αυτά, αυτές οι περιοχές περιθωριοποιήθηκαν αναπτυξιακά, από τα μέσα του 19ου αι. και μετά. Η μη εκμετάλλευση όμως αυτών των περιοχών κράτησε άθικτη την αρχιτεκτονική κληρονομιά



τους, ενώ η αντίστοιχη κληρονομιά των πόλεων χάθηκε σταδιακά, εξαιτίας λανθασμένων αναπτυξιακών επιλογών που εφαρμόστηκαν [Λέκκα κ.α., 2011].

Ωστόσο, οι αναπτυξιακοί στόχοι των τελευταίων ετών που προσανατολίστηκαν στον τουρισμό των ορεινών περιοχών [Λέκκα κ.α., 2011], χωρίς να υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές, αποτέλεσαν απειλή για το πολύτιμο απόθεμα των παραδοσιακών οικισμών και της ποιότητας διαβίωσης των κατοίκων.

Οι σύγχρονες κτιριακές κατασκευές των ορεινών περιοχών έχουν επιφέρει σημαντική αλλοίωση στην παραδοσιακή φυσιογνωμία πολλών ορεινών οικισμών, εξαιτίας της συχνά λαθεμένης απόδοσης των παραδοσιακών στοιχείων και των κακών αντιγράφων της ελληνικής αστικής αρχιτεκτονικής (Λέκκα κ.α., 2011). Έτσι συναντιούνται παραδείγματα στα οποία η πέτρινη όψη των κτιρίων αντικαθίσταται από μπετόν με επίχρισμα και η επικλινή στέγη με τα κεραμίδια από σχιστόλιθο αντικαθίσταται από τα κόκκινα, κεραμίδια, αν όχι και από μεταλλική στέγη ή επίπεδο δώμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη παραμόρφωση του παραδοσιακού ύφους των ορεινών περιοχών. Επίσης, η μη συντήρηση ή αποκατάσταση κάποιων παραδοσιακών εγκαταστάσεων μπορεί να αλλοιώσει περαιτέρω τη συνολική εικόνα ενός παραδοσιακού οικισμού, αφήνοντας το αίσθημα της εγκατάλειψης και της παρακμής αυτού.

Παράλληλα, στις ορεινές περιοχές καταναλώνονται μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας για θέρμανση, εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών. Η έλλειψη υποδομών που σχετίζονται με την ενεργειακή αξιοποίηση των ορεινών περιοχών και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, δε διευκολύνει στον περιορισμό της ενεργειακής σπατάλης. Αυτά συμβαίνουν ενώ η οικονομική ανάπτυξη στις ορεινές περιοχές υστερεί σε σχέση με τα αστικά κέντρα ή τις περιοχές που προσφέρονται για εντατική γεωργία [Funnel και Parish, 2001]. Όπως φαίνεται, ο περιορισμός της οικονομικής δραστηριότητας καθιστά την εφαρμογή μέτρων για εξοικονόμηση ενέργειας ως το εργαλείο για την επιβίωση και ανάπτυξη των ορεινών περιοχών.

Άλλωστε, οι ορεινές περιοχές είναι αποθήκες φυσικών πόρων και ενέργειας, είναι οι δεξαμενές νερού του πλανήτη και αποτελούν νησίδες βιοποικιλότητας [Εργ. Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής, 2014] και γι' αυτό πρέπει να αξιοποιηθούν προς όφελος της κοινωνίας, χωρίς όμως την αλλοίωση του περιβάλλοντος ή την πλεονάζουσα οικονομική φθορά των νοικοκυριών.

Ο εξορθολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια δεν ταυτίζει την άνοδο του βιοτικού επιπέδου με την αύξηση της κατανάλωσης [Κατσουλάκος, 2011]. Κατά συνέπεια, η ενεργειακή εξοικονόμηση στις ορεινές περιοχές, είτε αυτή εντοπίζεται στην εφαρμογή ΑΠΕ, είτε στην εφαρμογή συστημάτων προς μείωση της κατανάλωσης του κτιριακού τομέα, επισύρει την άνοδο του βιοτικού επιπέδου, καθώς και περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Μία ολοκληρωμένη αναπτυξιακή στρατηγική για τις ορεινές περιοχές πρέπει να περιλαμβάνει ως βασικά στοιχεία την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την εξοικονόμηση των τοπικά διαθέσιμων, ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών [Κατσουλάκος, 2011]. Στην περίπτωση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων πρέπει να ληφθούν μέτρα, όπως

αυτά ορίζονται από τη σχετική ενεργειακή πολιτική, λαμβάνοντας συνάμα υπόψη και την νομοθεσία που αφορά στους παραδοσιακούς οικισμούς (Π.Δ. 19-9-75, ΦΕΚ 214 Δ/1975).

### 3.3. Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Παραδοσιακά Κτίρια των Ορεινών Περιοχών

Υπάρχει μία άποψη (Ιρλανδών και Βρετανών επιστημών) ότι τα πιο «πράσινα» κτίρια είναι αυτά που έχουν ήδη χτιστεί. Αυτά τα κτίρια μπορεί να είναι απλά παλαιότερες κατασκευές ή να φέρουν στη μορφή τους την παράδοση του τόπου τους. Πρόκειται για μία λογική η οποία εμφανίζεται έντονα στα κτίρια των ορεινών περιοχών.

Καταρχήν, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί η σπουδαιότητα της επανάχρησης ή της συνέχισης της χρήσης των υφιστάμενων, παλαιότερων κτιρίων αφού είναι λιγότερο ενεργοβόρα από την κατασκευή νέων κτιρίων.

Η αρχική, καταναλισκόμενη ενέργεια προέρχεται από την εξαγωγή, την επεξεργασία, την παραγωγή, τη μεταφορά και την εγκατάσταση των δομικών υλικών και ενσωματώνεται στο τελικό κτίριο. Οπότε είναι κοινή λογική ότι η ενεργειακή βελτίωση υφιστάμενων κτιρίων με τη χρήση νέων τεχνολογικών μέσων είναι περισσότερο συμφέρουσα σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Υλικά τα οποία έχουν υποβληθεί σε μικρό ποσοστό επεξεργασίας ή υποβλήθηκαν σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας σχετικά μικρές ποσότητες ενέργειας όπως είναι η τοπική ξυλεία και τα τοπικά πετρώματα έχουν και χαμηλά ποσοστά ενσωματωμένης ενέργειας, ενώ υλικά όπως ο χάλυβας, το σκυρόδεμα και τα τούβλα έχουν υψηλά ποσοστά ενσωματωμένης ενέργειας, αφού απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την κατασκευή τους. Το ίδιο συμβαίνει και με τη μεταφορά των οικοδομικών υλικών σε μεγάλες αποστάσεις αφού κατά τη μεταφορά τους χρησιμοποιούνται μη ανανεώσιμα καύσιμα. Ακόμα και η κατεδάφιση<sup>8</sup> ενός κτιρίου συνεπάγεται μεγάλη οικονομική και ενεργειακή δαπάνη, αφού έτσι παράγονται απόβλητα τα οποία θάβονται σε χώρους υγειονομικής ταφής επιβαρύνοντας επιπλέον το περιβάλλον.

Ως εκ τούτου προκύπτει η σημαντικότητα της αξιοποίησης των υφιστάμενων κτιρίων. Από όλες τις κατηγορίες υφιστάμενων κτιρίων, τα παραδοσιακά είναι αυτά που έχουν μία επιπλέον βαρύτητα. Εξαιτίας της πολιτιστικής έκφρασης του κάθε τόπου, η οποία αποτυπώνεται στα παραδοσιακά κτίρια και της απόλυτης συνύπαρξής τους με τον περιβάλλοντα χώρο, λειτουργούν παράλληλα ως πόρος με οικονομικές απολαβές. Στο πλαίσιο του εναλλακτικού τουρισμού, ένα παραδοσιακό κτίριο ή και ολόκληρος οικισμός μπορεί να αποτελέσει πηγή εσόδων για τους ντόπιους κατοίκους. Για να γίνει αυτό σωστά πρέπει να δημιουργηθούν οι σωστές υποδομές εντός και εκτός κτιρίου δηλαδή σε αρχιτεκτονική, πολεοδομική και ενίοτε χωροταξική κλίμακα.

<sup>8</sup> Τα απόβλητα από υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων αποτελούν το 22% των δέκα σημαντικότερων (χειρότερων) υλικών όπως ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η συγκεκριμένη εργασία ασχολείται με την αρχιτεκτονική κλίμακα (αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και σύνθεση). Έτσι λοιπόν, η επανάχρηση ή η συνέχιση της χρήσης των παραδοσιακών κτιρίων απαιτεί αρκετές βελτιώσεις ώστε αυτά τα κτίρια να κρατήσουν την αίγλη τους (όπου χρειάζεται, να την ανακτήσουν) αποτελώντας όμως και ενεργειακά αποδοτικά παραδείγματα. Οι επεμβάσεις θα πρέπει να βασίζονται στις στρατηγικές θέρμανσης, αφού πρόκειται για περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες και ανάγκη για θέρμανση. Επιπλέον, πρέπει να εφαρμοστούν νέες, καινοτόμες και οικονομικές τεχνολογίες, φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

### **3.3.1 Εφαρμοσμένες Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής της Σκωτίας. Το πιλοτικό σχέδιο στην παλαιά πόλη του Εδιμβούργου.**

Η Σκωτία αποτελεί το βόρειο τμήμα του νησιού της Μεγάλης Βρετανίας. Στα νότια συνορεύει με την Αγγλία, ενώ οι δυτικές ακτές της βρέχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό και οι ανατολικές ακτές της από τη Βόρεια Θάλασσα. Το κλίμα της Σκωτίας είναι εύκρατο ωκεάνιο και, γενικά θεωρείται ευμετάβλητο. Σε σύγκριση με άλλες περιοχές που βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος, όπως το Όσλο ή η Μόσχα, έχει πιο ήπιους χειμώνες, αλλά πιο δροσερά και υγρά καλοκαίρια, αφού επηρεάζεται από το Ρεύμα του Κόλπου από τον Ατλαντικό. Ωστόσο, παρατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με το υπόλοιπο Ηνωμένο Βασίλειο. (Βικιπαίδεια, 20/02/2014).

Η Σκωτία επιλέχθηκε ανάμεσα στις χώρες της Ιταλίας, Αγγλίας, Βιέννης και Ιρλανδίας, γιατί στο μεγαλύτερο μέρος της είναι ορεινή περιοχή, έχει έντονο παραδοσιακό χαρακτήρα στο σύνολό της και θερμοκρασίες που σε ορισμένες περιοχές τείνουν να πλησιάζουν αυτές των ορεινών περιοχών της ηπειρωτικής Ελλάδος, η οποία και εξετάζεται στη συγκεκριμένη εργασία. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική φυσιογνωμία και η έντονη τουριστική δραστηριότητα ως οικονομικός πόρος συνάδουν με αυτές που συναντώνται στους ηπειρωτικούς οικισμούς. Η περιοχή που συνάδει περισσότερο με τα κλιματικά δεδομένα των ηπειρωτικών, ορεινών περιοχών είναι το Εδιμβούργο.

Το 2007, η Σκωτία, με στόχο της τη βιώσιμη ανάπτυξη του τόπου, έθεσε σε εφαρμογή το πρόγραμμα αποκατάστασης των παραδοσιακών της κτιρίων, ούτως ώστε να αντιμετωπιστούν τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής. Το πρόγραμμα ήρθε να συμπληρωθεί λίγο αργότερα με το σχέδιο δράσης 20–20–20 και τη νομική πλέον δέσμευσή της να εξοικονομήσει το 20% της ηλεκτροπαραγωγής της από Α.Π.Ε., να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 80% έως το 2050 και να εξαλείψει την ενεργειακή φτώχεια έως το 2016, ενώ το Εδιμβούργο φιλοδοξεί να χαρακτηριστεί ως η βιωσιμότερη πόλη της Βόρειας Ευρώπης έως το 2015.

Τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, χωρίς τα οποία δεν μπορεί το ακίνητο να μεταβεί σε πώληση, τέθηκαν σε εφαρμογή το Μάιο του 2007 με την παράλληλη αναθεώρηση του οικοδομικού κανονισμού και την εισαγωγή νέων προδιαγραφών. Ο οικοδομικός κανονισμός της Σκωτίας ορίζει επακριβώς τις προδιαγραφές και τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να κινηθεί ο μηχανικός. Με αυτό

τον τρόπο, το αποτέλεσμα του κτιρίου μετά από την ενεργειακή επέμβαση είναι σχεδόν προκαθορισμένο.

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων επικεντρώθηκε στις απώλειες θερμότητας διαμέσου των ανοιγμάτων (10%), της οροφής (25%), των δαπέδων (15%) και των τοίχων (35%). Το στοίχημα των επεμβάσεων είναι κοινό με της Ελλάδας και αφορά στη θερμική άνεση, η οποία έχει επιτευχθεί με τη χρήση θερμομόνωσης, μονωτικών υλικών και αερισμού. Έχει γίνει προσπάθεια διατήρησης του παραδοσιακού ύφους, οπότε αποφεύγονται οι επεμβάσεις στο κέλυφος των κτιρίων με καινούργια, πρόσθετα συστήματα για την εσωτερική θέρμανση.

Στην περίπτωση των παραθύρων αποφεύγεται το διπλό ή τριπλό τζάμι εξαιτίας της ενισχυμένης ανακλαστικής ιδιότητάς του που κάνει το τζάμι, σε αντίθεση με τη μονή υάλωση, να δίνει εξωτερικά την αίσθηση του «καθρέφτη». Επιπλέον, αποθαρρυντικός παράγοντας επιλογής είναι η περίοδος αποπληρωμής του που υπολογίζεται στα 20+ χρόνια. Κατ' εξαίρεση στο Εδιμβούργο επιτρέπεται η εφαρμογή λεπτού, διπλού τζαμιού σε ξύλινο πλαίσιο (slim line) στα κτίρια Γ κατηγορίας, ενώ υπάρχουν τεχνίτες που εξειδικεύονται στην κατασκευή σύγχρονων, μονωμένων υαλοπλασμάτων, με μονό τζάμι.

Η συνηθέστερη και επικρατέστερη εφαρμογή στα σκωτσέζικα, παραδοσιακά κτίρια είναι η τοποθέτηση δεύτερου παραθύρου, εσωτερικά του κτιρίου, πίσω από το αρχικό παράθυρο. Με αυτό τον τρόπο κρατιέται αναλλοίωτη η αρχική κατασκευαστική μορφή, υπάρχει μείωση των θερμικών απωλειών, ενώ παρέχεται και ηχομόνωση. Στην περίπτωση που το υφιστάμενο παράθυρο έχει φθορές που δεν επισκευάζονται τότε γίνεται η αντικατάστασή του, χωρίς την προσθήκη δεύτερου παραθύρου.

Μία εξίσου δημοφιλής λύση είναι η στεγανοποίηση των υφιστάμενων κουφωμάτων, με δεδομένο ότι οι κύριες θερμικές απώλειες γίνονται από το τζάμι και το κούφωμα. Έτσι με μικρό κόστος επιτυγχάνεται η μείωση των θερμικών απωλειών (θερμογεφυρών).

Τα παραδοσιακά, σκωτσέζικα κουφώματα έχουν στο εσωτερικό τους ξύλινα παντζούρια, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις, σήμερα, έχουν αφαιρεθεί. Η τοποθέτηση νέων, ίδιας φυσιογνωμίας ή η αποκατάσταση των παλαιότερων είναι κάτι που υποστηρίζεται. Ο ρόλος των εσωτερικών παντζουριών σε θέματα μόνωσης λειτουργεί μόνο τις νυχτερινές ώρες.

Για το 15% των θερμικών απωλειών που αποδίδεται στα δάπεδα (κυρίως του ισογείου), η λύση είναι η μόνωση. Η μόνωση μπορεί να εφαρμοστεί πάνω ή κάτω από την πλάκα. Ο ευκολότερος τρόπος, αν υπάρχει υπόγειο, είναι η τοποθέτηση μόνωσης στο κάτω μέρος της πλάκας του ισογείου (δλδ στην οροφή του υπογείου).

Στην περίπτωση των αυξημένων θερμικών απωλειών στην τοιχοποιία, η λύση πάλι τοποθετείται στη θερμομόνωση. Όταν όμως η τοιχοποιία έχει κατασκευαστεί από τοπικά υλικά και αποτελεί το φέρον οργανισμό ενός παραδοσιακού ή ιστορικού κτιρίου, η τοποθέτηση θερμομόνωσης μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα. Στις ορεινές περιοχές ως επί τω πλείστον γινόταν χρήση πέτρας στις τοιχοποιίες. Στη λιθοδομή όμως απαγορεύεται η τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης, με εξαίρεση την περίπτωση που κάποιο μέρος της χρειάζεται απαραίτητως αντικατάσταση.

Εν κατακλείδι, η εσωτερική μόνωση στα παραδοσιακά κτίρια της Σκωτίας αποτελεί τη μοναδική λύση. Η επέμβαση και πάλι δεν είναι εύκολη αφού πρέπει να αφαιρεθούν όλα τα ξύλινα διακοσμητικά στοιχεία από το φέροντα οργανισμό και να τοποθετηθεί εκ νέου η μόνωση, το φράγμα ατμών και ο σοβάς. Ενώ, δίνεται μεγάλη προσοχή στην κατασκευή ώστε να εφάπτεται η μόνωση πάνω στα υπόλοιπα υλικά, καθώς και στις συνδέσεις με τα άλλα δομικά στοιχεία (π.χ. δάπεδα, παράθυρα) για την αποφυγή θερμογεφυρών. Για την καλύτερη επαφή, προτιμούνται φυσικά θερμομονωτικά υλικά, τα οποία και «αναπνέουν». Η μόνωση πρέπει να αναπνέει, αλλιώς δημιουργείται υγρασία, η οποία εγκλωβίζεται μέσα στην τοιχοποιία προκαλώντας βλάβες στα υλικά, αλλά και τους ενοίκους του κτιρίου.

Οι στέγες χωρίς μόνωση χάνουν το 25% της εσωτερικής θερμότητας. Η τοποθέτηση μόνωσης από φυσικά υλικά (για τους παραπάνω λόγους) συνίσταται. Το θερμομονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι μαλακές πλάκες ορυκτών υλικών ή ζωικών μονώσεων (μαλλί προβάτου). Όπως σε όλες τις χώρες, έτσι και στη Σκωτία, η τοποθέτηση μόνωσης στις επικλινείς στέγες των παραδοσιακών – ιστορικών κτιρίων δεν αποτελεί πρόβλημα εφόσον γίνει σωστά. Στην περίπτωση κατασκευαστικών σφαλμάτων θα υπάρξουν προβλήματα σχετικά με τον έλεγχο του αερισμού και της υγρασίας. Η διαδικασία της μόνωσης στη στέγη διευκολύνεται αφού δεν απαιτούνται ειδικές άδειες για τέτοιου είδους επέμβαση, με εξαίρεση την περίπτωση που υπάρχει σοφίτα. Επίσης στις στέγες δημιουργείται, αν δεν υπάρχει, μία κάποια δίοδος αερισμού ώστε να μη μουχλιάσει η μόνωση ή τα ξύλα.

### **Η περίπτωση του Εδιμβούργου**

Η πόλη του Εδιμβούργου, γνωστό και ως Ντούνεντιν, αναπτύσσεται σε μια σειρά από βραχώδεις λόφους και καταλήγει στη θάλασσα. Το Εδιμβούργο αν και ανήκει στις πεδινές περιοχές (lowlands) της Σκωτίας, αφού δεν ξεπερνάει τα 200 μέτρα υψόμετρο, έχει χαμηλές θερμοκρασίες. Το κλίμα του είναι εύκρατο ωκεάνιο. Η μέση, ετήσια ελάχιστη θερμοκρασία είναι 5,86οC και η αντίστοιχη μέγιστη 21,66οC, ενώ η βροχόπτωση φτάνει τα 704,3 χιλιοστά το έτος.

Το Εδιμβούργο είναι η πρωτεύουσα της Σκωτίας, η δεύτερη πιο δημοφιλής πόλη στη Σκωτία και η έβδομη πιο δημοφιλής πόλη στο Ηνωμένο Βασίλειο. Βάσει των εθνικών αρχείων της Σκωτίας, το 2012 ο πληθυσμός του Εδιμβούργου ήταν 482.640 κάτοικοι (National Records of Scotland, 2014).

Αποτελεί περιοχή με παραδοσιακή φυσιογνωμία. Είναι ένας τόπος όπου διατηρούνται και προβάλλονται οι παραδόσεις, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν ενσωματώνονται και νεωτεριστικές εφαρμογές στη δόμηση, την αρχιτεκτονική μορφή και τις υποδομές. Πρόκειται για μία πόλη με έντονη τουριστική δραστηριότητα, κυρίως σε επίπεδο εναλλακτικού τουρισμού με την αξιοποίηση του φυσικού τοπίου, της τοπικής γαστρονομίας και των εθίμων (τουρισμός της υπαίθρου), του πολιτισμού, της ιστορίας και της αρχιτεκτονικής του τόπου. Ωστόσο δεν παύει να αποτελεί και μία σύγχρονη πόλη με μεγάλο ενδιαφέρον σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και με μεγάλη ευαισθησία στα θέματα μεταφορών.

Έτσι, το Εδιμβούργο έχει ήδη ξεκινήσει την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας όπως είναι το πρόγραμμα ενεργειακής απόδοσης των ιστορικών κτιρίων, με την εφαρμογή στρατηγικών βιοκλιματικού σχεδιασμού, αλλά και με τη δημιουργία καινοτόμων βιοκλιματικών οικισμών στους οποίους θα εφαρμόζονται συστήματα Α.Π.Ε. (Εικόνα 8).



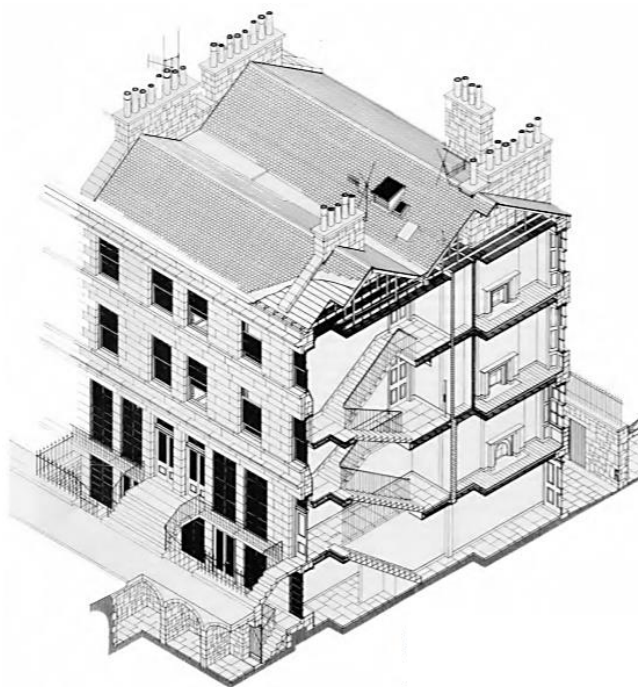
Εικόνα 8: Πλωτό χωριό ηλιακής ενέργειας που θα δημιουργηθεί στο Εδιμβούργο της Σκωτίας

Πηγή: <http://www.koolnews.gr/extras/plwto-xwrio-iliakis-energeias-tha-dimiourgithei-sto-edimbourgo-ths-skwtias/>

Παρόλα αυτά, το Εδιμβούργο και ειδικά η περιοχή της «Παλαιάς Πόλης», η οποία είναι προστατευμένη περιοχή από την UNESCO για την παραδοσιακή της κληρονομιά, βρισκόταν στα υψηλότερα ποσοστά ενεργειακής φτώχειας. Το στοίχημα του Εδιμβούργου ήταν να μειθούν οι λογαριασμοί τουλάχιστον του 75% των νοικοκυριών και το σύνολο της ενεργειακής φτώχειας στην περιοχή.

Υπάρχουν τρεις παράγοντες που συμβάλλουν στην ενεργειακή φτώχεια του τόπου: η κακή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, το χαμηλό εισόδημα των νοικοκυριών και το κόστος των καυσίμων. Αφού εντοπίστηκαν τα κτίρια που ανήκουν σε άσχημη, ενεργειακά, κατάσταση ξεκίνησε η επιλογή των βελτιωτικών μέτρων για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβληματικών παραγόντων.

Το πιλοτικό πρόγραμμα συμπεριέλαβε μία σειρά από λήψεις βελτιωτικών μέτρων για την ενεργειακή αποκατάσταση των κτιρίων. Τα κτίρια που επιλέχτηκαν είναι παραδοσιακές (εργατικές) (πολύ-)κατοικίες «Γεωργιανού» τύπου, του 1820, με 9 διαμερίσματα και κοινό κλιμακοστάσιο (ισόγειο και 3 όροφοι) (Σχέδιο 1). Όλα τα κτίρια ήταν σε καλή κατάσταση (χωρίς ανάγκη αποκατάστασης), με κεντρικό σύστημα θέρμανσης και θερμοστάτη σε κάθε χώρο, ενώ οι τοίχοι και οι κοινόχρηστοι χώροι ήταν εκτός πεδίου μελέτης, εξαιτίας του κόστους τους και διαφόρων τεχνικών δυσκολιών [π.χ. ανεπάρκεια σχεδίων, έλλειψη χώρου για σύστημα ανάκτησης θερμότητας, πιθανές επιπτώσεις (μη αναπνοής υλικών) συσσώρευσης υγρασίας με την τοποθέτηση σύγχρονης μόνωσης σε παλαιό, παραδοσιακό τοίχο].



Σχέδιο 1: Τυπική Γεωργιανού τύπου πολυκατοικία στο Εδιμβούργο.

Πηγή: *Changeworks*, 2008.

Τα μέρη στα οποία επικεντρώθηκε η μελέτη ήταν τα δάπεδα, οι οροφές (κεραμοσκεπές) και τα παράθυρα. Επίσης, λήφθηκαν υπόψη τα συστήματα θέρμανσης και ο φωτισμός, μαζί και η ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκαν συνδυασμοί των ακόλουθων επεμβατικών μέτρων για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων:

- Δευτερεύον σύστημα υαλοπινάκων
- Στεγανοποίηση
- Αποκατάσταση παραθυρόφυλλων
- Αντικατάσταση λεβήτων (boiler)
- Μόνωση δαπέδου
- Μόνωση στο πατάρι/ σοφίτα
- Φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης
- Smart monitors
- Ενημερωτικές επισκέψεις

Τα διπλά τζάμια απαγορεύονται σε κτίρια Β κατηγορίας οπότε η επιλογή που γίνεται για τη μείωση των θερμικών απωλειών είναι η κατασκευή ενός λεπτού κουφώματος, ειδικά κατασκευασμένου για τα ιστορικά κτίρια, το οποίο κάθεται πάνω στο υπάρχον, κύριο. Επιπλέον, η μη επιθυμητή αντανάκλαση είναι μειωμένη σε σχέση με την τοποθέτηση διπλού τζαμιού. Η χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής αυξάνει τη θερμική απόδοση, η οποία ενισχύεται από το κενό που δημιουργείται ανάμεσα στα δύο παράθυρα (Εικόνα 9). Το δευτερεύον σύστημα υαλοπίνακα μπορεί να επιτύχει μέγιστη τιμή  $U=2.0$ , όταν συνδυάζεται με μονή υάλωση. [Changeworks, 2008]

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι ένοικοι αρνιόντουσαν την προσθήκη δεύτερου υαλοπίνακα και έτσι η λύση δόθηκε με την προσθήκη μονωτικών λωρίδων στο κούφωμα, για την στεγάνωσή του. Αυτός ο τύπος συστήματος μπορεί να μειώσει τον αριθμό των αλλαγών του αέρα ανά ώρα από 2.5/3.0 σε 0,4. [Changeworks, 2008]

Όλες οι ιδιοκτησίες ήταν κατασκευασμένες με εσωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία στην πλειοψηφία τους ήταν σφραγισμένα. Αυτά άνοιξαν και αποκαταστάθηκαν, συμμετέχοντας έτσι ουσιαστικότερα στη μείωση των θερμικών διαφυγών.

Τα αρχικά δάπεδα είχαν αντικατασταθεί στο πλαίσιο μίας προηγούμενης ανακαίνισης, τη δεκαετία του '70, με σκυρόδεμα. Τα δάπεδα από σκυρόδεμα είχαν χαμηλή θερμική απόδοση, ενώ παράλληλα έδιναν την αίσθηση ενός ψυχρού χώρου, κάνοντας τους ενοίκους να νιώθουν άσχημα. Η επέμβαση που έγινε ήταν να προστεθεί, πάνω από τοτσιμεντένιο δάπεδο, ένα λεπτό μονωτικό δάπεδο με  $U=0.25$ , το οποίο βελτίωνε τη μόνωση αλλά και τη γενική αίσθηση του χώρου.

Παράλληλα, κανένα από τα κτίρια δεν είχε μόνωση στην οροφή (σοφίτα). Η επέμβαση εδώ ήταν η προσθήκη μόνωσης στην οροφή ώστε να φτάνει τα 300mm, συνολικό πλάτος. Σημαντική επέμβαση για την επίτευξη της εξοικονόμησης ήταν η αντικατάσταση των κεντρικών λαμπτήρων με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, χαμηλής ενέργειας με ένταση 23W.

Επίσης όλες οι ιδιοκτησίες είχαν συστήματα κεντρικής θέρμανσης φυσικού αερίου με θερμοστάτη σε κάθε χώρο. Παρόλα αυτά οι λέβητες ορισμένων διαμερισμάτων χρονολογούσαν ήδη 13 – 15, το οποίο επηρέαζε αρνητικά την απόδοσή τους. Συγκεκριμένα, η αποδοτικότητα των λέβητων έφτανε μόλις το 75%. Γι'αυτό το λόγο αντικαταστάθηκαν με νέους, Α κατηγορίας, λέβητες, οι οποίοι ξεπερνούσαν το 90% αποδοτικότητας.



Εικόνα 9: Εφαρμοσμένο παράδειγμα δευτερεύοντος συστήματος υαλοπίνακα, σε κατοικία.

Πηγή:

<http://www.ventrolla.co.uk/what-we-do/glazing-solutions/secondary-glazing>

Επιπλέον, σε κάθε διαμέρισμα προστέθηκε από ένα έξυπνο σύστημα καταγραφής όλων των καταναλώσεων που συμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο (smart monitors). Τέλος, μέρος του πιλοτικού προγράμματος ήταν και η ενημέρωση και αφύπνιση των κατοίκων σε θέματα ΕΞΕ, από ειδικούς συμβούλους.

Το πρόγραμμα ενεργειακής απόδοσης των ιστορικών και παραδοσιακών κτιρίων στο Εδιμβούργο, εφαρμόστηκε με πολύ θετικά αποτελέσματα. Το μέγεθος των παραπάνω επεμβάσεων μετρήθηκαν με διάφορους τρόπους ούτως ώστε να δοθεί μια εμπειριστατωμένη ανάλυση κόστους-οφέλους. Μετά από ένα χρόνο όλες οι καταναλώσεις και το τρέχον κόστος είχαν μειωθεί, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.1:



Πίνακας 3.1: Τα παρακάτω αποτελέσματα δείχνουν τη μέση επίπτωση των έργων για κάθε διαμέρισμα.

	NHER <sup>9</sup>	Ενέργεια (kWh p/a)	CO2 ( τόνοι p/a)	Κόστος (£ p/a)
Πριν	7.9	26,971	6.5	£1.107
Μετά	8.9	21,996	5.4	£932
Μέσος όρος αποτελεσμάτων	<b>+1.0</b>	<b>-4,975</b>	<b>-1.1</b>	<b>-£175</b>

Πηγή: *Changeworks, 2008.*

Επίσης μέσα σε ένα χρόνο εξοικονομήθηκαν συνολικά 9.4 τόνοι CO<sub>2</sub>, 44,779 kWh, καθώς και £1,576 από το κόστος των καυσίμων, βελτιώνοντας έτσι το ενεργειακό αποτύπωμα, όχι μόνο του κάθε διαμερίσματος αλλά και του συνόλου της περιοχής της παλαιάς πόλης.

Σημαντικότατο ρόλο στη διατήρηση των θετικών αποτελεσμάτων και της συνεχιζόμενης ενεργειακής κτιριακής απόδοσης έπαιξαν οι συχνοί έλεγχοι στις Η/Μ εγκαταστάσεις. Επίσης, το γεγονός ότι για το πρόγραμμα συνεργάστηκαν δημόσιοι φορείς και μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί. Η μελέτη που έγινε ήταν αποτέλεσμα διεπιστημονικής συνεργασίας με σκοπό την κάλυψη όλων των ζητημάτων στην αντιμετώπιση του πολύπλοκου προβλήματος της ΕΞΕ στα κτίρια με παραδοσιακή αρχιτεκτονική και ιστορική σημασία.

<sup>9</sup> National Home Energy Rating





---

# Β' ΜΕΡΟΣ



## 4. Περίπτωση Μελέτης: Ο Ορεινός Οικισμός του Μετσόβου

*«Ορισμένα μέρη απλά απαιτούν να ειπωθεί για αυτά, μια ιστορία»*

*Robert Louis Stevenson. New Town born.*

### 4.1. Γενικά

Το Μέτσοβο αποτελεί ίσως τον πιο αντιπροσωπευτικό παραδοσιακό οικισμό της Κεντρικής Ηπειρωτικής Πίνδου. Ένας οικισμός πάνω στα ερείπια της αρχαίας πόλης Τύμφη και σε θέση τεράστιας στρατηγικής σημασίας, με δυνατότητες ελέγχου των εμπορικών δρόμων που οδηγούν στη Θεσσαλία και τη Μακεδονία, ήταν τόπος στάσης караβανιών από τη Δύση και την Ανατολή, κέντρο συναλλαγών εμπόρων και ταξιδιωτών και αποτέλεσε οικιστικό πρότυπο που δέχτηκε ποικίλες επιρροές [Σακελλαρίου Μ.Β., 1997].

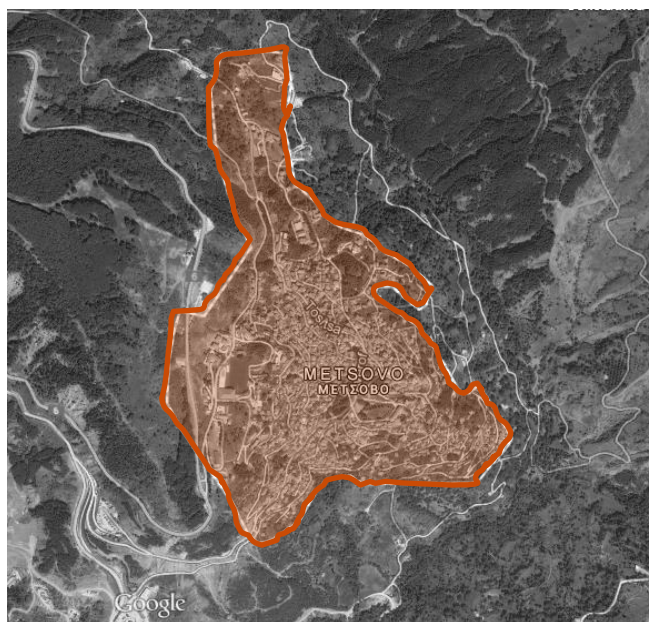
Η γεωγραφική θέση, ο φυσικός του πλούτος, ο σεβασμός στην παράδοση με την διαχρονική και αγνή διατήρηση των εθίμων και των ηθών, καθώς και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική με τον ιδιαίτερο, χαρακτηριστικό διάκοσμο συνθέτουν τη φυσιογνωμία του Μετσόβου και το καθιστούν ως ένα ιδιαίτερο και θελκτικό τόπο.

Από την πολυσχιδή φυσιογνωμία του Μετσόβου δε θα μπορούσαν να λείπουν οι ίδιοι οι Μετσοβίτες. Δεν μπορεί να μην εκθειαστεί η δυναμική των ντόπιων κατοίκων, οι οποίοι υπήρξαν ευεργέτες του τόπου και διαγωνιστές των ελληνικών ιδεών, των γραμμάτων και του πνεύματος. Αυτοί που μέσα στα χρόνια εξάπλωσαν το όνομα, τις αρχές και τις ιδέες που φέρει ο τόπος αλλά και τον στήριζαν ουσιαστικά κάθε φορά που βρισκόταν σε πολιτικό, οικονομικό και κοινωνικό αδιέξοδο. Είναι οι κάτοικοι οι οποίοι με τη στάση τους κράτησαν μέχρι σήμερα αναλλοίωτες όλες τις πτυχές της κοινωνικής τους ζωής.

Για αυτούς τους λόγους και πρωτίστως για την ιδιαίτερη αρχιτεκτονική φυσιογνωμία του, ο οικισμός χαρακτηρίστηκε παραδοσιακός με το ειδικό Προεδρικό Διάταγμα «περί χαρακτηρισμού ως Παραδοσιακών Οικισμών τινών του Κράτους και καθορισμού των όρων και περιορισμών δομήσεως των οικοπέδων αυτών.» (Π.Δ. 19-9-75, Φ.Ε.Κ 214 Δ/1975). Οι όροι αυτοί αφορούν κυρίως την κάλυψη του οικοπέδου, το ύψος και τους ορόφους των οικοδομών, τα υλικά μορφώσεως όλων των δομικών στοιχείων των όψεων, τη μορφή της στέγης, τη μορφή και τις διαστάσεις των εξωτερικών κουφωμάτων, των μαντρότοιχων και της αυλόπορτας [Καλογήρου, 2009].

## 4.2. Γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Το Μέτσοβο (Εικόνα 10) είναι μια κωμόπολη του νομού Ιωαννίνων, η οποία αναπτύσσεται σε μία βουνοκορφή της Πίνδου με υψόμετρο 1.100 - 1.300μ., το όρος Κιτίου. Βρίσκεται στα 59χλμ. βορειοανατολικά των Ιωαννίνων, στις πλαγιές της Πίνδου ανάμεσα στην κορυφή του Λάκμου (ή Περιστερίου) και το πέρασμα προς Μακεδονία, εν ονόματι Κατάρρα. Παράλληλα τοποθετείται κοντά στα όρια του νομού Τρικάλων.



Εικόνα 10: Οριοθέτηση του οικισμού του Μετσόβου (πορτοκαλί πλαίσιο).

Πηγή: Διαδικτυακός χώρος γεωμορφολογικής απεικόνισης, 2014. Ιδία επεξεργασία.

Ιστοσελίδα: <https://www.google.com/maps/@39.7696575,21.1823356,1953m/data=!3m1!1e3>

Το 2011, βάσει του προγράμματος "Καλλικράτης" (Ν.3852/2010) η κωμόπολη του Μετσόβου χαρακτηρίστηκε ως πρωτεύουσα του δήμου ο οποίος συστάθηκε από τη συνένωση των, επί Καποδιστριακού προγράμματος, πρώην δήμων Εγνατίας, Μετσόβου και κοινότητας Μηλέας. Ο Δήμος Μετσόβου με έδρα το Μέτσοβο έχει μόνιμο πληθυσμό ίσο με 6,196 κατοίκους, ενώ 17,04 είναι η πυκνότητα του μόνιμου πληθυσμού/ τ.χλμ. βάσει της πληθυσμιακής απογραφής του 2011.

## 4.3. Γεωμορφολογία

Η περιοχή του Μετσόβου χαρακτηρίζεται από την ποικιλομορφία στο γεωμορφολογικό της ανάγλυφο, τόσο στο επίπεδο του εδάφους όσο και στο επίπεδο του υπεδάφους. Το πολυσχιδές ανάγλυφο της περιοχής εμφανίζεται με παραδείγματα ορεινών όγκων αλλά και σε εύρος επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Τμήματα της οροσειράς της Βόρειας Πίνδου αναπτύσσονται γύρω από την ευρύτερη περιοχή του Μετσόβου. Αυτά είναι το Μαυροβούνι (υ: 2.159μ.) στα βόρεια

της περιοχής μελέτης, νότια –το ψηλότερο βουνό στο Μέτσοβο- ο Λάκμος ή Περιστέρι (υ: 2.295μ.), τα βουνά του Ζυγού (υ: 1.746μ.) ανατολικά και η Τσούκα Ρόσα (υ: 1.987μ.) βορειοδυτικά (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Δυτική άποψη του οικισμού Μετσόβου.

Πηγή: Διαδικτυακό πρόγραμμα γεωμορφολογικής απεικόνισης (Google earth), 2014.

Στην περιοχή αποτυπώνεται και ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο, με πέντε υδρολογικές λεκάνες (λεκάνες απορροής) του Αλιάκμονα, του Άραχθου, του Αχελώου, του Αώου και του Πηνειού να συναντώνται εκεί. Από αυτά τα ποτάμια συστήματα απορροής πηγάζει ο παραπόταμος του Αράχθου, ο Μετσοβίτικος ποταμός και σε μικρή απόσταση οι παραπόταμοι του Πηνειού και του Αλιάκμονα, καθώς και ο Αχελώος. Επιπλέον, η τεχνητή λίμνη του Αώου, η οποία τοποθετείται μεταξύ των περιοχών Γρεβενιτίου, Χρυσοβίτσας και Μετσόβου, ήρθε να ενισχύσει ποσοτικά τα ήδη υπάρχοντα ρέματα και χείμαρρους.

Ως αμιγώς ορεινή περιοχή το Μέτσοβο υστερεί σε πεδινές εκτάσεις οι οποίες περιορίζονται κατά μήκος του Μετσοβίτικου ποταμού. Επίσης, συναντάμε μικρά οροπέδια τα οποία χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι. Ο υπόλοιπος γεωμορφολογικός διάκοσμος παίρνει τη μορφή πυκνών δασών αλλά και γυμνών, ορεινών πλαγιών.

Γεωλογικά η περιοχή ανήκει στη ζώνη της Πίνδου με κυριότερα πετρώματα τους ασβεστόλιθους, τον φλύσχη και τους οφειόλιθους [Δ. Μετσόβου ,2014]. Στο τμήμα όπου υπάρχει φλύσχης σημειώνονται έντονα φαινόμενα κατολισθήσεων.

#### 4.4. Βιοποικιλότητα

Το πολυσχιδές γεωμορφολογικό ανάγλυφο της προς μελέτη περιοχής επηρεάζει, διαμορφώνει και αποτυπώνεται στα επιφανειακά εδάφη χωρίζοντάς τα σε τρία τμήματα. Το πρώτο

τμήμα βρίσκεται ανατολικά όπου κυριαρχεί ο πρασινόλιθος, ενώ παράλληλα επικρατούν τα δάση ελάτης *Abies*, οξιάς *Fagus* και τα βοσκοτόπια.

Στο δεύτερο τμήμα, κεντρικά, υπάρχει έκταση με φλύσχη και άφθονα νερά τα οποία την κάνουν περισσότερο γόνιμη με έντονη βλάστηση καρποφόρων δέντρων, ενώ δυτικά όπου κυριαρχεί ο ασβεστόλιθος τα μέρη είναι τελείως άγονα.

Κυριότεροι φυσικοί πόροι της περιοχής είναι τα δάση - μαύρη πεύκη και οξιά - και τα βοσκοτόπια, γεγονός που ευνόησε την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας και της υλοτομίας, ενώ η γεωργική παραγωγή είναι ασήμαντη [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014]. Η έντονη βλάστηση στα ανατολικά και κεντρικά της περιοχής περιλαμβάνει κάποια μοναδικά και σπάνια είδη χλωρίδας όπως είναι το Ανθερικό το λειριόμορφο (*Anthericum liliago*), η Βιόλα της Ηπείρου (*Viola epirota*), ο Διάνθος ο αιματοκάλυξ (*Dianthus haematocalyx ssp.pindiculus*), η Σολντανέλλα της Πίνδου (*Soldanella pindicola*), το Τριφύλλι του Πιλτς (*Trifolium pilzii*, μοναδική θέση εμφάνισής του στην Ελλάδα), η Μπορνμουελλέρα του Μπάλντατσι (*Bornmuellera baldaccii*), το σπάνιο εντομοφάγο φυτό *Pinguicula hirtiflora*, *Centaurea vlachorum*, το οποίο ονομάστηκε έτσι προς τιμή των βλάχων των χωριών της Πίνδου κ.α. [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014].

Φυσικά όπου υπάρχει πλούσια χλωρίδα παρουσιάζεται και πλούσια πανίδα. Στην περίπτωση του Μετσόβου και κυρίως στους ορεινούς όγκους βρίσκουν καταφύγιο αρκετές μορφές άγριας ζωής με παραδείγματα θηλαστικών και αμφιβίων όπως η Αρκούδα (*Ursus arctos*), ο Αγριόγατος (*Felis sylvestris*), το Αγριόγιδο (*Rupicapra rupicapra balcanica*), ο Αλπικός Τρίτωνας (*Triturus alpestris*), η Βομβίνα (*Bombina variegata*) κ.α. Επίσης, ο εθνικός δρυμός της Πίνδου αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους βιότοπους πτηνών στην Ελλάδα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιοχή του Μετσόβου αποτελεί τόπο κοινοτικής σημασίας (sci) του δικτύου Natura, ενώ το όρος Περιστέρι, το οποίο αποτελεί σημαντική περιοχή για τα πουλιά είναι χαρακτηρισμένη περιοχή SPA και SCI και αποτελεί μεγάλο ασβεστολιθικό ορεινό όγκο, νότια της πόλης του Μετσόβου με εκτεταμένους αλπικούς λειμώνες, απόκρημνες πλαγιές, λιθώνες και φαράγγια. Επιπλέον πλησίον του Μετσόβου βρίσκεται και ο εθνικός δρυμός Πίνδου [Καλογήρου, 2009].

Τέλος, απειλές οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν οικολογικά κυρίως προβλήματα στην περιοχή είναι η αγροτική εντατικοποίηση, η υπερβόσκηση, η υλοτόμηση, η παράνομη θήρευση, καθώς και η κατασκευή υποδομών μεγάλης κλίμακας με την έλλειψη μέτρων προστασίας για το περιβάλλον και τη ζωή σε αυτό.

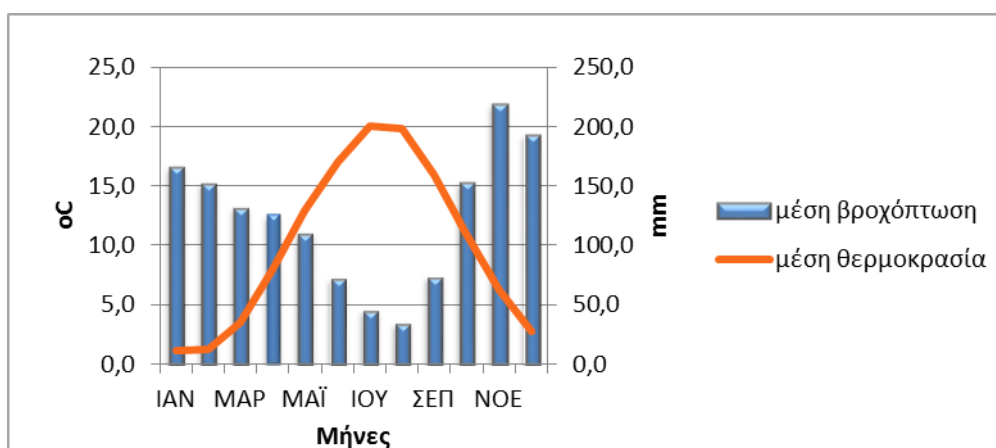


## 4.5. Κλίμα

Η περιοχή του Μετσόβου, με συντεταγμένες 39ο 46' 13.08" Β και 21ο 11' 2.04" Α, έχει ηπειρωτικό κλίμα. Η συχνά παρατεταμένη χειμερινή περίοδος της περιοχής εμφανίζεται ψυχρή έως και δριμεία, ενώ η θερινή χαρακτηρίζεται από ήπια προς χαμηλή, για την περίοδο, θερμοκρασία αέρα και με αυξημένες βροχοπτώσεις εν συγκρίσει με τις αντίστοιχες καιρικές προβλέψεις για την υπόλοιπη Ελλάδα.

Συγκεκριμένα, βάσει δεδομένων που προέκυψαν από τη χρήση του λογισμικού Meteororm Version 6.0, ο συνολικός μέσος όρος του ολικού ύψους βροχής στο Μέτσοβο για τα έτη 1915 έως 2000 φτάνει τα 1.472,6 mm (Γράφημα 4.1). Οι βροχοπτώσεις αποτελούν χαρακτηριστικό της περιοχής, κάτι το οποίο αποδεικνύεται από το ύψος βροχής, το οποίο είναι αρκετά υψηλό, λόγω της ορειογραφικής κατακρήμνισης. Αυτό λειτουργεί ευνοϊκά στην ύπαρξη εκτεταμένων δασικών εκτάσεων, οι οποίες ανέρχονται σε 107.300 στρέμματα, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ [Κατσουλάκος, 2013].

Επίσης, ο συνολικός μέσος όρος θερμοκρασίας αέρα της χρονικής περιόδου 1961 έως 2009 είναι 10.0οC, με Μ.Ο. μέγιστης θερμοκρασίας της προαναφερθείσας περιόδου να φτάνει τους 14.0οC και τη μέγιστη θερμοκρασία να μην ξεπερνά τους 25.9οC. Αντίστοιχα ο Μ.Ο. της ελάχιστης θερμοκρασίας της περιόδου 1961 έως 2009 είναι 4.6οC με την ελάχιστη θερμοκρασία αέρα να μην πέφτει κάτω από -5.9οC. Από τα δεδομένα προκύπτει ότι το Μέτσοβο, με μέση ετήσια θερμοκρασία τους 10.0οC αποτελεί μία ορεινή περιοχή με ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την ελληνικά δεδομένα (Γράφημα 4.1).



Γράφημα 4.1: Μέσο μηνιαίο ύψους βροχής την περίοδο 1915-2000 και μέση μηνιαία θερμοκρασία την περίοδο 1961-2009.

Πηγή: Μετρήσεις Σταθμών ΕΜΥ, ΕΘΙΑΓΕ. Κατσουλάκος και ίδια επεξεργασία.

#### 4.6. Τομείς παραγωγής

Όπως προαναφέρθηκε, κυριότεροι φυσικοί πόροι της περιοχής είναι τα δάση της μαύρης πεύκης και της οξιάς, καθώς και τα βοσκοτόπια, τα σημαντικότερα των οποίων βρίσκονται βόρεια του Μετσόβου, στις Πολιτισίες [Καλογήρου, 2009]. Το συγκεκριμένο περιβάλλον ευνόησε την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας και της υλοτομίας, ενώ άφησε την εφαρμογή της γεωργικής παραγωγής εντελώς αναξιοποίητη.

Εδώ και αιώνες λοιπόν αξιοποιούνται αυτοί οι πόροι τοποθετώντας την κτηνοτροφία και την μεταποίηση ξυλείας στους βασικούς παράγοντες εργασιακής απασχόλησης. Ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού απασχολείται στις βιομηχανίες ξύλου. Στην κτηνοτροφία υπάρχουν δυσκολίες εξαιτίας κυρίως των καιρικών συνθηκών αφού οι νομάδες κτηνοτρόφοι αναγκάζονται να μεταφέρονται τον χειμώνα στο θεσσαλικό κάμπο και το καλοκαίρι στα ορεινά βοσκοτόπια [Δ. Μετσόβου, 2014]. Παρόλα αυτά η κτηνοτροφία είναι συνδεδεμένη με το Μέτσοβο και πέραν της εκμετάλλευσης του κρέατος αξιοποιείται και με άλλους τρόπους δημιουργώντας επιπλέον θέσεις εργασίας.

Οι εξαγωγές του δέρματος αιγοπροβάτων αποτελούσε, στο παρελθόν, μία ασχολία η οποία όμως έχει φθίνει στις μέρες μας. Επίσης, η τυροκομία είναι σημαντικό κομμάτι στο παζλ της τοπικής οικονομίας. Οι βιομηχανίες γάλακτος (γιαούρτι, βούτυρο, γραβιέρα και κεφαλογραβιέρα) ανήκουν στον τομέα απασχόλησης στον οποίο υπάρχει αρκετή απορρόφηση.

Στο Μέτσοβο λειτουργεί από το 1958 το τυροκομείο του ιδρύματος Τοσίτσα, το οποίο απορροφάει ολόκληρη σχεδόν την παραγωγή γάλακτος της περιοχής. Είναι ακόμα γνωστό για την παρασκευή δύο τυριών, με την ονομασία μετσοβόνη και μετσοβέλας. Μακράν παράδοση έχει η περιοχή και στην οινοποιία με πιο γνωστό παρασκευαστή τον αμπελώνα του κατώϊου της οικογενείας των Αβέρωφ. [Δ. Μετσόβου, 2014].



Γράφημα 4.2: Ποσοστιαία συμμετοχή τομέων δραστηριότητας στη συνολική παραγωγή στο Δήμο Μετσόβου.

Πηγή: Καχριμάνη, 2011. *Ιδία επεξεργασία.*

Η οικονομία της περιοχής σήμερα βασίζεται στη βιοτεχνική παραγωγή και κυρίως στην εντυπωσιακή τουριστική κίνηση (Γράφημα 4.2) η οποία στηρίζεται στην τοπική Μετσοβίτικη παράδοση με τις τοπικές γαστρονομικές συνήθειες, τη λαϊκή τέχνη, την κουλτούρα, τα ήθη και τα έθιμα των ντόπιων κατοίκων. Δυστυχώς, οι βιομηχανίες ξύλου και γάλακτος έχουν πτωτική τάση εξαιτίας της οικονομικής κρίσης που αντιμετωπίζει η χώρα, αλλά και η παγκόσμια αγορά.

Στο Μέτσοβο η τοπική λαϊκή τέχνη με την ιδιαίτερη τοπική τεχνοτροπία στην υφαντουργία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ασχολίες των κατοίκων. Μέσα στην λαϊκή τέχνη ανήκει η ιδιόμορφη μουσική παράδοση καθώς και οι αυτοσχέδιοι και συναισθηματικά φορτισμένοι τοπικοί χοροί, γνωστοί με τα ονόματα κυκλικός, συγκαθιστός και χορός των γυναικών.

Τέλος, ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια στην περιοχή φαίνεται να έχει ο εναλλακτικός τουρισμός. Το φυσικό περιβάλλον, καθώς και ο παραδοσιακός οικισμός του Μετσόβου με τα σπουδαία μνημεία, την ιδιαίτερη αρχιτεκτονική σύνθεση και τις αναλλοίωτες από το χρόνο συνήθειες των κατοίκων, αποτελούν κίνητρα για να τεθούν τα θεμέλια για την ανάπτυξη μίας καθαρά ήπιας και ελεγχόμενης μορφής τουρισμού.

#### 4.7. Ιστορία

Η ιστορία του οικισμού του Μετσόβου ξεκινάει επίσημα από αναφορά που έγινε το 14ο αι. π.Χ. και στην οποία θα γίνει εκτενέστερη αναφορά παρακάτω. Παρόλα αυτά η χρήση του τόπου – των εδαφών- όπου σήμερα βρίσκεται ο οικισμός ξεκίνησε –λογικά- με την απαρχή της ιστορίας της Ηπείρου εξαιτίας της ιδιότητας του τόπου, όπου αναπτύχθηκε ο οικισμός του Μετσόβου, να αποτελεί μοναδικό πέρασμα από τα δυτικά στα ανατολικά της Πίνδου και άνωθεν προς τα

μακεδονικά εδάφη. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται σημαντικό να γίνει αρχικά μία αναφορά των ιστορικών στοιχείων της Ηπείρου ώστε να γίνει κατανοητή και η εξελικτική πορεία του Μετσόβου.

Η Ήπειρος, ως γεωγραφική έννοια, αρχίζει να αναφέρεται μόλις κατά το δεύτερο μισό του 4ου αιώνα π.Χ., ενώ, ως πολιτική έννοια, εμφανίζεται για πρώτη φορά το 330 π.Χ. με τη συμμαχία των Ηπειρωτών. [VisitEpirus, 2012]

Οι Ηπειρώτες σε όλη τη διάρκεια της αρχαιότητας ήταν χωρισμένοι σε φύλα που αποτελούσαν τη βάση της πολιτικής ζωής. Πολιτιστικά και γλωσσικά, η Ήπειρος ήταν συνδεδεμένη με τη Μακεδονία, αλλά η επίδραση του πολιτισμού της νότιας Ελλάδας άρχισε σχετικά νωρίς (τα πρώτα νομίσματα χρονολογούνται στο 4ο αιώνα π.Χ.). Βασική απασχόληση των κατοίκων της Ηπείρου αποτέλεσαν η γεωργία και η κτηνοτροφία, με αποτέλεσμα η αστική ανάπτυξη να είναι πολύ περιορισμένη. Οι πρώτες πόλεις ιδρύθηκαν μόλις στα ελληνιστικά χρόνια. Από αυτές ξεχώρισαν οικισμοί, όπως η Πασσαρών, ο Τέκμων, η Κασσώπη, η Αμβρακία και κυρίως η Δωδώνη, κέντρο λατρείας του Πελασγικού Δία, ενώ ολόκληρη η περιοχή γνώρισε περιόδους ακμής, κυρίως στα χρόνια της βασιλείας του Πύρρου (297-272 π.Χ.) που ένωσε κάτω από την ηγεμονία του όλα τα Ηπειρωτικά φύλα. [VisitEpirus, 2012]

Από τη δεύτερη χιλιετηρίδα π.Χ. αναφέρεται ότι κατοικούσαν στην περιοχή του Μετσόβου λαοί ποιμενικοί που μιλούσαν ελληνικά, όπως οι Αίθικες και ίσως οι Τυμφαίοι. Στα μέρη αυτά δεν έχουν επισημανθεί προϊστορικά κατάλοιπα, παρά ελληνικές και ρωμαϊκές εγκαταστάσεις, όπως στην Κουτσούφλιανη, στις Πολιτσιές και στο Βοτονόσι, ενώ ανέκαθεν περνούσε από την περιοχή η κύρια διάβαση από τα δυτικά προς τα ανατολικά της Πίνδου, εξαιρετικής στρατηγικής και εμπορικής σημασίας. [VisitEpirus, 2012]

Η ύπαρξη του Μετσόβου μαρτυρείται, για πρώτη φορά, το 1380 π.Χ. όταν γίνεται αναφορά του ιερομόναχου Ησαΐα ως καθοδηγούμενου του Μετσόβου στα χρονικά των αυτοδέλφων Φιλανθρωπινών Πρόκλου και Κομνηνού, ενώ οι κάτοικοι της περιοχής είναι βλάχοι και αποκαλούνται «κουτσόβλαχοι» ή «μπουρτζόβλαχοι».



Εικόνα 12: Γλυπτό καφέ αρκούδων στο Μέτσοβο.

Πηγή: <http://piotermilonas.blogspot.gr>

Οι μητρικές γλώσσες των Μετσοβιτών είναι τα Ελληνικά και τα Βλάχικα. Ενώ, οι κάτοικοι χρησιμοποιούν σε στενό, οικογενειακό, φιλικό και επαγγελματικό περιβάλλον ως προφορική γλώσσα την κουτσοβλάχικη. Πρόκειται για τα «βλάχικα», ένα νεολατινικό ιδίωμα, γνωστότερο στους γλωσσολογικούς κύκλους με το νεολογικό «αρμουνική», παράγωγο του Αρωμόνος, με το οποίο

αυτοαποκαλούνται οι Βλάχοι ή Κουτσόβλαχοι των ελληνικών χωρών. [Δ.Μέτσοβου, 2014]

Η ιδιαίτερη αρωμουνική (βλάχικη) γλώσσα που χρησιμοποιούν οι κάτοικοί του Μετσόβου είναι λατινογενής. και έχει τις ρίζες της στους Έλληνες οδοφύλακες και στρατιώτες των λεγεώνων των Ρωμαίων. Οι οδοφύλακες ήταν οι φρουροί των διαβάσεων και ταυτόχρονα οι τελωνοφύλακες, οι οποίοι υιοθέτησαν τη λατινική ως γλώσσα. [Κική Βασάλλου, 2014]

Η προέλευση του τοπωνύμιου δεν είναι εξακριβωμένη. Μία περίπτωση είναι αυτή που θέλει την ονομασία «Μέτσοβο» να παράγεται από τις σλαβικές λέξεις «μέτσκο» που σημαίνει αρκούδα, πιθανότατα επειδή στους ορεινούς όγκους της περιοχής βρίσκει καταφύγιο η καφέ αρκούδα (*Ursus arctos*), και «όβο» που σημαίνει χωριό, κοινώς «αρκουδοχώρι» (Εικόνα 12). Περισσότερο πιθανή παραδοχή είναι αυτή που θέλει το όνομα «Μέτσοβο» να προέρχεται από τη βλάχικη φράση «α-μίτζιο» δηλαδή «εις το Μίτζιο». Είναι πιθανό το «Μίτζιο ή Μέτζο» να είναι παραφθορά της λέξης «μέσο» και με την προσθήκη της σλάβικης λέξης «όβο» να προέκυψε η λέξη «Μέτζοβο». Η παλαιότερη ονομασία του χωριού ίσως ήταν «Μέσο» ή «Μέσο-χώρι» που υποδηλώνει πράγματι και το τοπογραφικό στίγμα της θέσης, στο μέσο της περιοχής. [Δ. Μετσόβου , 2014]

Οι παλαιότεροι διανοούμενοι του Μετσόβου, ωστόσο, υποστηρίζουν ότι το τοπωνύμιο προέρχεται από το όνομα του ποταμού Μίντσιο, που υπάρχει κοντά στην πόλη Ambruce της Ιταλίας, περιοχή από την οποία έλκουν την καταγωγή τους οι ίδιοι και οι Βλάχοι της Θεσσαλίας. [Δ. Μετσόβου , 2014]

Οι ασχολίες των Μετσοβιτών ως επί τω πλείστον συνάδουν με αυτές των Γιαννιωτών και διαμορφώνονται από το ορεινό περιβάλλον της Ηπείρου. Η Ήπειρος γενικά είχε πάντοτε έλλειψη καλλιεργήσιμης γης αλλά παράλληλα πρόσφερε ιδεώδεις συνθήκες για τη νομαδική κτηνοτροφία, η οποία συνεπάγεται την ετήσια μετακίνηση των ποιμνίων στα ορεινά ή πεδινά βοσκοτόπια, καθώς και, σε παλαιότερες εποχές, τη μετακίνηση της ίδιας της οικογένειας. Κάτω από το πρίσμα αυτής της κατάστασης διαμορφώθηκε το Μέτσοβο, το οποίο αποτέλεσε αρχικά ένα μικρό συνοικισμό ποιμένων.

Λίγο αργότερα, κατά την κυριαρχία της οθωμανικής αυτοκρατορίας (13ος αι. έως 1918), η σημαντική, στρατηγικής σημασίας, γεωγραφική θέση του Μετσόβου έτυχε ιδιαίτερας προνομιακής μεταχείρισης, αφού εξασφάλιζε την ασφαλή και άνετη μετακίνηση των τούρκικων στρατευμάτων διαμέσου του περάσματος του Ζυγού. Η οθωμανική αυτοκρατορία μπορούσε να υλοποιήσει διάφορα πολιτικά και οικονομικά σχέδια μέσω της εύκολης διέλευσης των στρατευμάτων από την Ήπειρο προς τη Θεσσαλία, τη Μακεδονία, την Κωνσταντινούπολη αλλά και την Ιταλία. Αυτό συνέβαλε στην επιβίωση και γρήγορη ανάπτυξη του τόπου αφού ευνοήθηκε με κυρίως φοροαπαλλακτικά προνόμια (*muafiyet*).

Αναφέρεται ότι το 1430 μ.Χ. χορηγήθηκαν προνόμια στους Μετσοβίτες από τον Σουλτάνο Μουράτ τον Β΄ ως επιβράβευση της καλής συμπεριφοράς των Μετσοβιτών φυλάκων του Ζυγού, όταν αυτοί διευκόλυναν το πέρασμα των τούρκικων στρατευμάτων του Σινάν Πασά, που κατευθύνονταν στα Γιάννινα. Ο Σουλτάνος αναγνώρισε το δερβένι του Ζυγού ως το πρώτο αρματολίκι της Ηπείρου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο αρματολίκι αυτό υπηρέτησαν οι διασημότεροι αρματολοί και κλέφτες της Ηπείρου, της Θεσσαλίας και της Μακεδονίας, ο αριθμός των οποίων ανερχόταν σε 100 – 200 οπλοφόρους. [Τρίτος Μ.Γ., ιστολ. εφημ. Καθημερινή «ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ», 1994]

Μετά το 1480 τα προνόμια καταργήθηκαν και ξεκίνησαν η καταπίεση, οι λεηλασίες και ενίοτε οι εκτελέσεις αθώων Μετσοβιτών, έως ότου οι προύχοντες του Μετσόβου κατέφυγαν στην προστασία της βασιλομήτορος (βαλιδέ σουλτάν). Η βασιλομήτωρ διοικούσε το Μέτσοβο μέχρι το 1648, όταν και καταλύθηκε η αυτονομία του.

Το χρονικό διάστημα 1650 – 1659 σηματοδότησε για το Μέτσοβο μία περίοδο μεγάλης κρίσης και παρακμής αφού πλέον ίσχυε και πάλι το γενικό φορολογικό σύστημα στην περιοχή. Παράλληλα με τη δυσβάσταχτη φορολογία ξεκίνησαν και οι λεηλασίες αλβανικών συμμοριών. Με αυτή την κατάσταση οι Μετσοβίτες άρχισαν να μεταναστεύουν, προς αναζήτηση μίας καλύτερης και ασφαλέστερης ζωής, με αποτέλεσμα την κάθετη πτώση του πληθυσμού.

Το 1659 ο Σουλτάνος Μεχμέτ ο Δ΄ (1648 – 1687) ανανεώνει τα προνόμια στο Μέτσοβο, το οποίο πλέον μαζί με τα γύρω χωριά, Μαλακάσι, Μηλιά, Ανήλιο, Βοτονόσι, Παλιά Κουτσούφλιανη (Πλατάνιστος) και Δερβεντίστα (Ανθοχώρι) αποτέλεσαν ένα είδος ομοσπονδίας, μια αυτόνομη δημοκρατική πολιτεία μέσα στο απολυταρχικό καθεστώς της οθωμανικής αυτοκρατορίας. Το Μέτσοβο πλέον υπαγόταν διοικητικά στο νομό Εύβοιας, δικαστικά στη Λιβαδειά και εκκλησιαστικά απευθείας στο Οικουμενικό Πατριαρχείο με ξεχωριστή εκκλησιαστική αρχή, την Πατριαρχική Εξαρχία Μετσόβου (1659 – 1924) [Τρίτος Μ.Γ., ιστολ. εφημ. Καθημερινή «ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ», 1994]. Αποτέλεσμα της αυτονομίας του τόπου ήταν η εντυπωσιακή ανάπτυξη του και η εξέλιξή του σε οικονομικό, βιοτεχνικό και εμπορικό κέντρο διεθνούς εμβέλειας. Τότε ιδρύθηκε εκεί και το πρώτο τραπεζικό γραφείο με ανταποκριτές στο Λιβόρνο, στην Κωνσταντινούπολη, στη Βενετία, στη Βιέννη, στο Βουκουρέστι, στη Μόσχα και στην Οδησό.

Η εντυπωσιακή οικονομική ανάπτυξη, εξαιτίας των προνομίων, οδήγησε στην δημογραφική ανάπτυξη λόγω της εγκατάστασης οικονομικών μεταναστών στο Μέτσοβο, οι οποίοι προερχόντουσαν από την Πρεμετή, το Αργυρόκαστρο, τα Άγραφα, τα Γρεβενά και την Ιταλία.

Την ίδια περίοδο οικογένειες του Μετσόβου ασχολούνταν με το προσοδοφόρο επάγγελμα της τυροκομικής. Οι τυρέμποροι είχαν ειδικούς τεχνίτες, οι οποίοι διδάσκονταν την τέχνη της τυροκομίας στη Σαρδηνία της Ιταλίας. Μέρος των παραγόμενων προϊόντων εξαγόταν, όπως το τυρί κασκαβάλι που εξαγόταν αποκλειστικά στην Ιταλία. Άλλα συναφή επαγγέλματα, στα οποία

εργαζόταν μεγάλο μέρος των κατοίκων, ήταν η επεξεργασία μαλλιού, η κατασκευή ταπήτων και ειδών ρουχισμού, ενώ με την κατάργηση του προβατονόμιου αναπτύχθηκε ιδιαίτερα η κτηνοτροφία.

Οι Μετσοβίτες ήταν και ξακουστοί τεχνίτες. Άλλοτε σιδηρουργοί, (περιπλανώμενοι) χτίστες, ξυλουργοί, ξυλόγλυπτες. Αρκετοί ασχολούνταν με τη βιοτεχνία της βαρελοποιίας και της σαμαροποιίας και εφοδίαζαν τις αγορές των Ιωαννίνων, της Πρέβεζας, της Άρτας, των Τρικάλων, των Φιλιατών, της Λάρισας, της Καρδίτσας, των Φαρσάλων και άλλων πόλεων, ενώ ιδιαίτερη ανάπτυξη γνώρισε η χρυσοχοΐα και η αργυροχοΐα. [Δ. Μετσόβου , 2014]

Την εποχή της ακμής, οι Μετσοβίτες έμποροι διέθεταν εμπορικούς οίκους στη Βενετία, στη Νεάπολη, στην Τεργέστη, στη Μασσαλία, στη Βιέννη, στη Μόσχα, στην Οδησό, στην Κωνσταντινούπολη, στη Θεσσαλονίκη, στις Σέρρες και στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Στον πλούσιο κατάλογο των Μετσοβιτών μεγαλεμπόρων του εξωτερικού καταγράφονται ο Ιωάννης Στάνος στη Βενετία (1690), οι αδελφοί Τζαρτζούλη στη Βιέννη και ο Κωνσταντίνος Φουρνίγκας στη Ρωσία. Πολλοί Μετσοβίτες αναδείχθηκαν μεγάλοι γουνέμποροι. Ανάμεσα τους δεσπόζουν οι Γ. Μετσοβίτης, Κυρ. Τσιτίσας, Αναστ. Τσιτίσας και οι γιοι του Μιχαήλ, Θεόδωρος, Νικόλας, Κωνσταντίνος, οι οποίοι έδρασαν στη Θεσσαλονίκη, στην Καβάλα, στις Σέρρες, στην Αλεξάνδρεια και στο Λιβόρνο της Ιταλίας. Στα Τρίκαλα δραστηριοποιήθηκαν οι Μετσοβίτες γουναράδες Α. Πρεμέτης, Μητράκος Πρεμέτης και Απόστ. Πρεμέτης. [Δ. Μετσόβου , 2014]

Εξαιτίας της μεγάλης εμπορικής και βιοτεχνικής ανάπτυξης πολλοί ντόπιοι κάτοικοι ξενιτεύτηκαν στη Γερμανία, στην Ουγγαρία, στη Ρωσία και στις μεσογειακές χώρες για να εργαστούν ως εκπρόσωποι των μετσοβίτικων εταιρειών, ενώ ορισμένοι έφευγαν για να δουλέψουν κυρίως ως τεχνίτες.

Το 1700 ιδρύθηκε στο Μέτσοβο ιδιοσυντήρητο ελληνικό σχολείο, το Ελληνοσχολείο Μετσόβου, υπό την επίβλεψη της Εκκλησίας. Τα μαθήματα λάμβαναν χώρα στα παλιά κελιά στον αυλόγυρο του ναού της Αγίας Παρασκευής. Παρόλα αυτά άδεια λειτουργίας δόθηκε το 1759, από τις τούρκικες αρχές και το Πατριαρχείο. Το Ελληνοσχολείο Μετσόβου αναδείχτηκε σε ένα από τα σημαντικότερα κέντρα παιδείας, όπου δίδαξαν οι επιφανέστεροι δάσκαλοι της εποχής «δεικνύουσιν αρκούντως την παλμώδη διανοητικήν κίνησην του ζωηρού Μετσόβου». Το ελληνικό σχολείο Μετσόβου αποτέλεσε εστία καλλιέργειας του εθνικού φρονήματος και κράτησε ζωντανό το ήθος και το ελληνικό πνεύμα.

Τα σωτήρια προνόμια οι Μετσοβίτες, με την βοήθεια των ισχυρών Μετσοβιτών της Κων/λεως, φρόντιζαν διαρκώς να τα ανανεώνουν σε κάθε αλλαγή Σουλτάνου. Παρόλα αυτά τα προνόμια του Μετσόβου καταργήθηκαν το 1795 από το συγκεντρωτικό κράτος του Αλή Πασά. Εξαιρέση αποτέλεσε η Πατριαρχική Εξαρχία, η οποία διατηρήθηκε μέχρι το 1924, οπότε προήχθη σε προσωρινή Μητρόπολη, στην οποία τοποθετήθηκε ο από Γαίνου και Χώρας Μητροπολίτης Τιμόθεος

Α. Λαμνής. [Τρίτος Μ.Γ., ιστολ. εφημ. Καθημερινή «ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ», 1994]. Η Ιερά Μητρόπολη Μετσόβου καταργήθηκε το 1928 και από το 1932 προσαρτήθηκε στη Μητρόπολη Ιωαννίνων.

Το 1836, οι μεγάλοι Μετσοβίτες ευεργέτες Γ. Αβέρωφ, Ν. Στουρνάρας και Ε. Τοσίτσας ίδρυσαν το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.) στην Αθήνα [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014], ενώ στο Μέτσοβο λειτούργησαν και άλλα εκπαιδευτήρια όπως νηπιαγωγεία, δημοτικά και παρθεναγωγεία.

Τα τουρκικά στρατεύματα του Αβδή Πασά, στις 27 Μαρτίου 1854, έσπειραν την καταστροφή στο Μέτσοβο με τον απολογισμό των κινητών κλοπιμαίων να υπολογίζεται σε 500.000 γρόσια και της συνολικής καταστροφής να φτάνει τα 20.000.000 γρόσια. Επίσης, επιβλήθηκε και δυσβάσταχτη φορολογία στους κατοίκους, της τάξης των 3.000 χρυσών λιρών. Το συγκεκριμένο μακελειό έμεινε στην ιστορία ως ο «Χαλασμός του Γρίβα».

Στις 31 Οκτωβρίου 1912 απελευθερώθηκε από τον τουρκικό ζυγό με τον αγώνα που έδωσαν οι δυνάμεις του τακτικού Ελληνικού στρατού και τον αποφασιστικό ρόλο που έπαιξαν στη μάχη το Σώμα των Κρητών εθελοντών προσκόπων και των Ηπειρωτών εθελοντών. Η απελευθέρωση του Μετσόβου έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην έκβαση του ελληνικού απελευθερωτικού αγώνα αφού πλέον η κατοχή της διάβασης βρισκόταν στον έλεγχο της ελληνικής διοίκησης.

Η απελευθέρωση του τόπου συνοδεύτηκε και με την παρακμή εξαιτίας της οικονομικής πτώσης λόγω της απώλειας εισοδημάτων από τα κληροδοτήματα, τα οποία χάθηκαν στον Α΄ παγκόσμιο πόλεμο και της μετατόπισης της εμπορικής δραστηριότητας στις αγορές των Ιωαννίνων και των Τρικάλων. Παρόλα αυτά το Μέτσοβο ορθοπόδησε και πάλι. Η πρόοδος οφείλεται κυρίως στους πολλούς ευεργέτες που ανέδειξε η πόλη, οι οποίοι με τα πλούσια κληροδοτήματα που άφησαν στο Μέτσοβο το στήριξαν οικονομικά και πολιτιστικά. Η δράση των ευεργετών δεν περιορίστηκε μόνο στο Μέτσοβο, αλλά επεκτάθηκε σε πανελλήνια κλίμακα με την φιλοτέχνηση της πρωτεύουσας του ελληνικού κράτους.

Αποφασιστικής σημασίας γεγονός για τη σύγχρονη οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη του Μετσόβου αποτελεί το Ίδρυμα Βαρόνου Μιχαήλ Τοσίτσα, που δημιουργήθηκε το 1948, από τον ίδιο τον Ευεργέτη με την παρακίνηση και ενθάρρυνση του Ευάγγελου Αβέρωφ Τοσίτσα. Στους μεγάλους άνδρες του Μετσόβου συγκαταλέγονται: ο Μετσοβίτης νεομάρτυς Νικόλαος (+17 Μαΐου 1617), οι Διδάσκαλοι του Γένους Νικόλαος Τζαρτζούλης, Παρθένιος Κατζιούλης, Δημήτριος Βαρδάκας, Τρύφων ο ιερομόναχος, Αδάμ Τσαπέκος, οι Εθνικοί Ευεργέτες Γεώργιος Αβέρωφ, Νικόλαος Στουρνάρας, Μιχαήλ Τοσίτσας, Τριαντάφυλλος Τσουμάγκας, Κυριάκος Φλόκας, Βαρώνος Μιχαήλ Τοσίτσας, οι εθνικοί αγωνιστές Δημήτριος Ίπατρος, Αναστάσιος Μανάκης, Ιωάννης Γκαδέλος, Απόστολος Χατζής, Δημήτριος Ζαμάνης και ο πολιτικός και Ευεργέτης Ευάγγελος Αβέρωφ Τοσίτσας. [Δ. Μετσόβου, 2014]

Σήμερα το Μέτσοβο είναι ένα πρότυπο ευημερούσης ορεινής πόλεως. Μοντέλο ανάπτυξης, όπως σωστά χαρακτηρίστηκε. Με υψηλό βιοτικό επίπεδο, εντυπωσιακή τουριστική κίνηση,



ικανοποιητική ποιότητα ζωής, ζηλευτή οικονομική προκοπή, μηδενικό μεταναστευτικό δείκτη, ζωντανό παραδοσιακό χρώμα. Η παράδοση στο Μέτσοβο δεν είναι ένα αντικείμενο μουσειακής χρήσεως και λαογραφικής σπουδής, αλλά η ίδια η αυτοσυνειδησία, η ταυτότητα, η ζωή του. Είναι μία κατάσταση ενεργητική, ένας συγκεκριμένος τρόπος ζωής, που συνεχίζεται μέχρι τις μέρες μας αναλλοίωτη, προσαρμοσμένη όμως στις σύγχρονες ανάγκες. [Τρίτος Μ.Γ., ιστολ. εφημ.Καθημερινή «ΕΠΤΑ ΗΜΕΡΕΣ», 1994]

#### 4.8. Πολεοδομική Οργάνωση

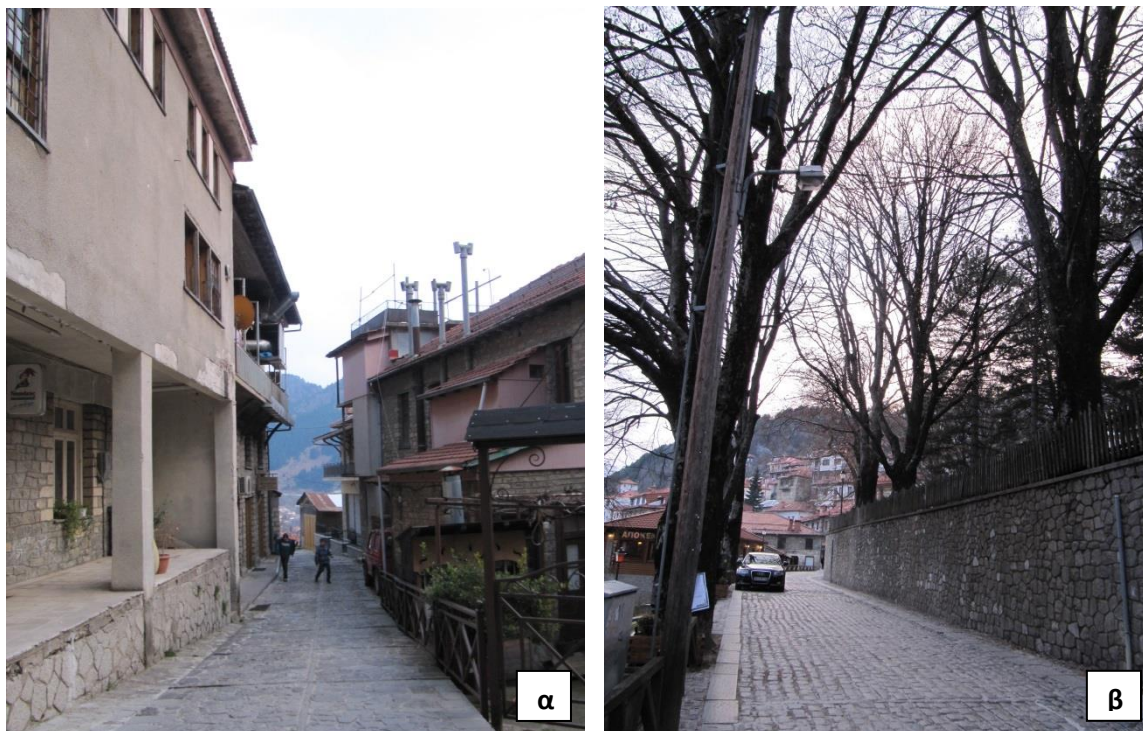
Ο οικισμός του Μετσόβου τοποθετείται πάνω σε πτυχωτή και απότομη πλαγιά με κλίση ίση και μεγαλύτερη από 45ο. Οι οπτικές φυγές του οικισμού είναι προς Νότο και Ανατολή όπου φαίνονται ολοκάθαρα βουνοκορφές της Πίνδου.

Η έκταση της περιοχής αντιστοιχεί περίπου σε 350 στρέμματα (35 εκτάρια) με μέγιστη ακτίνα περίπου τα 10 χλμ. Ο οικισμός διαιρείται στο πάνω και κάτω τμήμα του. Το κάθε τμήμα αντιπροσωπεύει μία ενορία με δύο και τέσσερις συνοικίες αντίστοιχα.

Ο οικισμός του Μετσόβου φαίνεται να ακολουθεί το πρότυπο δημιουργίας των ηπειρωτικών οικισμών. Στην προκειμένη περίπτωση οι οικισμοί δε δημιουργούνται από το μηδέν αλλά, προέρχονται από τη σταδιακή συνένωση διάσπαρτων οικιστικών μονάδων [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014]. Εδώ συναντάμε το συνεχές σύστημα στο κέντρο του οικισμού και όσο απομακρυνόμαστε αναπτύσσεται το πανταχόθεν ελεύθερο σύστημα.

Ο ιστός του χωριού ορίζεται με δύο κύριους δρόμους, κάθετους μεταξύ τους, με διευθύνσεις προς τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, οι οποίοι προεκτείνονται και εκτός οικισμού. Επιπλέον υπάρχουν δευτερεύοντες άξονες, εσωτερικής εξυπηρέτησης, οι οποίοι αναπτύσσονται σύμφωνα με τη βατότητα του φυσικού εδάφους, συγκλίνοντας προς το κέντρο ή προς το κύριο δίκτυο. Ο βασικότερος δρόμος του οικισμού περνάει από το κέντρο με κατεύθυνση από ανατολή προς δύση [Χαρίσης Β., 1995].

Οι δρόμοι είναι στενοί με πλάτος δύο έως τέσσερα μέτρα και εξαιτίας του ανισόπεδου εδάφους, η μορφή τους είναι οφιοειδής. Στο μεγαλύτερο μέρος οι δρόμοι ήταν λιθόστρωτα καλντερίμια (Εικόνα 13 α, β) με εγκάρσιες, υπερυψωμένες λωρίδες κάθε 0,50 – 0,80 μέτρα για την ασφάλεια του βηματισμού και την απορροή των υδάτων σε αυλάκι δεξιά ή αριστερά κατά τις ανάγκες [Χαρίσης Β., 1995].



Εικόνα 13 (α, β): Απόψεις λιθόστρωτων καλντεριμιών στην περιοχή του Κέντρου του οικισμού.

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

Κατοικίες με ψηλές μάντρες με σκεπαστές αυλόθυρες περιβάλλουν την πλειοψηφία των δρόμων αυτών. Επίσης οι προεξοχές των σαχνισιών συχνά σκεπάζουν το μεγαλύτερο πλάτος του δρόμου - γεγονός που δημιουργεί ακόμα εντονότερη αίσθηση κλειστού χώρου [Βλαχόφωνι Έλληνες, 07/02/2011].

Το Μέτσοβο αποτελεί κλασσικό παράδειγμα παραδοσιακού, ηπειρώτικου χωριού με μονοκεντρική διάταξη δηλαδή με την ανάπτυξή του να εξελίσσεται γύρω από το κέντρο με την πλατεία (Εικόνα 14). Το κέντρο είναι η κεντρική αγορά δηλαδή ο χώρος συνάθροισης των κατοίκων. Εδώ συγκεντρώνονται όλες οι κοινωνικές, οικονομικές, θρησκευτικές και δημόσιες λειτουργίες όπως είναι τα πολιτιστικά, τοπικά δρώμενα, οι διάφορες εκδηλώσεις αλλά και οι εμπορικές συναλλαγές.

Γύρω από την κεντρική πλατεία βρίσκονται τα δημόσια κτίρια, τα οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερα από τα σπίτια και ιδιαίτερα προσεγμένα στην κατασκευή, ενώ μορφολογικά ακολουθούν τους ίδιους κανόνες δόμησης με τις κατοικίες. Βασικά κτίσματα που συναντά κανείς στην πλατεία είναι η εκκλησία, το σχολείο, η βρύση και το κοινοτικό κατάστημα (εκκλησίες υπάρχουν και σε άλλα σημεία του οικισμού, σε μικρότερες πλατείες) [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014].



Εικόνα 14: Άποψη της κεντρικής πλατείας του οικισμού.

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

Επιπλέον, στο κέντρο βρίσκεται και η εκκλησία της Αγίας Παρασκευής, καθώς και οι βρύσες, το πανύψηλο καμπαναριό και τα θεόρατα πλατάνια, όλα τους θέματα με πανάρχαιους, ισχυρούς συμβολισμούς. Στον οικισμό υπάρχουν άλλες δώδεκα εκκλησίες. Οι τόσες εκκλησίες μέσα σε έκταση 35 εκταρίων και σε συνδυασμό με τον σταυροειδή σχεδιασμό των κύριων αξόνων που συνδέονται στην καρδιά του οικισμού, ο οποίος έχει κυκλική μορφή, μαρτυρά μία κοινωνία με βαθιά ριζωμένες τις θρησκευτικές αξίες και τα νοήματα. Αυτό το συμπέρασμα έρχεται να ενισχυθεί με το γεγονός ότι τα σημεία των κύριων δικτύων, τα οποία «προεκτείνονται» στα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, σημειοδοτούνται στις εισόδους τους από τέσσερα ιερά. Με αυτό τον τρόπο αποδίδεται ένα πολεοδομικό σχέδιο όπου στοιχειοθετείται το σχήμα του σταυρού (σε κύκλο) το οποίο ήδη από την αρχαϊκή εποχή συμβολίζει την αρμονία του σύμπαντος κόσμου.

Κοντά στο κέντρο βρίσκονται τα πλουσιότερα σπίτια, στις αμέσως επόμενες ζώνες τα λαϊκά, ενώ στην περίμετρο του οικισμού κατοικούν οι λιγότερο προνομιούχες κοινωνικές ομάδες - οι γύφτοι συνήθως, οι οποίοι είναι κυρίως οργανοπαίχτες στα τοπικά πανηγύρια. Στη ζώνη αυτή συνυπάρχουν κατοικίες με εργαστήρια (σιδηρουργοί, μαραγκοί, χτίστες, μουσικοί) χωροθετημένα σε εκτάσεις που δεν προσφέρονται για καλλιέργειες (ανήλιαγες πλαγιές), ενώ στα όρια του οικισμού και σε κατάλληλα επιλεγμένα εδάφη βρίσκονται τα χωράφια με τις γεωργικές καλλιέργειες [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014].

Εκτιμώντας τα κύρια πολεοδομικά χαρακτηριστικά προκύπτει πως το Μέτσοβο είναι ένας πυκνοδομημένος, και λόγω των περιορισμένων προσπελάσεων, κλειστός οικισμός, ενώ ο ιστός του και η κατανομή των χρήσεων αποτελούν ένα απλό και άρτιο σχηματισμό. Η ιδιαιτερότητά του οφείλεται στους σημειολογικούς χαρακτήρες της δομής και τη συγκινησιακή συμπεριφορά του πολεοδομικού χώρου. [Χαρίσης Β. 1995]

Συγκινησιακά, η ιδιαιτερότητα του οικισμού του Μετσόβου οφείλεται στο ότι ο κάτοικος του, περπατώντας στους λιθόστρωτους κλειστούς χώρους των δρόμων, που περιβάλλονται από αυλόπορτες γνωστών ανθρώπων και κεπέγκια και όπου βλέπουν τα παράθυρα των σπιτιών ως ματιές των συγχωριανών, και στέγες πέτρινες οξυκόρυφες όμοιες με τις κορυφές των βουνών, νιώθει δυνατός, σε χώρο οικείο (Εικόνα 15). Γιατί βρίσκεται σε χώρο «συγγενή» με το γύρω φυσικό κόσμο, που ήδη κατέχει, περιβάλλεται από μεγέθη που δεν υπερβαίνουν τα ανθρώπινα μέτρα και ζει ανάμεσα σε συγγενείς και αγνώστους, αισθάνεται την ενότητα του όλου και διατηρεί τη συνείδηση του μέλους και συνακόλουθα του ρόλου του μέσα στο φυσικό και κοινωνικό χώρο. [Χαρίσης Β., 1995]

Προσπερνώντας από τα κλειστά μέρη του δρόμου στα ανοίγματα προς τον απέραντο ορίζοντα, ζει τον ρυθμό της εναλλαγής, κατά τη διαφορά της έντασης της ανθρωπομετρικής κλίμακας του κλειστού δρόμου και της κοσμοκεντρικής κλίμακας του ορίζοντα, αλλά και κατά την ποιοτική διαφορά μεταξύ του οικείου και του υπερβατικού φυσικού χώρου. Και έτσι, σε αυτόν τον ρυθμό παλλόμενος, γίνεται ενεργός θεατής του χώρου, στα μέτρα του χρόνου που ο ρυθμός αυτός ορίζει. Φορτισμένος ακόμη, από τους συμβολισμούς της εκκλησίας και της βρύσης, στους κόμβους της πορείας, επενδύει τη συγκίνηση με το συναίσθημα της πίστης και τη συνείδηση της κοσμοαντίληψής του. Καταλήγοντας κατά την πορεία στην αγορά, όπου όλους μπορεί να συναντήσει κι ακόμα να έχει ό,τι άλλοι μπορούν να προσφέρουν – από τσιγάρο και κουβέντα, ως τη συμβουλή, τη συμπαράσταση και τη συμπόνια – αισθάνεται, μέσα από την κοινωνική ταύτιση, το πλάτεμα της ατομικότητας και τη θαλπωρή του συνόλου. [Χαρίσης Β., 1995]



Εικόνα 15: Μετσοβίτισσα στο καλντερίμι δυτικά της οικίας Αβέρωφ. Πηγή: Χαρίσης Β., 1995

#### 4.9. Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική

Η ηπειρωτική νεοελληνική αρχιτεκτονική, παραδοσιακή και επίσημη, αποτελεί αναπόσπαστο μέρος μίας ενιαίας αρχιτεκτονικής εκφράσεως με γενική εφαρμογή και ευρύτερη αποδοχή σε ένα μείζονα γεωγραφικό χώρο κατά τους χρόνους της όψιμης Τουρκοκρατίας (18ος – 19ος αι.). Γενικότερα, η οικονομική και πολιτιστική ακμή επαρχιακών κέντρων κατά την περίοδο του νεοελληνικού Διαφωτισμού επέτρεψαν από τις πρώτες κιόλας δεκαετίες του 18ου αι. τη βαθμιαία διαμόρφωση και, τελικά, την παγίωση μιας «μεγάλης» αστικής αρχιτεκτονικής, που υπήρξε επακόλουθο της μετατοπίσεως των εμπορικών δραστηριοτήτων από τα Ν και τα ΝΔ προς τα Β και τα ΒΔ στον ευρύτερο μικρασιατικό και βαλκανικό χώρο, πεδίο έντονης ελληνικής παρουσίας. [Σακελλαρίου Μ.Β., 1997]

Ο μετασχηματισμός της οικονομίας από οικοτεχνικά σε βιοτεχνικά πλαίσια και, προοδευτικά, σε ανεπτυγμένες μορφές εμπορικών «συντροφιών» διεθνούς για την εποχή εμβελείας θα οδηγήσει σε οικονομική ευμάρεια, που σχετίζεται με έντονα σημάδια υλικού πλούτου, αποθησαυρισμένου στους κόλπους μίας νεοσύστατης αστικής τάξεως εμπόρων, η οποία, μαζί με την υπάρχουσα «αριστοκρατία» και τους ανώτατους αξιωματούχους της Εκκλησίας, θα απαρτίζει εφ' εξής την άρχουσα τάξη. Βεβαίως, το διακινούμενο ανθρώπινο δυναμικό και η δημιουργία «νέων» επίγειων αγαθών, κυρίως από την Μεσευρώπη, θα οδηγήσουν σε προσμίξεις ιδιαίτερα αισθητές στον λεγόμενο υλικό βίο (σκεύη, ενδύματα, αρχιτεκτονικά διακοσμητικά σχήματα), που υιοθετούνται καταρχάς από την άρχουσα τάξη, για να περάσουν στη συνέχεια «εκλαϊκευόμενα» και σε άλλα κοινωνικά στρώματα. [Σακελλαρίου Μ.Β., 1997]

Υπό το πρίσμα αυτής της πολιτικής και κοινωνικοοικονομικής αλλαγής που υπέστη το γεωγραφικό διαμέρισμα της Ηπείρου –και όχι μόνο- επηρεάστηκαν λιγότερο ή περισσότερο οι περιοχές οι οποίες ανήκουν σε αυτό, όπως είναι τα Ιωάννινα και το Μέτσοβο. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική αποτελεί το σύνολο του δομημένου χώρου του κάθε τόπου. Το δομημένο περιβάλλον περιγράφεται ως το αποτέλεσμα των ανθρώπινων ενεργειών υποδομής στο περιβάλλοντα χώρο.

Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική αφορά μεμονωμένα κτίσματα (κατοικίες, σχολεία, εκκλησίες, χάνια, γεφύρια, κλπ.), συγκροτήματα κτισμάτων (το παραδοσιακό σπίτι περιλαμβάνει την κατοικία και μικρότερα άλλα κτίσματα σε άμεση σχέση με αυτή - αποθήκη, φούρνος, μαγειρείο, κ.λπ.), οργανωμένα σύνολα κτισμάτων, τα οποία συνθέτουν τους οικισμούς, αλλά και σύνολα οικισμών. Τους δύο τελευταίους αιώνες της Οθωμανικής κυριαρχίας, το χτίσιμο του σπιτιού αποτελεί σημαντική υπόθεση. Ο νοικοκύρης ξοδεύει σημαντικά ποσά για να το χτίσει και να το στολίσει, αφού αποτελεί μέσο κοινωνικής προβολής (Κίζης, 1995).

Στο Μέτσοβο απαντούμε δύο τύπους σπιτιών, το τρίχωρο πλατυμέτωπο-λαϊκό, και το τετράχωρο-αρχοντικό, πέρα από τη μονόχωρη καλύβα που χρησιμοποιείται ως χώρος διαμονής στους τόπους σταβλισμού των κοπαδιών.

Πρακτικά, το αρχοντικό με την τετράχωρη διάταξη μοιάζει να προέρχεται από την επανάληψη του δίχωρου τύπου. Αντίθετα ο τρίχωρος και πεντάχωρος τύπος αποτελούν νεότερες αρχιτεκτονικές απόψεις του 18ου και 19ου αιώνα. [Οικονόμου Κ., 2013]

Ο τύπος του τρίχωρου σπιτιού (Σχέδιο 2) είναι διώροφος με χώρους διαμονής στον όροφο, ενώ στο υπόγειο βρίσκονται οι βοηθητικοί χώροι όπως είναι ο στάβλος και το κελάρι. Οι χώροι διαμονής είναι:

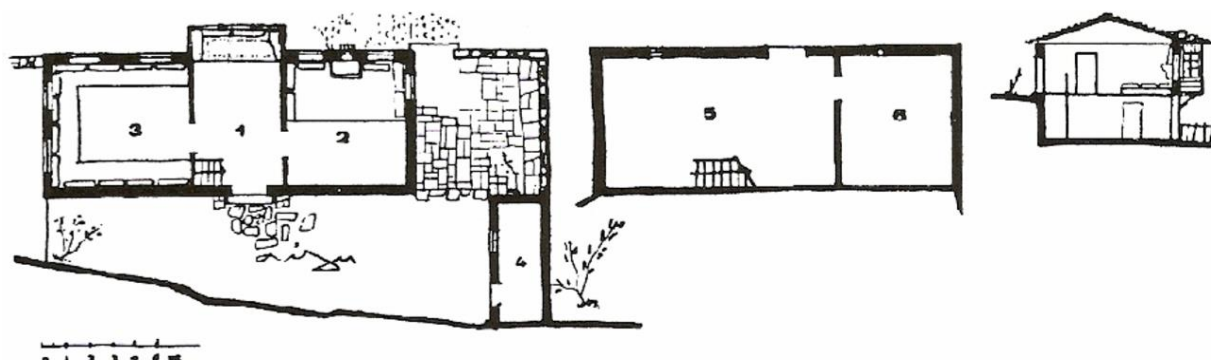
- 1) Το σαράι που αποτελεί το χώρο εισόδου, πρώτης υποδοχής και επικοινωνίας με το ισόγειο-υπόγειο. Είναι προσανατολισμένο προς το νότο και κατά την πλευρά αυτή προεξέχει από 0.80 έως 1.00 μ., σχηματίζοντας το κεπέγκι. Στην προεξοχή αυτή ο χώρος είναι τζαμωτός με δάπεδο συνήθως υπερυψωμένο κατά 0.20 μ. περίπου και φέρει πάντα μπάσι ντυμένο με υφαντά. Τέλος, η οροφή του είναι απλό ταβάνι, το οποίο κατά την προεξοχή συνήθως τονίζεται ιδιαίτερα.
- 2) Ο οντάς που τοποθετείται στα δεξιά της εισόδου -νοτιοδυτικά- και αποτελεί το χειμωνιάτικο καθιστικό, αλλά και χώρο ύπνου και μαγειρέματος. Στη νότια πλευρά του, και πάντα ανάμεσα από δύο παράθυρα, βρίσκεται το τζάκι. Δεξιά και αριστερά του τζακιού μπαίνουν δύο μεγάλα μπάσια, στρωμένα με βαριά βαθύχρωμα υφαντά. Η οροφή του είναι απλό ή λιτά κοσμημένο ταβάνι.
- 3) Ο χωτζιαρές ο οποίος βρίσκεται στα αριστερά της εισόδου με προσανατολισμό στα βορειοανατολικά και αποτελεί τον χώρο υποδοχής καθώς και τον καλοκαιρινό χώρο διαμονής. Ο χώρος αυτός έχει τα περισσότερα παράθυρα και κατά τις τρεις πλευρές του διαθέτει μπάσια πλάτους 0.60-0.80 μ. και υπερυψωμένο αρχικά κατά 0,10 μ., και αργότερα κατά 0.30-0.40 μ., στρωμένα με πολύχρωμα υφαντά και πολλά μαξιλάρια. Τέλος, η οροφή του είναι το πιο φροντισμένο ταβάνι του σπιτιού. [Χαρίσης Β., 1995]

Σημειώνεται ακόμα πως ο τρίχωρος αυτός τύπος σπιτιού έχει πάντα μικρή ή μεγάλη αυλή, η οποία περιβάλλεται από ψηλή μάντρα με χαρακτηριστική στεγασμένη αυλόθυρα. [Χαρίσης Β., 1995] Δεύτερος τύπος είναι αυτός του τετράχωρου αρχοντικού, ο οποίος διαμορφώνεται και διαιρείται σε τέσσερις χώρους (σταυροειδής διαίρεση) καθ' όλο το ύψος, τετράγωνης κάτοψης. Είναι διώροφος με τους χώρους διαμονής στον όροφο και τα βοηθητικά στο ισόγειο και το υπόγειο. Οι χώροι διαμονής είναι:

- 1) Το σαράι με νοτιοδυτικό προσανατολισμό αποτελεί την είσοδο και τον πρώτο χώρο υποδοχής. Οι εξωτερικοί τοίχοι του φέρουν συνεχή ανοίγματα, τα οποία παλαιότερα ασφαλιζόνταν με ξύλινα παραπετάσματα χωρίς τζαμλίκια. Κάποια από τις εξωτερικές

πλευρές του συνήθως προεξέχει. Επιπλέον, τμήμα του δαπέδου υπερυψώνεται περίπου κατά 0.30 μ. και φέρει μπάσια ώστε να διαμορφώνεται στάση αναμονής και πρώτης υποδοχής. Η οροφή του είναι απλό ταβάνι, διακεκριμένο στο τμήμα της υπερύψωσης.

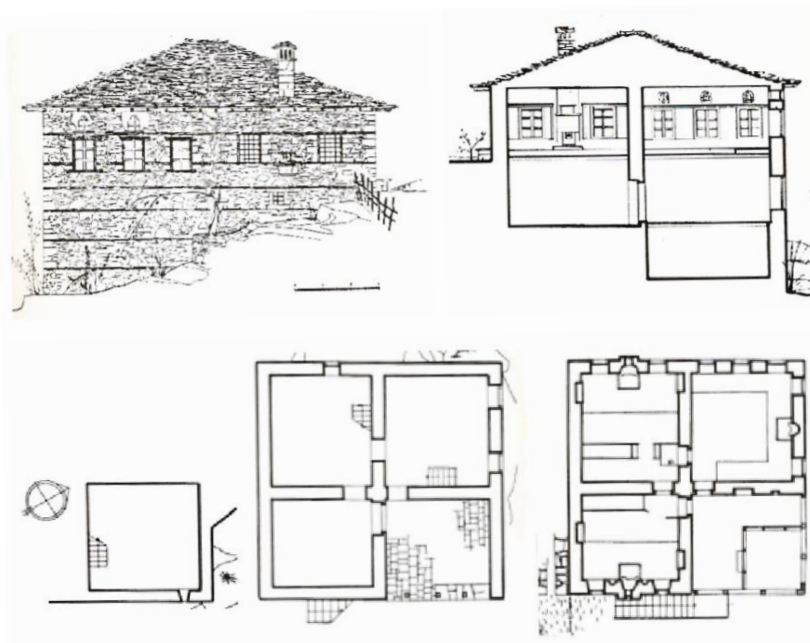
- 2) Ο χωτζιαρές, ο οποίος βρίσκεται νοτιοανατολικά αντίκρου στην είσοδο, είναι χώρος υποδοχής. Ο χώρος αυτός είναι διαμορφωμένος όπως στην περίπτωση του λαϊκού σπιτιού, με σημαντικότερα όμως πλουσιότερο διάκοσμο, καθώς και φεγγίτες άνωθεν των παραθύρων, σε απλή μορφή «βιτρώ».
- 3) Ο οντάς είναι ο χώρος υποδοχής και διαμονής κατά τη χειμερινή περίοδο. Ο χώρος βρίσκεται βορειοδυτικά και έχει ελάχιστα ή και καθόλου παράθυρα, τζάκι και πλατιά μπάσια, ντυμένα με βαριά βαθύχρωμα υφαντά.
- 4) Το γωνιαίο ή κρυφό βρίσκεται στην αντιδιαμετρική γωνία από την είσοδο και αποτελεί τον καθαρά χώρο διαμονής. Η προσπέλαση σε αυτό γίνεται κυρίως μέσα από τον οντά, κάτω από πόρτες ύψους 1.60 μ., αλλά και ανάμεσα από μεσάντρες δημιουργώντας την εντύπωση ενός μυστηριακού και απροσπέλαστου-κρυφού χώρου. Εδώ υπάρχουν απαραίτητα πλατιά μπάσια, τζάκι και ντουλάπια, ενώ η οροφή του είναι απλό ταβάνι.



Σχέδιο 2: Κάτοψη ισογείου, υπογείου και τομή τρίχωρης πλατυμέτωπης κατοικίας (από αριστερά προς τα δεξιά).

Πηγή: Χαρίσης Β., 1995

Το τετράχωρο αρχοντικό έχει πάντα αυλή, ίδια με αυτή που συναντάμε στο λαϊκό τύπο κατοικίας, με την διαφορά ότι είναι μεγαλύτερη. [Χαρίσης Β., 1995] Στον τύπο του αρχοντικού (Σχέδιο 3) ανήκει και η παραλλαγή όπου η κάτοψη τέμνεται εγκάρσια και σχηματίζει συνολικά πέντε χώρους και όχι τέσσερις όπως με τη σταυρωτή τομή. Ο τύπος αυτός απαντάται κυρίως ως ημιτριώροφος με δέκα συνολικά χώρους διαμονής και τα βοηθητικά στο ημιυπόγειο. Εσωτερικά διατηρεί τον ίδιο εξοπλισμό, όχι όμως και την ίδια αυστηρότητα στη διάκριση των χώρων, ενώ γενικά ο διάκοσμος των οικοδομικών στοιχείων εμφανίζει μικρότερη μορφολογική αυστηρότητα. [Χαρίσης Β., 1995]



Σχέδιο 3: Το αρχοντικό του Προύνη στο Κάτω Μέτσοβο, το οποίο αποτελεί το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα παλαιού τύπου αρχοντικού. Πάνω, η όψη (αριστ.) και η τομή (δεξιά). Κάτω (από αριστερά προς τα δεξιά) οι κατόψεις υπογείου, ισογείου και ορόφου. Πηγή: Χαρίσης Β., 1995

Τυπολογικά, δύο συνθετικές αντιλήψεις προσδιορίζουν τους τύπους των μετσοβίτικων σπιτιών, αυτή της στενομέτωπης και της πλατυμέτωπης. Κατά την πρώτη, η μονόχωρη καλύβα, επαναλαμβανόμενη παράλληλα με την κλίση του εδάφους σχηματίζει το δίχωρο τύπο, ο οποίος επαναλαμβανόμενος επίσης κάθετα προς την κλίση δημιουργεί τον τετράχωρο τύπο. Κατά την δεύτερη αντίληψη, ο μονόχωρος τύπος επαναλαμβανόμενος κάθετα στις κλίσεις, δίνει τον τύπο του τρίχωρου, ο οποίος επαναλαμβανόμενος παράλληλα με την κλίση δίνει τον τύπο του πεντάχωρου αρχοντικού. [Χαρίσης Β., 1995]

Σημειώνεται ότι η χρήση της στενομέτωπης διάταξης είναι προσφορότερη για περιοχές μεγάλης κλίσης, επειδή δε διαμορφώνει πλατύ μέτωπο κάθετα στη ροή του νερού ούτε στις εστίες συγκέντρωσης χιονιού. Παρατηρείται ακόμη πως ο τύπος του δίχωρου και τετράχωρου σπιτιού δε συναντιέται πουθενά αλλού παρά ο πρώτος στην περιοχή της Κόνιτσας και ο δεύτερος περιορισμένα στις γειτονικές περιοχές του Ζαγορίου και της Θεσσαλίας. Και το σημαντικότερο, ότι ο τύπος του δίχωρου είναι ταυτόσημος με τον τύπο του αρχαιοελληνικού μεγάρου, ενώ ο τετράχωρος είναι εκπληκτικά ταυτόσημος με τη μεγαλοειδή οικία της Πριήνης, του Αγρινίου και της Ηπειρωτικής Ανδριανούπολης. Αντίθετα ο τύπος του πλατυμέτωπου τρίχωρου σπιτιού είναι διαδεδομένος παντού, και εκείνος του πεντάχωρου αρχοντικού συναντιέται ευρύτατα και στα αστικά κέντρα, ακόμα και με τη μορφή νεοκλασικού. Τέλος, να σημειωθεί ότι ο τύπος του πεντάχωρου αρχοντικού, πέρα από τη μειωμένη αυστηρότητα στη διάκριση της ιδιαιτερότητας των χώρων εμφανίζει την ίδια αντίληψη και στη διαμόρφωση των λεπτομερειών. Παρουσιάζει επίσης και επιρροές αστικής



αρχιτεκτονικής αντίληψης, όπως υπερβολικές και επαναλαμβανόμενες καμπυλότητες, ψηλές πόρτες φορτωμένες με κυμάτια, οροφές με παραστάσεις λουλουδιών κλπ. [Χαρίσης Β., 1995]

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι οι τύποι του δίχωρου και τετράχωρου σπιτιού αποτελούν τα αρχιτεκτονικά αρχέτυπα της παραδοσιακής μεσοβίτικης αρχιτεκτονικής και σαφείς μαρτυρίες για τη συνέχεια της από τους χρόνους της αρχαιότητας μέχρι σχεδόν πρόσφατα. Ενώ, οι τύποι του τρίχωρου και του πεντάχωρου σπιτιού αποτελούν μορφές ανώτερες, και ειδικότερα του 18ου και 19ου αι., της εποχής δηλαδή που οι Μεσοβίτες ανέπτυξαν υπερτοπικές δραστηριότητες. [Χαρίσης Β., 1995]

Οι τρόποι κατασκευής του μεσοβίτικου σπιτιού συνάδουν με τις γενικότερες παραδοσιακές εφαρμογές στην Ήπειρο και με τους τυπικά παραδοσιακούς τρόπους εφαρμογής της Ελλάδος. Ο ηπειρώτικος και ως εκ τούτου ο μεσοβίτικος τρόπος δόμησης αξιοποιεί τα φυσικά υλικά που δίνονται από τον φυσικό περιβάλλοντα χώρο της περιοχής. Έτσι τα υλικά δόμησης είναι η πέτρα και το ξύλο. Συγκεκριμένα, η γκριζοκαφετιά ή γκριζοπράσινη πέτρα για τις τοιχοποιίες, οι γκριζοπράσινες σχιστολιθικές πλάκες για τις επικαλύψεις και δαπεδοστρώσεις και το ξύλο οξιάς, του ρόμπουλου και της πεύκης για τις ξυλοκατασκευές [Χαρίσης Β., 1995]. Το ρόμπουλο ειδικά παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στην υγρασία και τους μικροοργανισμούς. Επίσης, η καρυδιά χρησιμοποιείται για την κατασκευή ξυλόγλυπτων, ενώ η χρήση μετάλλου ήταν σχεδόν ανύπαρκτη.

Το πάχος της εξωτερικής τοιχοποιίας κατασκευάζεται στα 70 - 90 εκ. με ασβεστοκονίαμα και ξυλοδέματα ανά 0.70 μ. περίπου, μόνο δε κατά την προεξοχή αποτελούν ξυλοκατασκευή. Εξωτερικά μένουν ανεπίχρηστα, καθώς τα επιχρίσματα δεν αντέχουν στην παγωνιά και τις πολλές βροχές που εμφανίζονται στο Μέτσοβο. Υπάρχουν ξυλοδεσιές σε διάφορες στάθμες, ανά 0.80 - 1.00μ. περίπου, που επιτρέπουν ύψος κτιρίων 9 - 10μ. περίπου. [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014]

Όλες οι τοιχοποιίες του σπιτιού, εσωτερικές και εξωτερικές, γίνονται από λιθοδομή, με εξαίρεση αυτές που έχουν πολλά ανοίγματα και κάποιες του τελευταίου ορόφου όπου χρησιμοποιείται ο τσατμάς (ξύλινη κατασκευή) και το μπαγδατί (εσωτερική τοιχοποιία). Ως συνδετικό υλικό χρησιμοποιείται λάσπη από τα αργιλώδη εδάφη του τόπου. [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014] Στο υπόγειο οι τοίχοι διατηρούνται ανεπίχρηστοι, ενώ στον όροφο, εσωτερικά, επιχρίζονται και ασβεστώνονται. [Χαρίσης Β., 1995]

Η στέγαση γίνεται με τετράρριχτη στέγη, κλίσης περίπου 45% με ξύλινα ζευκτά από ακατέργαστη οξιά ή ρόμπουλο και επικάλυψη με σχιστόπλακες. Η στέγη προεξέχει περιμετρικά του κτιρίου περίπου 0.50 - 0.70μ. [ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014]. Επιπλέον, οι παραδοσιακές στέγες, εδώ, δεν είχαν λούκια (υδρορροές) για την απορροή των όμβριων υδάτων.

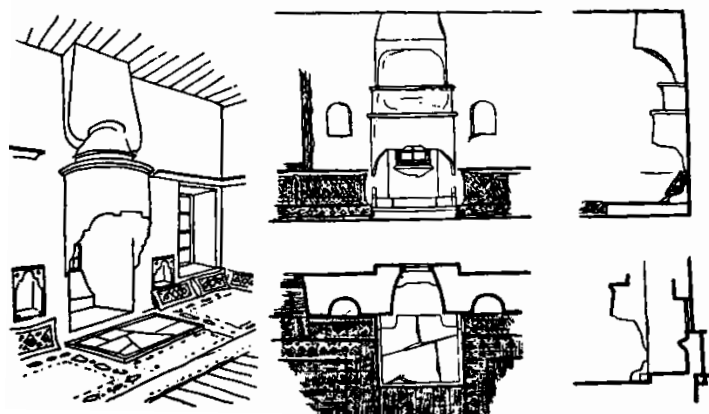
Τα ανοίγματα (παράθυρα) του κτιρίου κλείνονται με τζαμλίκια που χωρίζονται με καΐτια και ταμπλαδωτά παντζούρια ή κάγκελα, τα οποία παλιότερα ήταν ξύλινα. Οι εξωτερικές πόρτες είναι

καρφωτές με πολύ πλατιές σανίδες και οι εσωτερικές πόρτες, με ορθογώνιο πλαίσιο παλαιότερα και τοξωτό, είναι ταμπλαδωτές.

Οι οροφές είναι ξύλινες απλές με πλατιά σανίδια ή σκαλιστές και παλαιότερα σύνθετες, ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Οι διακοσμημένες οροφές φέρουν απαραίτητα στο κέντρο μεγάλο ρόδακα, ο οποίος αρχικά είχε μορφή θόλου, φόντο (κάμπο) γεμισμένο από σκαλιστά ή απλά πηγάκια με διάφορους σχηματισμούς ή και μπλε χρώμα, ενώ στις γωνίες τοποθετούνται διακοσμημένα τρίγωνα. Είναι βέβαιο ότι οι οροφές συμβολίζουν τον Ουρανό, δεδομένου ότι ο κοίλος ρόδακας αποκαλείται κουμπές, όπως και οι θόλοι των εκκλησιών. [Χαρίσης Β., 1995]

Τα δάπεδα στους ορόφους είναι ξύλινα με πλατιές σανίδες ενώ στα υπόγεια είναι χωμάτινα ή πλακόστρωτα. Το χρώμα συναντιέται σπάνια, εκτός από το λευκό του ασβέστη στους τοίχους, και στον κουμπέ, που χρωματιζόταν με βαθιά χρώματα. Τα ντουλάπια εντοιχισμένα και κυρίως εξωτερικά, είναι ταμπλαδωτά απλά, ενώ οι μεσάντρες είναι περίτεχνα κοσμημένες ή και ζωγραφισμένες [Χαρίσης Β., 1995]

Τα τζάκια είναι κατασκευασμένα από ξύλινο σκελετό επιχρισμένο και φέρουν, μέσα στη φούσκα, μικρό φεγγίτη με τζάκι χωρισμένο κατά το σχήμα του σταυρού. Αυτή η κατασκευή του φεγγίτη στο τζάκι είναι μοναδική (Σχέδιο 4). Ο εσωτερικός μικρός φεγγίτης λειτουργεί για να βλέπουν καλύτερα στο μαγείρεμα, ή να βλέπουν τότε θα φέξει. Βασικά όμως χρησιμοποιείται για να διατηρείται η εστία πάντα φωτεινή. Αν ακόμα σκεφτούμε πως απαραίτητο στοιχείο εξοπλισμού της εστίας είναι η τυπική μετσοβίτικη μπουχαροποδιά, όπου σύνθεση και διάκοσμος συμβολικά απεικονίζουν πάντα το φυσικό ορίζοντα, φυτά, ζώα, υποχρεωτικά το ποτάμι του Ασπροπόταμου και πως η σύνθεση εμφαντικά διαιρείται σε δύο μέρη με τεθλασμένη γραμμή, όμοια με τις κορυφογραμμές του ορίζοντα, ξεχωρίζοντας τον ουρανό από τη γη, γίνεται φανερό ότι: το τζάκι του μετσοβίτικου σπιτιού, φορτισμένο συμβολικά με το «άσβεστο» φως και την παράσταση του κοσμικού «γίγνεσθαι», συγκινησιακά προσδίδει στο χώρο υπερβατικές διαστάσεις ως «ιερά εστία», όπως και στα πανάρχαια χρόνια. [Χαρίσης Β., 1995]



Σχέδιο 4: Τζάκι από το αρχοντικό του Βοίλα στο Μέτσοβο. Προοπτικό (αριστερά), όψη, κάτοψη (κέντρο), τομές (δεξιά).  
Πηγή: Χαρίσης Β., 1995

Θεωρώντας, τέλος, αισθητικά τις συνθετικές αρχές του μετσοβίτικου σπιτιού παρατηρούμε ότι:

1) Εξωτερικά, γενικά, δεν εμφανίζει καμία ιδιαίτερη μορφολογική προσπάθεια. Εκφράζεται απλά κατά τις επιταγές και τις απαιτήσεις της λειτουργίας και της κατασκευής. Τα μόνα στοιχεία που εξαιρούνται είναι οι μελωδικές καμινάδες και κυρίως η χαρακτηριστική προεξοχή του σαραγιού, στον όροφο, η οποία, με την ελαφρότητά της προσδίδει τη μόνη και χαρακτηριστική ιδιοτυπία. Η εξωτερική μορφή του μετσοβίτικου σπιτιού είναι λιτή και αυστηρή σαν μονόλιθος, ογκοπλαστικά και ποιοτικά. Έτσι, ο μονολιθικός του όγκος, συμπαγής όπως τα βουνά, το οξυκόρυφο της τετράρριχτης στέγης με τις καμινάδες όμοιες με τις κορυφές και τα έλατα, αλλά και η ταύτιση των υλικών της όψης με τα υλικά της φύσης, συνθέτουν αναμφίβολα μία βαθύτερη σχέση ομολογίας μεταξύ κτίσματος και φυσικού χώρου.

2) Εσωτερικά, αντίθετα από την εξωτερική του λιτότητα, το μετσοβίτικο σπίτι διαθέτει έναν ιδιότυπο πλούσιο κόσμο που συντίθεται από τη λειτουργικά και συγκινησιακά διάφορη συμπεριφορά του χώρου του σαραγιού, που, ως σχεδόν ημιυπαίθριος χώρος, φωτεινός και εστιακά κοσμημένος έλκει με ήπια ένταση- του χωτζιαρέ που με τη φωτεινότητα, την πολυχρωμία, την πλούσια διακόσμηση και την πολυκοσμία των συγκεντρώσεων προκαλεί σε εσωστρέφεια- του οντά, που ως χώρος της βαρυχειμωνιάς, με την απλότητα, τη βαθύχρωμη πολυχρωμία και το λιγοστό φως γίνεται χώρος άνεσης και εσωστρέφειας και του *κρυφού*, που με τον απλό διάκοσμο, το μετρημένο φωτισμό, τις λειτουργικές ευκολίες του και τη δύσκολη προσπέλαση, γίνεται άνετο άδυτο της ατομικότητας. [Χαρίσης Β., 1995]

Ουσιαστική ακόμα συμβολή στη μορφοποίηση του εσωτερικού χώρου προσφέρουν οι ξύλινες διακοσμήσεις και τα υφαντά, τα οποία, πέρα από αισθητικό πλούτο, μεταφέρουν συμβολικά αρχέτυπες μνήμες. Ο συμβολισμός του Ουρανού στο ταβάνι με το *κουμπέ* ή τον ήλιο ως ρόδακα και τα αστέρια, αλλά και ο συμβολισμός της Γης στα στρωσίδια και στα άλλα υφαντά, με τη συμβολική εικονογραφία του Ασπροπόταμου και κάθε είδους ζωντανών και λουλουδιών σε βαθιά σκούρα χρώματα, θεμελιώνουν τη συνείδηση πρωταρχικών κοσμογονικών αναφορών. Και η εστία με το αέναο φως της, που όταν δεν το δίνει η φωτιά το δίνει ο ήλιος και ο φωτεινός ουρανός μέσα από τη μικρή θυρίδα, επιβάλλει την ιερότητά της, ως σημείο σύγκλισης της οικογένειας και των Θεών. [Χαρίσης Β., 1995]

Έτσι η εποχιακή χρήση των χώρων, η εναλλαγή του ύφους, το ιερό της εστίας και ο συμβολισμός του Ουρανού και της Γης συνθέτουν ένα χωροχρονικό σύνολο συγκινησιακά εντατικό και συμβολικά κοσμολογικό. Με άλλα λόγια, το εσωτερικό του μετσοβίτικου σπιτιού μορφοποιείται «κατ'εικόνα και ομοίωση» του χωροχρονικού κόσμου, ως ναός, και το εξωτερικό του ως μέρος του όλου συντίθεται ομόλογα, αρμονικά, εύ-μορφα. [Χαρίσης Β., 1995]

Το γενικό λοιπόν συμπέρασμα είναι πως το μετσοβίτικο σπίτι, ως λειτουργία και χώρος, γεννήθηκε από τον ίδιο τον τόπο και, μέσα από την αδιάκοπη εφαρμογή του, τελειώθηκε ως αρχιτεκτονικό έργο. [Χαρίσης Β., 1995]

Δυστυχώς και η συνολική εικόνα του οικισμού άλλαξε δεδομένου ότι οι καλύψεις των στεγών από πλάκες αντικαθίσταται σταδιακά με γαλλικά κεραμίδια ή κόκκινες αυλακοειδείς λαμαρίνες. Οι επεμβάσεις αυτές στερούν την αυθεντική εικόνα του οικισμού, το ενιαίο ύφος που υπήρχε και πήγαζε από τη φυσικότητα των χρησιμοποιούμενων άλλοτε οικοδομικών υλικών. Παρόλα αυτά η παλιά αίγλη του Μετσόβου πλανιέται στα στενά και ανηφορικά καλντερίμια και μαζί με τις σωζόμενες παλιές πέτρινες τοιχοποιίες των σπιτιών μαρτυρούν ένα ύφος που αντιστέκεται στο χρόνο και στη σημερινή ισοπεδωτική αντίληψη που κυριαρχεί. [Οικονόμου Κ., 2013]

Τίθεται όμως παράλληλα το ζήτημα του εκσυγχρονισμού και της τεχνολογικής εξέλιξης. Το ερώτημα λοιπόν είναι πως μιλώντας σήμερα για την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του χθες και την προσπάθεια μη αλλοιώσής της, δεν λαμβάνουμε υπόψη την τεχνολογική πρόοδο, τις ανάγκες, την οικονομική κατάσταση και τις πολιτικές εξαρτήσεις του σήμερα. Ο τρόπος απόδοσης και η ευαισθησία που δίνεται από τους μηχανικούς στα κτίρια είναι ο χώρος διαβίωσης και διάδρασης του σήμερα και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του αύριο. Όμως τα παραδοσιακά κτίρια του χθες κουβαλάνε μία αναλλοίωτη ιστορία, αποτέλεσμα των γεγονότων και των καταστάσεων του παρελθόντος, την οποία δεν είμαστε σε θέση και δεν θα έπρεπε να προσπαθήσουμε να αλλάξουμε ή να παραποιήσουμε παρά μόνο να βελτιώσουμε διακριτικά, αν αυτό κρίνεται αναγκαίο, για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Άλλωστε τα τοπία και οι παραδόσεις και μέσα σε αυτές και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική όταν αναδεικνύονται, προωθούνται και δεν κατακρεουργούνται στο όνομα μίας φαινομενικής μονομερούς ανάπτυξης, αποτελούν το μοχλό για μία ολοκληρωμένη ανάπτυξη.

## 5. Αντικείμενο Μελέτης

Εξαιτίας του παραδοσιακού του χαρακτήρα, ο οικισμός του Μετσόβου και πιο συγκεκριμένα τα κτίρια σε αυτόν, διέπονται σε ειδικούς κανόνες δόμησης. Η συνεχής κατοίκηση στον οικισμό όμως δημιούργησε ανάγκες στους κατοίκους, οι οποίες δεν ήταν σε θέση να καλυφθούν από τις υπάρχουσες κατασκευές. Αυτό κρίνεται λογικό, αφού εξαιτίας της παλαιότητας των κτιρίων, τα υλικά και τα στοιχεία της κατασκευής έχουν φθαρεί προκαλώντας αισθητικά προβλήματα στο εξωτερικό των κτιρίων και προβλήματα θερμικής άνεσης, εσωτερικά. Οι λύσεις ήταν και είναι η ισοπέδωση και ανακατασκευή ή η αποκατάσταση των κτιρίων με πρωταρχικό σκοπό να δημιουργηθούν χώροι άξιοι να βιωθούν.

Από αυτό το πλαίσιο των βελτιωτικών αλλαγών στα κτίρια δεν μπορούν να παραληφθούν οι ειδικοί κανόνες δόμησης που απαγορεύουν την εφαρμογή σύγχρονων λύσεων, όπως η εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων στα κτίρια (Κατσουλάκος, 2013), αλλά και οι –φαινομενικά αντιφατικές ως προς την παραδοσιακότητα- πολιτικές που αφορούν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά.

Σε ένα παραδοσιακό οικισμό, οποιαδήποτε κτιριακή κατασκευή γίνει εκ νέου ή αποκατασταθεί, δεσμεύεται να ακολουθήσει κάποια από τα παραδοσιακά, αρχιτεκτονικά και μορφολογικά πρότυπα της περιοχής, αλλά όχι και τα κατασκευαστικά (στην περίπτωση νεόδμητων κτιρίων). Αυτό δημιουργεί συχνά λειτουργικά κενά στο αποτέλεσμα, αφού ενίοτε δεν λαμβάνονται υπόψιν οι σύγχρονες συνήθειες των νοίκων, ενώ άλλοτε ισοπεδώνονται οι αρχές της τοπικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής. Ο σύγχρονος κάτοικος – ένοικος, για παράδειγμα, θέλει η στέγη του κτιρίου του να μη χρειάζεται κάθε 10 χρόνια αλλαγή, όπως συμβαίνει με τις παραδοσιακές στέγες από σχιστόλιθο, οπότε θα επιλέξει μία στέγη με ανθεκτικότερα κεραμίδια όπως είναι π.χ. τα γαλλικά. Ενώ αντίστοιχα η χρήση της πέτρας για επένδυση, και όχι ως δομικό υλικό, θα χρειαστεί, σήμερα, μεγαλύτερη προσοχή στη μελέτη και την κατασκευή ώστε να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στην τοιχοποιία και την θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο τοποθετείται το στοίχημα της ΕΞ.Ε. στον κτιριακό τομέα που βρίσκεται σε ορεινό, παραδοσιακό οικισμό όπως το Μέτσοβο. Αναζητείται ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοστούν νέες τεχνολογίες και νέα συστήματα στο κτίριο με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση, την απόδοση, αλλά και την αντοχή στο χρόνο, αφήνοντας άθικτο, ή έστω το κατά δύναμιν άθικτο, και χωρίς να προσβάλει τον παραδοσιακό του χαρακτήρα. Η όποια λύση δοθεί πρέπει επίσης να καλύπτει τις ανάγκες των νοίκων, να έχει οικονομικό όφελος, να μη βλάπτει το φυσικό περιβάλλον και να καλύπτεται από το νομικό πλαίσιο.

Το βασικό πρόβλημα όμως γενικά των ορεινών περιοχών, και συγκεκριμένα του Μετσόβου είναι καταρχήν οι χαμηλές θερμοκρασίες και η ανάγκη για οικονομική θέρμανση, με την παράλληλη μείωση του οικολογικού (ενεργειακού) αποτυπώματος. Τελικά, η ανάγκη επέμβασης αφορά στη θέρμανση του χώρου με σχεδόν μηδενικά ενεργειακά κόστη και με τη μικρότερη δυνατή οικονομική επιβάρυνση. Εξοικονόμηση ενέργειας λοιπόν, σε περιβάλλον με ανάγκες θέρμανσης (θερμικών κερδών) και χρήση συστημάτων φιλικών προς το περιβάλλον, όπως είναι τα παθητικά.

Γι' αυτό το λόγο επιλέχθηκε ένα κτίριο που βρίσκεται λίγο έξω από το κέντρο του οικισμού, το οποίο αν και είναι σχετικά σύγχρονης κατασκευής χτίστηκε ώστε να μοιάζει με παραδοσιακό, μετσοβίτικο σπίτι, χωρίς όμως και να είναι, αφού χρησιμοποιήθηκαν αρκετά μη τοπικά υλικά και τεχνικές. Αυτό αποτέλεσε και τη βασική αιτία που αντιμετωπίζει παρόμοια προβλήματα με τα υπόλοιπα παλαιότερα κτίρια ή με τα σύγχρονα των οποίων η μελέτη πραγματοποιήθηκε πριν το 2008, με άξονα τον ελληνικό νόμο θερμομόνωσης. Ο λόγος είναι για το Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε.).

Σε γενικές γραμμές η κάλυψη των θερμικών αναγκών του ΜΕ.Κ.Δ.Ε., και της πλειοψηφίας των κτιρίων στις ορεινές περιοχές, γίνεται με την καύση πετρελαίου diesel, γεγονός που συνεπάγεται εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα [Κατσουλάκος, 2013]. Παράλληλα όμως, οι καιροί οικονομικής ανέχειας, όπως οι σημερινοί, οδηγούν στην ενεργειακή φτώχεια, η οποία αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα που ταλανίζουν την ελληνική (και την παγκόσμια) κοινωνία.

Η οικονομική κρίση λοιπόν, σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες των ορεινών περιοχών οδηγούν τους πολίτες στην αναζήτηση φτηνών λύσεων για τη θέρμανση των χώρων τους, όπως είναι οι σόμπες, τα μαγκάλια και τα τζάκια. Αυτές οι λύσεις θέρμανσης, προκαλούν τεράστια προβλήματα στο περιβάλλον (κοπή ξυλείας, παραγωγή ρυπογόνων αερίων) και κυρίως στην υγεία των πολιτών.

Σαφέστατα, η επικρατέστερη λύση στην αντιμετώπιση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας είναι η εφαρμογή Α.Π.Ε., η οποία εφόσον το επιτρέπει το θεσμικό πλαίσιο, μπορεί να αποδεσμεύσει τον καταναλωτή από τις εταιρείες ενέργειας ή έστω να διευκολύνει στις χρεώσεις των δαπανών. Η εφαρμογή ενεργειακών συστημάτων, τα οποία αξιοποιούν το αιολικό, υδατικό, γεωθερμικό δυναμικό ή το δυναμικό ηλιακής ακτινοβολίας, όταν και όπου αυτό υπάρχει, είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια, όταν δεν απαγορεύεται από το νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία των παραδοσιακών οικισμών και κτιρίων.

Παρόλα αυτά, ακόμα και με την βέλτιστη αλλαγή του συστήματος παροχής ενέργειας, το πρόβλημα θα συνεχίσει να υφίσταται εφόσον το κέλυφος, το οποίο θερμαίνεται, καταναλώνει περισσότερη ενέργεια από όση του αποδίδεται για να εξασφαλίσει τη θερμική άνεση στους ενοίκους του. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχουν θερμικές απώλειες κυρίως εξαιτίας της έλλειψης

θερμομόνωσης και/ή της κακής κατασκευής π.χ. των κουφωμάτων. Και φυσικά δεν πρέπει να αγνοούνται οι σχετικοί περιορισμοί λόγω της παραδοσιακότητας του οικισμού.

Αυτό το γεγονός συναντάται σε όλη την επικράτεια, αλλά ενισχύεται επιβαρύνοντας περισσότερο τις ορεινές περιοχές, εξαιτίας του τρίπτυχου «κλίμα – παραδοσιακή αρχιτεκτονική – οικονομία» που τις χαρακτηρίζει. Οι ορεινές περιοχές έχουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, στις οποίες οι ανάγκες των ενοίκων για θέρμανση είναι αυξημένες. Αυτές οι περιοχές, όπως το Μέτσοβο, συνήθως έχουν να επιδείξουν αξιόλογα δείγματα αρχιτεκτονικής παράδοσης είτε σε επίπεδο οικισμού, είτε σε μεμονωμένα κτίρια. Τα παλαιότερα παραδοσιακά κτίρια χρειάζονται συνεχείς αποκαταστάσεις, κυρίως σε στέγη και κουφώματα, ενώ τα νεότερα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν από το 2008 δεν πρόλαβαν τα μεταγενέστερα θεσμικά πλαίσια περί ΕΞ.Ε., οπότε σχεδιάστηκαν λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τη νομοθεσία περί θερμομόνωσης του 1979.

Επιπλέον, η λογική σχεδιασμού των συνεχόμενων, ανοιχτών κατακόρυφων χώρων (κλιμακοστάσιο) ή (κυρίως σε νεότερες κατασκευές) των μεγάλων, ενιαίων, οριζόντιων χώρων δημιουργεί προβλήματα στη θέρμανση τους. Συν τοις άλλοις, η χρήση του τζακιού που στα παραδοσιακά σπίτια ήταν η βασική πηγή θέρμανσης, πλέον δεν αποτελεί αποτελεσματική λύση, αφού δε θερμαίνει ομοιόμορφα το χώρο και παράγει αέριους ρύπους και μικροσωματίδια που επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, αυξάνοντας παράλληλα και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Συγχρόνως, η παγκοσμίου επιπέδου κλιματική αλλαγή και η αρχή του τέλους για τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αύξησαν τις τιμές στις μέχρι πρότινος ενέργειες (πετρέλαιο, γαιάνθρακες) για την εξασφάλιση ηλεκτρισμού και θέρμανσης. Συμπερασματικά προκύπτει ότι ένα νοικοκυριό σε ορεινή περιοχή, στη σημερινή εποχή, έρχεται αντιμέτωπο με τις χαμηλές θερμοκρασίες, την αυξημένη ανάγκη για θέρμανση, τις περιβαλλοντικές ανησυχίες και την (παραδοσιακή) διαμόρφωση των κτιρίων.



Εικόνα 16: Άποψη του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. στο Μέτσοβο.  
Πηγή: ΜΕ.Κ.Δ.Ε., 2014

Το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. (Εικόνα 16) αποτελεί κέντρο έρευνας, προάγοντας συν τοις άλλοις και τις νέες τεχνολογίες ως συστατικό μέρος μίας ολοκληρωμένης ανάπτυξης. Συνάμα, είναι ένα παράδειγμα σύγχρονης αρχιτεκτονικής, το οποίο δανείζεται τη μορφολογία των παραδοσιακών χτισμάτων του μεσοβίτικου οικισμού. Παρόλα αυτά, ενώ η εγκατάσταση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. αποτελεί ένα θαυμάσιο παράδειγμα, παραδοσιακής, αρχιτεκτονικής μορφολογίας με σύγχρονες -για την εποχή που σχεδιάστηκε- κατασκευαστικές λύσεις, δεν παύει να μην μπόρεσε να υπερβεί τη φθορά του χρόνου και των ακραίων καιρικών συνθηκών της περιοχής με τα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης (βροχή, χιόνι). Η συγκεκριμένη κατάσταση δημιούργησε προβλήματα στα δομικά

στοιχεία του κτιρίου και στα δομικά υλικά, μειώνοντας την θερμοχωρητική ικανότητα τους. Επίσης, μικρές κατασκευαστικές απροσεξίες, έλλειψη συντήρησης και η μη σωστή διαχείριση των ενοίκων επιδείνωσε το πρόβλημα.

Επίσης, ο κοινωφελής, μη κερδοσκοπικός του χαρακτήρας σε συνδυασμό με την παράλληλη παγκόσμια, οικονομική κρίση δημιουργεί δυσκολίες στην κάλυψη των εξόδων για τη συντήρηση και θέρμανση της κτιριακής εγκατάστασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, αφενός την υποβάθμιση της ποιότητας διαβίωσης στο χώρο και αφετέρου τις αυξημένες χρηματικές δαπάνες που γίνονται για να επιτευχθεί η θερμική άνεση στο χώρο. Ως εκ τούτου, αυτή η κατάσταση οδηγεί στην ανάγκη εύρεσης μέτρων με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση της κτιριακής εγκατάστασης του Κέντρου.

Για αυτούς τους λόγους και εξαιτίας του ρόλου που διέπει ως Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας, επιλέχτηκε ως το κύριο αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας. Ερευνώντας οικονομικές, αποδοτικές και περιβαλλοντικά φιλικές λύσεις ΕΞ.Ε. για το ΜΕ.Κ.Δ.Ε., φιλοδοξείται να λειτουργήσει παραδειγματικά και στα υπόλοιπα κτίρια (τα περισσότερα νοικοκυριά) των ορεινών περιοχών που μοιράζονται κοινά προβλήματα.

## 5.1. Ενεργειακές καταναλώσεις στο Μέτσοβο

Το Μέτσοβο χαρακτηρισμένο ως παραδοσιακός οικισμός είναι αναμενόμενο να έχει μεγάλο αριθμό παλαιών κτιρίων, κατασκευασμένων κάτω από τις αρχές της ηπειρώτικης αρχιτεκτονικής, από ντόπιους τεχνίτες. για τα νοικοκυριά στον οικισμό, τα οποία ανέρχονται σε 945, εκ των οποίων τα 750 είναι ενεργά νοικοκυριά, με ενεργειακή κατανάλωση όλο το χρόνο βάσει των αρχείων υδροδότησης του Δήμου Μετσόβου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της απογραφής του 2001 της ΕΛΣΤΑΤ, όπου φαίνεται ότι οι κατοικίες που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 αποτελούν το 62% του συνόλου και στις οποίες δεν έχει εφαρμοστεί ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, γεγονός αρνητικό για την ενεργειακή τους απόδοση. (Κατσουλάκος, 2013). Μετά το 1995 έως το 2001, βάσει της απογραφής κτίστηκαν μόλις 36 κατοικίες. Φυσικά είναι ευλόγως εννοούμενο ότι οι κατασκευές που έγιναν μετά το 2008, ώστε να ληφθεί υπόψη ο νόμος 3661/2008 που αφορούσε τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων ή μετά το 2010 ώστε να συμπεριληφθεί στη μελέτη ο Κ.Εν.Α.Κ., αποτελούν ένα ελάχιστο ποσοστό.

Στο φέροντα οργανισμό, όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 4.9., τα βασικά υλικά κατασκευής είναι η πέτρα και σε μικρότερο ποσοστό το ξύλο που χρησιμοποιείται κυρίως σε όροφο. Στον Πίνακα 5.1. παρουσιάζεται το ποσοστό κατοικιών του βασικού υλικού κατασκευής του φέροντα οργανισμού των κτιρίων [Κατσουλάκος, 2013]. Όπως διαπιστώνεται, όσο αυξάνεται η



χρήση του μπετόν η χρήση της πέτρας, με αποκορύφωμα την περίοδο 1981 – 1995, ενώ μετά το 1995 υπάρχει και πάλι μικρή άνοδος στη χρήση πέτρας και αντίστοιχη μείωση στη χρήση μπετόν.

Πίνακας 5.1: Ποσοστό κατοικιών, αναλόγως του βασικού υλικού κατασκευής του φέροντα οργανισμού στον οικισμό του Μετσόβου.

Ηλικιακές κατηγορίες	Μπετόν	Ξύλο	Πέτρα	Φέρουσα Τοιχοποιία από τούβλα
Πριν από το 1960	-	1%	98%	1%
1961-1970	14%	6%	72%	8%
1971-1980	51%	5%	30%	14%
1981-1995	87%	2%	7%	4%
Μετά το 1995	83%	3%	10%	4%

Πηγή: Κατσουλάκος, 2013. Ιδία Επεξεργασία.

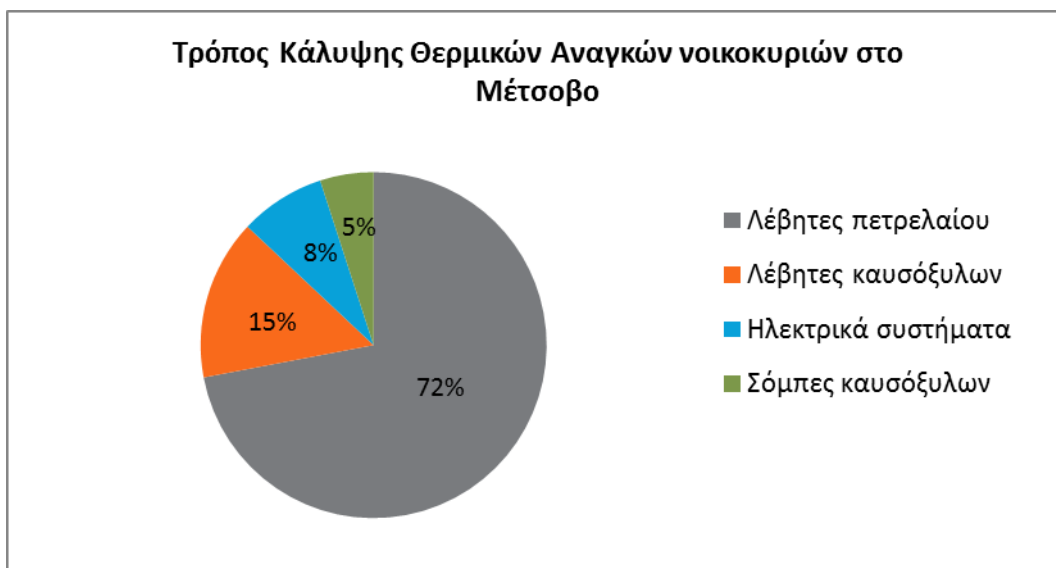
Αντίστοιχα, στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται οι τυπολογίες κατοικιών στο Μέτσοβο όπου φαίνονται με ακρίβεια τα βασικά υλικά του φέροντα οργανισμού σε αντιστοιχία με τον αριθμό κατοικιών και ανάλογα με την ηλικιακή τους κατηγορία [Κατσουλάκος, 2013]. Ο πλειοψηφία των κατοικιών είναι διώροφες με 474 κτίρια ενώ αμέσως μετά έρχονται τα ισόγεια (433). Παρόλα αυτά το μεγαλύτερο πλήθος κτιρίων βρίσκεται στην κατηγορία των ισόγειων κατοικιών που χτίστηκαν πριν από το 1960 και αριθμούν στις 217. Επίσης, οι περισσότερες κατοικίες έχουν νότιο προσανατολισμό, κάτι το οποίο συνάδει με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Η πλειοψηφία των νοικοκυριών, όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.1., χρησιμοποιεί λέβητες πετρελαίου (72%), τόσο για τη θέρμανση των χώρων όσο και για τη θέρμανση του νερού χρήσης. Σε μικρότερο βαθμό χρησιμοποιούνται λέβητες καυσόξυλων (15%). Πολύ περιορισμένη είναι η χρήση των τοπικών αντλιών θερμότητας (8%) για την κάλυψη θερμικών αναγκών. Ουσιαστικά δεν υπάρχει χρήση συστημάτων ψύξης, λόγω των μειωμένων θερμοκρασιών που επικρατούν στην περιοχή. Για την παραγωγή ζεστού νερού γίνεται κατά πλειοψηφία χρήση θερμαντικών (boilers) πετρελαίου (65%) και ακολουθούν τα ηλεκτρικά, θερμοσιφωνικά boilers (20%) και τα boilers καυσόξυλων (15%) [Κατσουλάκος, 2013].

Πίνακας 5.2: Τυπολογίες κατοικιών στο Μέτσοβο

Ηλικιακές κατηγορίες	α/α Μοντέλου Κατοικίας	Βασικά Υλικά	Αριθμός ορόφων	Μέσος όρος εμβαδού(m <sup>2</sup> )	Αριθμός κατοικιών
Πριν από το 1960	1	Πέτρα χωρίς μόνωση	1	75	217
	2		2	75	77
1961-1970	3	Πέτρα χωρίς μόνωση	1	75	39
	4		2	75	36
	5	Μπετόν με τούβλο χωρίς μόνωση	1	75	17
	6		2	75	15
1971-1980	7	Μπετόν με τούβλο χωρίς μόνωση	1	72	9
	8		2	72	17
	9		3	96	7
	10	Πέτρα χωρίς μόνωση	1	85	9
	11		2	85	17
	12		3	94	7
1981-1995	13	Μπετόν με τούβλο, με μόνωση	1	85	31
	14	Μπετόν με τούβλο, με μόνωση & επένδυση πέτρας στο ισόγειο	2	85	165
	15	Μπετόν με τούβλο, με μόνωση & επένδυση πέτρας στο ισόγειο	3	94	51
Μετά το 1995	16	Μπετόν με τούβλο, με μόνωση & επένδυση πέτρας στο ισόγειο	2	74	27
	17		3	102	9

Πηγή: Κατσουλάκος, 2013. *Ιδία Επεξεργασία.*



Γράφημα 5.1: Ποσοστά χρήσης ενεργειακών τεχνολογιών για την κάλυψη των θερμικών αναγκών των νοικοκυριών στο Μέτσοβο.

Πηγή: Κατσουλάκος, 201. *Ιδία Επεξεργασία.*

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση των κατοικιών (οι οποίες περιλαμβάνουν όλες τις ηλικιακές κατηγορίες που φαίνονται στον Πίνακα 5.2.) ανέρχεται σε 20.542.141 kWh. Αυτή η ποσότητα ενέργειας είναι ιδιαίτερα μεγάλη, αντικατροπίζοντας α) τις ψυχρές κλιματικές συνθήκες της περιοχής που αυξάνουν την ανάγκη για θέρμανση και β) το γερασμένο κτιριακό απόθεμα που δεν επιτρέπει την αποτελεσματική αποθήκευση της θερμότητας. Αντίστοιχα μεγάλη είναι και η οικονομική επιβάρυνση των νοικοκυριών για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. [Κατσουλάκος, 2013]

Η καταναλισκόμενη θερμότητα ανά νοικοκυριό προκύπτει ίση με 11.573 kWh και η καταναλισκόμενη ενέργεια ανά κάτοικο προκύπτει ίση με 3.511 kWh. Τα μεγέθη θεωρούνται ιδιαίτερα αυξημένα ακόμα και εν συγκρίσει με τα αντίστοιχα μεγέθη της πόλης των Ιωαννίνων που είναι 6.217 kWh και 2.222 kWh αντίστοιχα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες ναι μεν επιβαρύνουν σημαντικά τη θερμική κατανάλωση, αλλά από την άλλη πλευρά, έχουν ευεργετική επίδραση στις ανάγκες ψύξης, αφού η χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. [Κατσουλάκος & Καλιαμπάκος, 2010]

Επιπλέον, η ανά κάτοικο καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται (υπολογίζοντας το μέσο όρο των ετών 2003-2009) σε 3,3 MWh, ποσό σημαντικά μικρότερο από τις περίπου 5 MWh, του μέσου όρου της χώρας. Η κάλυψη των αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια καλύπτονται κατά κύριο λόγο από τον υδροηλεκτρικό σταθμό του Αώου (ισχύος 2x120MW) και συμπληρωματικά από το μικρό υδροηλεκτρικό έργο που λειτουργεί στην περιοχή του Ανθοχωρίου (ισχύος 4,2 MW). [Κατσουλάκος & Καλιαμπάκος, 2010]

Η στροφή της οικονομίας των ορεινών περιοχών προς τον τουρισμό οδηγεί στην ετήσια αύξηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτό το λόγο υπάρχει μεγαλύτερη επιβάρυνση τους χειμερινούς μήνες, ενώ το καλοκαίρι παρουσιάζεται αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρισμού εξαιτίας των ανθρώπων που κατάγονται από ορεινές περιοχές, αλλά ζουν σε μεγάλα αστικά κέντρα και επιστρέφουν για τις θερινές τους διακοπές. Παρόλα αυτά, μηνιαία στοιχεία των ετών 2004, 2006 και 2008 για τη μέγιστη ζήτηση ισχύος του Μετσόβου δείχνουν ότι δεν έχει υπερβεί τα 3,5MW2. [Κατσουλάκος & Καλιαμπάκος, 2010]

## 5.2. Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας

Το Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε.) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) ιδρύθηκε στο Μέτσοβο το 1993 με απόφαση της Συγκλήτου του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Εικόνα 17). Η λειτουργία του ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2005, με τα πρώτα επιστημονικά του στελέχη και την προμήθεια του βασικού εξοπλισμού του. Από το 2008 διεξάγεται στις εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. το Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) του Ε.Μ.Π. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών». Η αποστολή του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. περιλαμβάνει τη διεξαγωγή ερευνών, μελετών και σεμιναρίων σχετικών με το ευρύτερο αντικείμενο του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. Συγκεκριμένα έχει ως στόχο τη συμβολή στην ολοκληρωμένη ανάπτυξη και προστασία του ορεινού περιβάλλοντος και των τοπικών ευρωπαϊκών πολιτισμών και τη δημιουργία ενός Ευρωπαϊκού Δικτύου υπό την αιγίδα του Κέντρου με φορείς ανάλογων δραστηριοτήτων. Απώτερος σκοπός είναι η αξιοποίησή του από τους πανεπιστημιακούς, πολιτιστικούς, ερευνητικούς και παραγωγικούς φορείς, ώστε το Μέτσοβο να γίνει Ευρωπαϊκό Κέντρο αποκεντρωμένης διεπιστημονικής, εκπαιδευτικής, ερευνητικής, τεχνολογικής και πολιτισμικής δραστηριότητας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. (ΜΕ.Κ.Δ.Ε, 2014)



Εικόνα 17: Άποψη του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.

Ο σχεδιασμός του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. είναι αποτέλεσμα αρχιτεκτονικού διαγωνισμού, στον οποίο λήφθηκε πλήρως υπόψη η τοπική, παραδοσιακή, ηπειρώτικη αρχιτεκτονική, καθώς και οι τεχνολογίες, η νομοθεσία και οι πολιτιστικές τάσεις της εποχής, οι οποίες προσαρμοσμένες στις ανάγκες της χρήσης του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. έδωσαν το αποτέλεσμα που συναντάται μέχρι σήμερα.

Το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. είναι ένα κτιριακό συγκρότημα με τέσσερις κτιριακές μονάδες. Η αρχή της κατασκευής του (θεμελίωση) ξεκίνησε το 2002 και ολοκληρώθηκε το 2004. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι όταν έγινε η μελέτη, οι τιμές του πετρελαίου βρίσκονταν σε λογικά έως χαμηλά επίπεδα και δεν ετίθετο ζήτημα σχετικό με εξοικονόμηση ενέργειας (ΕΞ.Ε.) ή ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Αυτή η κατάσταση έρχεται να επιβεβαιωθεί και με το γεγονός ότι η μελέτη έγινε σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων (ΦΕΚ 362Δ/1979), ενώ η πρώτη προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας απασχόλησε την Ευρώπη με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (όταν είχε ήδη ξεκινήσει η κατασκευή του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.). Σημαντικότερο φυσικά είναι πως η εναρμόνιση της Ελλάδος με τη συγκεκριμένη ευρωπαϊκή οδηγία έγινε έξι χρόνια μετά, με το Νόμο 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89/19-05-2008).

Το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. αποτελεί κέντρο έρευνας, προάγοντας συν τοις άλλοις και τις νέες τεχνολογίες ως συστατικό μέρος μίας ολοκληρωμένης ανάπτυξης. Συγχρόνως, ο κοινωφελής, μη κερδοσκοπικός του χαρακτήρας σε συνδυασμό με την παράλληλη παγκόσμια, οικονομική κρίση δημιουργεί δυσκολίες στην κάλυψη των εξόδων για συντήρηση και θέρμανση της κτιριακής εγκατάστασης, η οποία ενίοτε θεωρείται ανεπαρκής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, αφενός την υποβάθμιση της ποιότητας διαμονής στο χώρο και αφετέρου τις αυξημένες χρηματικές δαπάνες που γίνονται με σκοπό τη θερμική κάλυψη των εσωτερικών χώρων. Ως εκ τούτου, αυτή η κατάσταση οδηγεί στην ανάγκη εύρεσης μέτρων με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεών του.

### 5.2.1 Κτιριακές Εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε

Το Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας αποτελείται από τέσσερα κτίρια που διαμορφώνουν ένα κτιριακό σύνολο, το οποίο χαρακτηρίζεται από καθαρές, λιτές και δυνατές γραμμές όπως ακριβώς είναι και η εντόπια αρχιτεκτονική. Τα κτίρια αυτά χωρίζονται στο κτίριο Ξενώνα, το κτίριο Εστιατορίου-Κυλικείου, το κτίριο Υποδοχής - Γραφείων Διοίκησης και το κτίριο Εργαστηρίων - Σεμιναρίων (Εικόνα 18). Οι κτιριακές εγκαταστάσεις είναι κτισμένες σε κεκλιμένο έδαφος, εμβαδού 4.218 m<sup>2</sup>. Η συνολική επιφάνεια τους ισούται με 914 m<sup>2</sup>. Όλα τα κτίρια μοιράζονται μία κοινή, ανοιχτή, πλακόστρωτη αυλή, ενώ τα τρία κτίρια, εκτός του Ξενώνα, επικοινωνούν μεταξύ τους με εσωτερικούς διαδρόμους. Το κτίριο με τους ξενώνες στεγάζει τα δωμάτια φιλοξενίας του επιστημονικού προσωπικού και των φοιτητών. Οπότε για λόγους

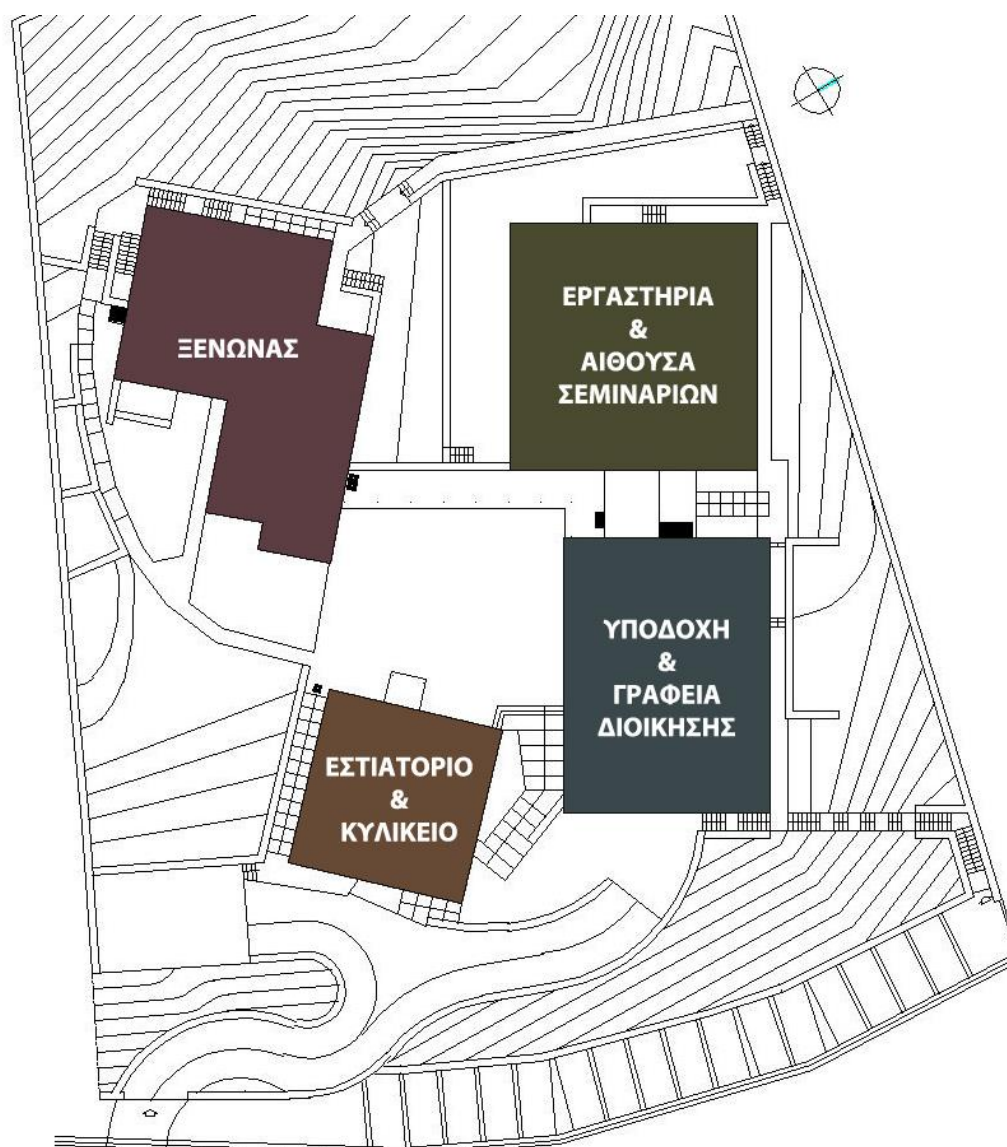
ιδιωτικότητας δε συνδέεται εσωτερικά με κάποιο από τα υπόλοιπα κτίρια. Η επίσημη είσοδος στο συγκρότημα γίνεται από το κτίριο Υποδοχής και Διοίκησης.

Το κτίριο του Ξενώνα έχει τέσσερα επίπεδα (ισόγειο, 2 όροφοι, υπόγειο). Η κίνηση στους ορόφους γίνεται από το κλιμακοστάσιο με την ξύλινη σκάλα και τον ανελκυστήρα. Στο ισόγειο χωροθετούνται η κουζίνα, οι βοηθητικοί χώροι και 4 υπνοδωμάτια, εκ των οποίων το ένα διαθέτει τζάκι και μπαλκόνι και ένα ακόμα πληροί προδιαγραφές για Α.Μ.Ε.Α. Στον πρώτο όροφο βρίσκονται 8 υπνοδωμάτια, εκ των οποίων το ένα διαθέτει μπαλκόνι. Ο δεύτερος όροφος περιλαμβάνει 4 υπνοδωμάτια, εκ των οποίων το ένα διαθέτει ξεχωριστό δωμάτιο με σαλόνι και τζάκι. Το υπόγειο λειτουργεί κυρίως σαν χώρος αποθήκευσης.

Το κτίριο του Εστιατορίου/Κυλικείου αποτελείται από ισόγειο, ημιυπόγειο και υπόγειο (όπως φαίνεται από την αυλή γιατί από το δρόμο φαίνεται ως όροφος, ισόγειο, υπόγειο, λόγω του κεκλιμένου εδάφους). Το συγκεκριμένο κτίριο, γνωστό και ως «οντάς» αποτελεί χώρο συνάθροισης των φοιτητών και λειτουργεί συμπληρωματικά του ξενώνα. Στο ισόγειο βρίσκεται ένας χώρος εστίασης που αποτελείται από χώρο υποδοχής με 2 μπάνια (WC), εκ των οποίων το ένα μπορεί να εξυπηρετήσει Α.Μ.Ε.Α., από ένα ενιαίο χώρο με το σαλόνι με το τζάκι και το εστιατόριο (τραπεζαρία) και από μία κουζίνα. Μία ξύλινη σκάλα ενώνει κάθετα το ισόγειο με τον ημιυπόγειο χώρο, οποίος περιλαμβάνει κυλικείο, κουζίνα και μπάνιο. Το ημιυπόγειο συνδέεται οριζοντίως μέσω διαδρόμου με το κτίριο Υποδοχής/ Διοίκησης.

Τα κτίρια Υποδοχής/ Διοίκησης και Σεμιναρίων αποτελούνται από τρία επίπεδα και λαμβάνονται ως ένα ενιαίο κτίριο στην παρούσα εργασία, καθώς ενώνονται μέσω εσωτερικού διαδρόμου. Το πρώτο επίπεδο βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από το επίπεδο του εδάφους (το ύψος των παραθύρων συναντά το έδαφος από τη δεξιά μεριά της πλαγιάς) και περιλαμβάνει χώρους αποθήκευσης, το λεβητοστάσιο και ένα χώρο φιλοξενίας με υπνοδωμάτιο και μπάνιο. Το δεύτερο επίπεδο (επίπεδο του εδάφους) περιλαμβάνει αρχικά τους χώρους του κτιρίου Υποδοχής/Διοίκησης, δηλαδή χώρο υποδοχής (είσοδος), τα γραφεία της γραμματείας, σαλόνι με τζάκι και ανελκυστήρα. Στην συνέχεια, εσωτερικός διάδρομος ενώνει τα δύο κτίρια και οδηγεί σε τρεις αίθουσες γραφείων επιστημονικού προσωπικού, 2 κοινόχρηστα μπάνια, 1 αίθουσα με ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμού, ενώ στο τέλος του διαδρόμου υπάρχουν 4 αίθουσες διδασκαλίας- εργαστηρίων. Τέλος το τρίτο επίπεδο αποτελείται από αίθουσα που λειτουργεί ως βιβλιοθήκη/αναγνωστήριο, αίθουσα συμβουλίου, ανελκυστήρα και αίθουσα συνεδρίων/ εκδηλώσεων. Η σύνδεση της αίθουσας συνεδρίων με το υπόλοιπο κτίριο πραγματοποιείται μέσω ενός κλειστού, μη θερμαινόμενου χώρου (μικρός διάδρομος). [Βερροίου, 2014]

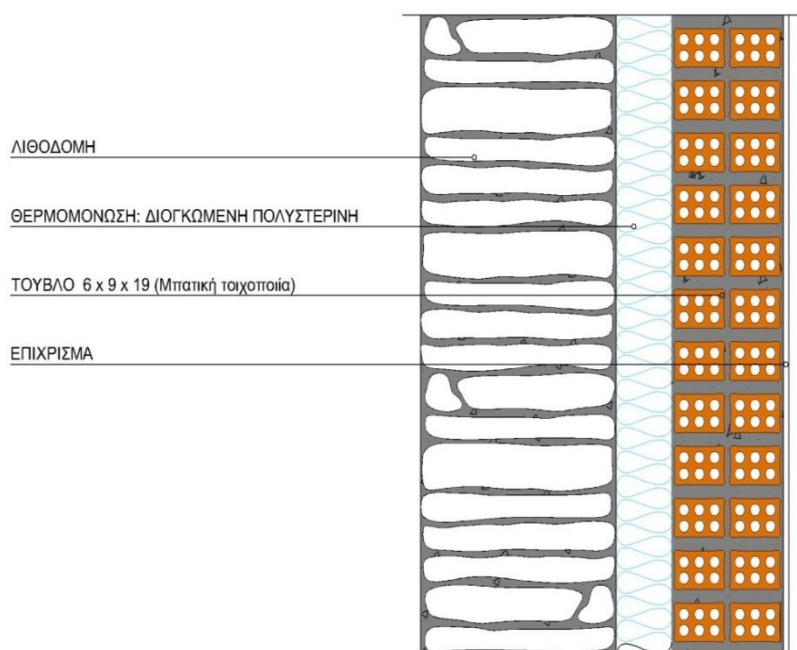
## Κτιριακές Εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.



Εικόνα 18: Οι τέσσερις κτιριακές εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.. Πηγή: Ίδια επεξεργασία.

Τα υλικά κατασκευής των κτιριακών εγκαταστάσεων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. αποτελούν γνώρισμα της παραδοσιακής οικοδομικής τεχνικής του Μετσόβου, προσαρμοσμένα στο σύγχρονο τρόπο δόμησης. Συγκεκριμένα, ο φέρων οργανισμός του κτιρίου είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα αλλά οι εξωτερικοί τοίχοι έχουν επένδυση πέτρας (δρομική πλινθοδομή πάχους 0.10 m ή μπατική πλινθοδομή πάχους 0.20 m), δηλαδή η τοιχοποιία αποτελείται από οπτοπλινθοδομή-μόνωση-λιθένδυση (Σχέδιο 5,6). Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι δρομικής τοιχοποιίας. Οι στέγες είναι καλυμμένες με σχιστόπλακες (Σχέδιο 7) και τα κουφώματα είναι ξύλινα με διπλό υαλοπίνακα. Οι εξωτερικοί τοίχοι, οι οροφές και τα δάπεδα που έρχονται σε επαφή με το έδαφος και τους μη θερμαινόμενους χώρους είναι μονωμένα με μονωτικό υλικό την πολυστερίνη και πάχος μόνωσης έως 10 cm, γεγονός που υποδηλώνει ότι κατά την κατασκευή του κτιρίου δόθηκε αρκετή προσοχή στην εξασφάλιση ενός καλού επιπέδου θερμομόνωσης. [Κατσουλάκος, 2011]

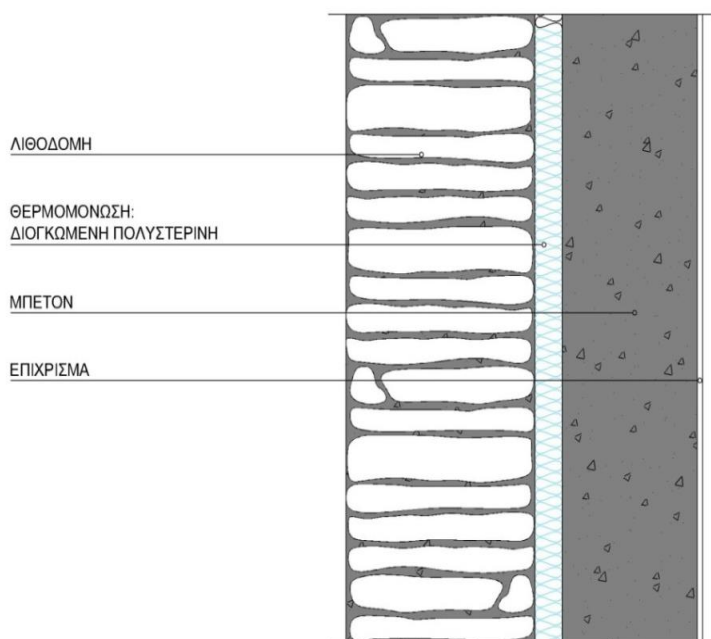
### Εξωτερικός τοίχος με επένδυση πέτρας και μπατική τοιχοποιία



Σχέδιο 5: Κατασκευαστική λεπτομέρεια εξωτερικού τοίχου με επένδυση πέτρας και μπατική τοιχοποιία.

Πηγή: Τα στοιχεία κατασκευής όπως ακριβώς δόθηκαν από τη μελέτη. Ιδία επεξεργασία.

### Εξωτερικός τοίχος με επένδυση πέτρας και χυτή τοιχοποιία

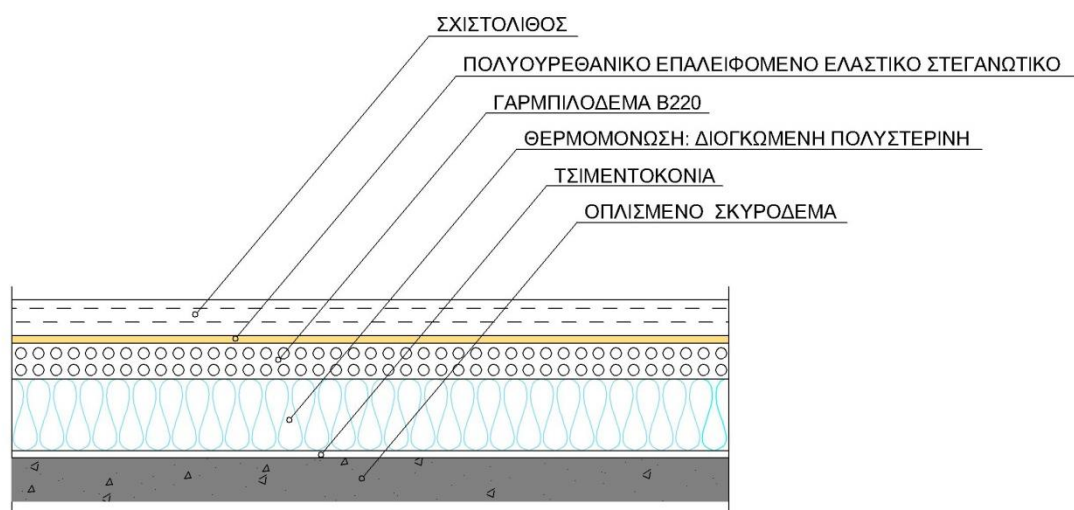


Σχέδιο 6: Κατασκευαστική λεπτομέρεια εξωτερικού τοίχου με επένδυση πέτρας και χυτή τοιχοποιία.

Πηγή: Τα στοιχεία κατασκευής όπως ακριβώς δόθηκαν από τη μελέτη. Ιδία επεξεργασία.



### Στέγη με πλάκες σχιστόλιθου



Σχέδιο 7: Κατασκευαστική λεπτομέρεια στέγης παραδοσιακού τύπου.

Πηγή: Τα στοιχεία κατασκευής όπως ακριβώς δόθηκαν από τη μελέτη. Ιδία επεξεργασία.

#### 5.2.2 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις και Καταναλώσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε

Για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, αυτή γίνεται μέσω των 2 λεβήτων πετρελαίου (Πίνακας 5.3), του ECOSTAR και του χαλύβδινου λέβητα ELINOR με βαθμό απόδοσης που φτάνει τους 89,2% και θερμοκρασία νερού στους 70οC. Στην πραγματικότητα βρίσκεται σε λειτουργία μονάχα ο ένας εκ των δύο. Η διανομή της θερμότητας γίνεται μέσω σωμάτων νερού (καλοριφέρ) και fan coil units, ενώ συμπληρωματικά χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά θερμικά σώματα που υπάρχουν τοποθετημένα στα υπνοδωμάτια του ξενώνα και σε κάποιους κοινόχρηστους χώρους.

Πίνακας 5.3: Χαρακτηριστικά λεβήτων πετρελαίου.

ΛΕΒΗΤΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	
Θερμοκρασία νερού	70°C
Βαθμός απόδοσης	89,2%
Ωφέλιμη ονομαστική ισχύς	174,5 KW
Παροχή Καυσίμου	16,9 kg/h
Θερμοκρασία νερού Προσαγωγής	90°C
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	6 bar

Πίνακας 5.4: Χαρακτηριστικά Θερμαντήρων.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ	
Χωρητικότητα	300 lt
Θερμοκρασία νερού	53°C - 54°C
Μέγιστη θερμοκρασία νερού	99°C
Πίεση	8 bar

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται από 4 αναλογικούς θερμοστάτες που έχουν τοποθετηθεί στο διάδρομο του ισογείου του κτιρίου του ξενώνα, στο κυλικείο, στην αίθουσα εκδηλώσεων (συνεδριακός χώρος) και στο διάδρομο που οδηγεί στα εργαστήρια. Ο συγκεκριμένος αριθμός θερμοστατών δεν επαρκεί για ένα τόσο μεγάλο κτιριακό σύνολο, ενώ ο τύπος των αναλογικών θερμοστατών θέτει τους ενοίκους υπόχρεους να ρυθμίζουν τις θερμοκρασίες, ανοιγοκλείνοντας σε μόνιμη βάση τους θερμοστάτες. Προφανώς αυτό δεν είναι δυνατό, ούτε παράγει και τα επιθυμητά αποτελέσματα θερμικής άνεσης στο χώρο, όταν αυτή απαιτείται, δηλαδή στο χρόνο που ο χώρος χρησιμοποιείται.

Η θερμότητα για το ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) παράγεται από θερμαντήρες (boilers) διπλής ενέργειας (Πίνακας 5.4) αλλά και από τους λέβητες πετρελαίου, μέσω 2 δεξαμενών 300 lt η κάθε μία [Βερροίου, 2014]. Σύστημα ψύξης υπάρχει για την αίθουσα εκδηλώσεων και σύστημα αερισμού στους χώρους υποδοχής και στο χώρο του εστιατορίου - κυλικείου, καθώς και στις τουαλέτες των υπνοδωματίων του ξενώνα που δεν έχουν παράθυρο ώστε να γίνεται φυσικός αερισμός.

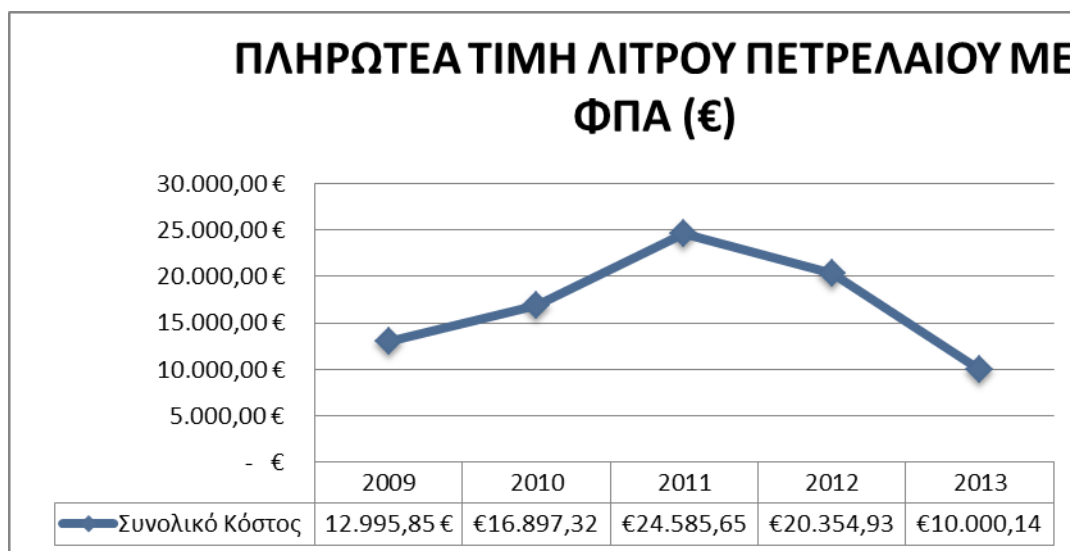
Όσον αφορά τις καταναλώσεις πετρελαίου για την κάλυψη των θερμικών αναγκών (θέρμανση χώρων και παραγωγή ΖΝΧ), αυτές προκύπτουν από τα τιμολόγια αγοράς του πετρελαίου και τους λογαριασμούς κατανάλωσης όπως αυτά δόθηκαν από τη διαχείριση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. Όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.2 η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου έχει πτωτική τάση, ενώ η μέση τιμή της χρονικής περιόδου 2010 -2013 είναι ίση με 20.046 L. Αυτό οφείλεται κυρίως στη δυσκολία αγοράς πετρελαίου λόγω της αύξησης των τιμών του. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το Γράφημα 5.3 όπου φαίνεται το κόστος αγοράς πετρελαίου. Διαπιστώνεται λοιπόν ραγδαία αύξηση μέχρι το 2010, αλλά από κει και πέρα υπάρχει σταδιακή πτώση, αφού μειώθηκε η ποσότητα αγοράς εξαιτίας αυτής της αύξησης στην τιμή του πετρελαίου.



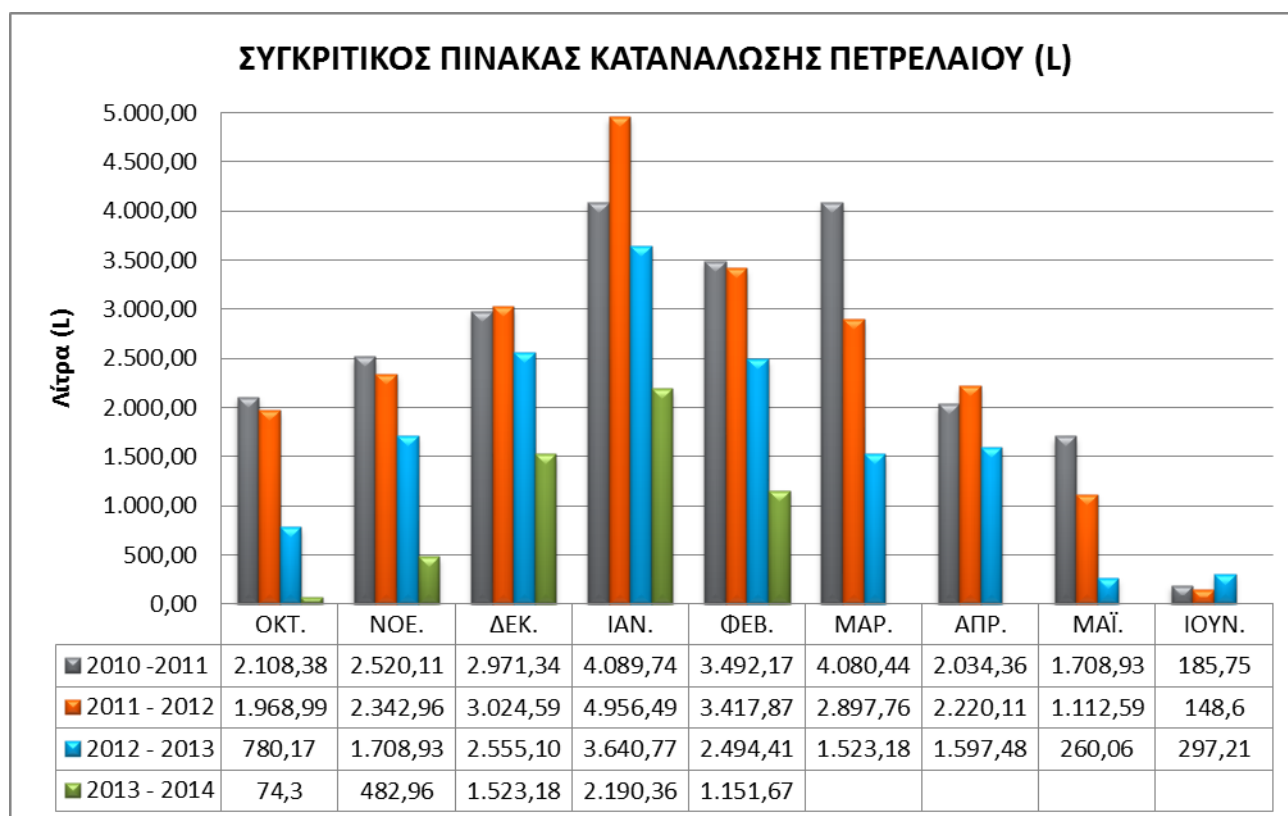
Γράφημα 5.2: Καταναλώσεις πετρελαίου για την χρονική περίοδο 2010 – 2014.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

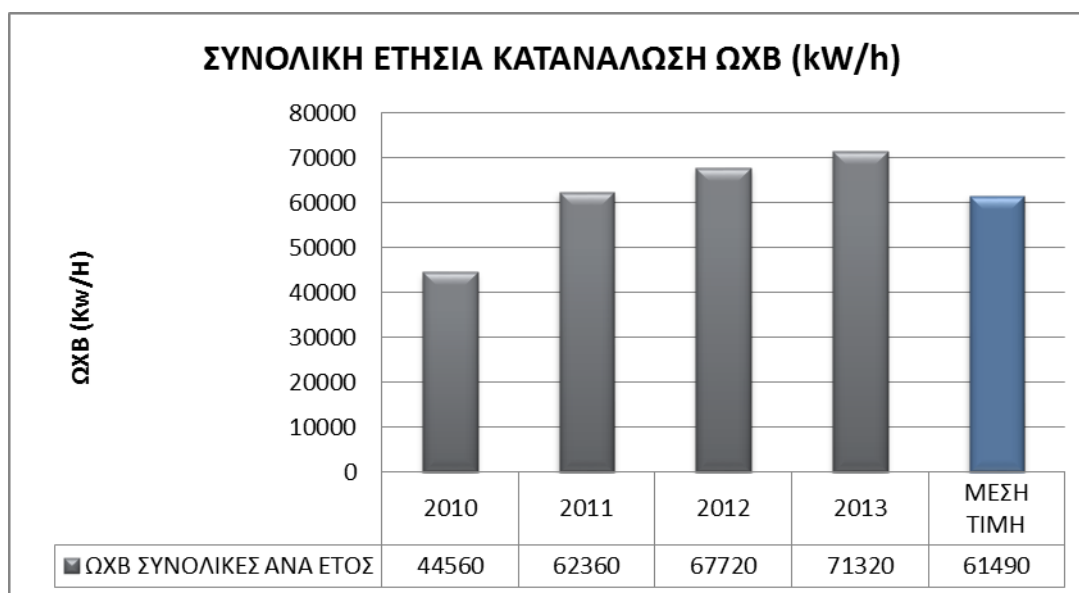
Πιο αναλυτικά, στο Γράφημα 5.4 καταγράφονται και συγκρίνονται οι καταναλώσεις πετρελαίου ανά μήνα, για τις χρονικές περιόδους 2010 – 2014. Στον πίνακα δεν συμπεριλαμβάνονται οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος, αφενός γιατί οι συγκεκριμένοι μήνες είναι οι θερμότεροι του έτους και δεν απαιτείται θέρμανση στο χώρο, και αφετέρου οι κτιριακές εγκαταστάσεις είναι κλειστές οπότε οι καταναλώσεις γενικά είναι μηδενικές.



Γράφημα 5.3: Κόστος αγοράς πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένου και του ΦΠΑ.  
Πηγή: Ιδία επεξεργασία.



Γράφημα 5.4: Καταναλώσεις πετρελαίου ανά μήνα, για τις χρονικές περιόδους 2010 – 2014. Πηγή: Ιδία επεξεργασία.



Γράφημα 5.5: Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος, ΩΧΒ για τη χρονική περίοδο 2010 -2013.  
 Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Αντίστοιχα οι ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος (Γράφημα 5.5) μαρτυρούν αύξηση, η οποία εν αντιθέσει με τις καταναλώσεις πετρελαίου, διατηρεί την ανοδική της τάση. Όπως φαίνεται η μεγαλύτερη πτώση στην κατανάλωση πετρελαίου έγινε τη χρονική περίοδο 2012 – 2013, την ίδια περίοδο που εκτοξεύτηκαν οι τιμές κατανάλωσης ΩΧΒ<sup>10</sup>. Αυτό συνέβη εξαιτίας της αυξημένης χρήσης των ηλεκτρικών σωμάτων με σκοπό τη θέρμανση του χώρου, αφού οι τιμές πετρελαίου ήταν ιδιαίτερα υψηλές.

Επίσης, σημαντικό είναι το κόστος θερμικής ενέργειας, από τζάκι ανοιχτού θαλάμου (μη ενεργειακό), το οποίο πλησιάζει τα 0,155 €/kWhth, που μαζί με το σύνολο των φορολογικών και λοιπών επιβαρύνσεων φτάνει τα 0,175 €/kWhth. Η περιβαλλοντική επιβάρυνση εξαρτάται από το υλικό καύσης και τη συχνότητα χρήσης. Πέραν του ότι δεν υπάρχει επίσημη μέτρηση, θεωρείται μικρή η επιβάρυνση, αφού τα τζάκια στους χώρους του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. έχουν περισσότερο διακοσμητικό ρόλο.

### 5.2.3 Ενεργειακή Απόδοση Κτιριακού Συνόλου ΜΕ.Κ.Δ.Ε.

Οι εκτιμήσεις και τα παρακάτω αποτελέσματα για την ενεργειακή απόδοση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε βασίστηκαν στην εισαγωγή δεδομένων και την εκτέλεση του ειδικού λογισμικού προγράμματος ΤΕΕ-Κ.ΕΝ.Α.Κ. που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο διεξαγωγής διπλωματικής εργασίας από την Κ. Βερροίου (2014), για το Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών».

<sup>10</sup> ΩΧΒ είναι ο ρυθμός κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, που μετριέται σε Watt, από όσες συσκευές έχουμε στο χώρο, πολλαπλασιασμένος επί τον αριθμό των ωρών που αυτές ήταν σε λειτουργία και επί το κόστος ανά ώρα.

Τα δεδομένα εισαγωγής του λογισμικού ΤΕΕ-Κ.ΕΝ.Α.Κ. αφορούν τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης/ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού. [ΤΕΕ, 2014]

Τα δεδομένα που απαιτήθηκαν είναι:

- 1) Η κλιματική ζώνη της περιοχής μελέτης όπως προσδιορίζεται στο άρθρο 6 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. Το Μέτσοβο, όπου βρίσκεται το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. ανήκει, βάσει του υψομέτρου του, για τον προσδιορισμό του κτιρίου αναφοράς, στην κλιματική ζώνη Δ. Η πόλη, της οποίας οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες συνάδουν με αυτές του Μετσόβου, είναι η Καστοριά και όχι τα Ιωάννινα, με τα οποία συνδέεται γεωγραφικά.
- 2) Η χρήση του κτιρίου.
- 3) Η συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ) και ο συνολικός όγκος ( $m^3$ ) του.
- 4) Η θερμαινόμενη και ψυχόμενη επιφάνεια σε  $m^2$  (και όγκο αντίστοιχα).
- 5) Ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου.
- 6) Ο αριθμός θερμικών ζωνών, μη θερμαινόμενων χώρων και ηλιακών χώρων, όπου καταγράφονται οι αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και οι επιφάνειες που εφάπτονται με το φυσικό έδαφος. Επίσης, εισάγονται γενικά δεδομένα σχετικά με τη χρήση και τη συνολική επιφάνεια της ζώνης, τη μέση κατανάλωση ΖΝΧ, τη διείσδυση αέρα (κουφώματα, καμινάδες, θυρίδες εξαερισμού) και γενικά ότι αφορά στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτιρίου.

Από τα παραπάνω δεδομένα προέκυψε ο διαχωρισμός του κτιρίου μελέτης σε τέσσερις θερμικές ζώνες με τις αντίστοιχες θερμαινόμενες επιφάνειες της κάθε ζώνης. Αυτές είναι οι εξής [Βερροίου, 2014]:

- 1) Κτίριο Ξενώνα (χρήση ξενώνα ετήσιας λειτουργίας).  $K1 = 610.17 \text{ m}^2$  θερμαινόμενη επιφάνεια.
- 2) Κτίριο Εστιατορίου/ Κυλικείου (χρήση ξενώνα ετήσιας λειτουργίας).  $K2 = 278.48 \text{ m}^2$  θερμαινόμενη επιφάνεια.
- 3) Κτίρια Υποδοχής – Διοίκησης και οι αίθουσες εργαστηρίων του Κτιρίου Σεμιναρίων (χρήση τριτοβάθμιας εκπαίδευσης/ αίθουσες διδασκαλίας).  $K3 = 776.16 \text{ m}^2$  θερμαινόμενη επιφάνεια.
- 4) Κτίριο Σεμιναρίων: Αίθουσα Συνεδρίων.  $K4 = 275.47 \text{ m}^2$  θερμαινόμενη επιφάνεια.

Καταγράφηκαν όλα τα στοιχεία του κελύφους του κάθε κτιρίου (διαστάσεις, επιφάνειες εφαπτόμενες ή μη με το έδαφος, τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υπολογίστηκε:

- η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ( $=370 \text{ kJ/m}^2\text{K}$  για όλα τα κτίρια εξαιτίας της βαριάς κτιριακής κατασκευής),
- η κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. (τυπική ημερήσια σε θερμοκρασία  $45^\circ\text{C}$  και ετήσια),
- η διείσδυση του αέρα από τα κουφώματα (προκύπτει από το γινόμενο του συνολικού εμβαδού των ανοιγμάτων κάθε ζώνης και των τιμών αερισμού για κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο του πίνακα 3.26 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010),
- ο συνολικός συντελεστής σκίασης των δομικών στοιχείων.

Βάσει αρχιτεκτονικών σχεδίων και σχεδίων οικοδομικών λεπτομερειών είχαν καθοριστεί οι αναγκαίοι, για την περαίωση του προγράμματος, συντελεστές θερμοπερατότητας. Οι τοίχοι παρουσιάζουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $0,33\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , η οροφή  $0,38\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  και τα ανοίγματα  $3,3\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , ενώ ορισμένα τμήματα των φερόντων στοιχείων φτάνουν το  $0,63\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ . Το Μέτσοβο κατατάσσεται στην ζώνη Δ, όπου οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές θερμοπερατότητας είναι για τους τοίχους  $0,40\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , για τις οροφές  $0,35\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  και για τα ανοίγματα  $2,6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  (Πίνακας 5.5). Καθώς φαίνεται, το μεγαλύτερο πρόβλημα εντοπίζεται στα ανοίγματα. [Κατσουλάκος, 2014]

Πίνακας 5.5: Τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. και οι μέγιστες επιτρεπόμενες, βάσει του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. για τη ζώνη Δ.

Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ( $\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ )	Τοίχος	Οροφή	Άνοιγμα
Υπάρχουσες τιμές για ΜΕ.Κ.Δ.Ε	0,33	0,38	3,3
Μακ επιτρεπόμενες τιμές (ζώνη Δ)	0,40	0,35	2,6

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το κτίριο Διοίκησης/Σεμιναρίων παρατηρείται να έχει τη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση ανά  $\text{m}^2$ , ακολουθεί το εστιατόριο και το κτίριο με τη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά  $\text{m}^2$  είναι το κτίριο του ξενώνα. Η αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση του ξενώνα οφείλεται κατά βάση στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο κτίριο δεν διαθέτει ιδιαίτερη επιφάνεια εξωτερικών τοίχων εντός του εδάφους, συγκριτικά με τα άλλα δύο κτίρια. Σε γενικότερο πλαίσιο, οι ενεργειακές καταναλώσεις σε

πρωτογενή ενέργεια είναι αυξημένες τόσο για το κτίριο μελέτης, όσο και για το κτίριο αναφοράς (Πίνακας 5.6).

Το συγκρότημα συνολικά εντάσσεται στην κατηγορία Γ, ενώ το κτίριο αναφοράς (Κ.Α.) τοποθετείται πάντα στην κατηγορία Β για να θεωρείται ενεργειακά αποδοτικό (Ε.Α.), όπως αυτό ορίζεται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (σελ.23). Αναλυτικότερα προέκυψε ότι ο λόγος της ενεργειακής κατανάλωσης, ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια, του υπό μελέτη κτιρίου προς την αντίστοιχη ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς είναι μεταξύ των τιμών 1.00 και 1.41 ως εξής : 1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α. [Βερροίου, 2014]

Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται από τη θερμογράφιση που εκτελέστηκε για το ΜΕ.Κ.Δ.Ε., τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2011 [Κατσουλάκος, 2011] και από την προσωπική μου έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκε το 2014. Όπως φαίνεται, οι απώλειες θερμότητας από τα δομικά στοιχεία, που οφείλονται κυρίως στην ύπαρξη υγρασίας, διατηρούνται σε ικανοποιητικά επίπεδα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν αποτελούν σημαντικό πρόβλημα, το οποίο επηρεάζει απόλυτα τη θερμική άνεση του χώρου και ενισχύει τις θερμικές απώλειες. Αντιθέτως, οι θερμογέφυρες στα κουφώματα είναι υπαίτιες σε μεγαλύτερο βαθμό για τις θερμικές απώλειες και τη μείωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Πίνακας 5.6: Πρωτογενής ενεργειακή κατάταξη κτιριακών ενοτήτων ΜΕ.Κ.Δ.Ε με αντιπροσωπευτική πόλη την Καστοριά, για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς (Κ.Α.).

Κτιριακή Ενότητα	Κατάταξη	Πρωτογενής Ενεργειακή Κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> * year)	Πρωτογενής Ενεργειακή Κατανάλωση Κ.Α. (kWh/m <sup>2</sup> * year)
Ξενώνας	Γ	434.5	376.2
Εστιατόριο	Γ	397.5	363.7
Υποδοχή/Διοίκηση - Σεμινάρια	Γ	262.7	226.0

#### 5.2.4 Προβλήματα Κελύφους

Η ενεργειακή κλάση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. βρίσκεται στην «Γ» κατηγορία. Αυτή η μειωμένη ενεργειακή απόδοση του συγκροτήματος οφείλεται κυρίως στις θερμικές απώλειες του κελύφους εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος και των θερμογεφυρών (σημείο με μειωμένη θερμική αντίσταση και αυξημένη

θερμική ροή) που υπάρχουν σε διαφανείς ή αδιαφανείς επιφάνειες επιτρέποντας τη διείσδυση αέρα ή νερού. Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα ασθενή σημεία του κελύφους επιβαρύνοντας την ενεργειακή του απόδοση. Οι θερμικές απώλειες ενισχύονται από την ανανέωση του αέρα μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων, αφού ο κρύος αέρας εισέρχεται μέσα στο χώρο ψυχραίνοντας τις εσωτερικές επιφάνειες.

Οι θερμογέφυρες επηρεάζουν το αίσθημα της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό ενός χώρου, καθώς η επιφανειακή θερμοκρασία μαζί με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα και την ταχύτητα κίνησής του στο εσωτερικό του χώρου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας στις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος. [Αραβαντινός, 2009]

Συγκεκριμένα στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε., οι απώλειες θερμότητας από τα δομικά στοιχεία διατηρούνται σε σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα, αφού στους εξωτερικούς τοίχους, στις οροφές και στα δάπεδα προς το έδαφος και τους μη θερμαινόμενους χώρους έγινε σωστή πρόβλεψη και τοποθετήθηκε μόνωση  $\leq 10\text{cm}$  εξασφαλίζοντας ένα καλό επίπεδο θερμομόνωσης. Πρόβλημα στη θερμική συμπεριφορά αποτελεί, σε ορισμένα σημεία, η πρόχειρη αρμολόγηση που επιτρέπει την είσοδο υγρασίας προς το εσωτερικό του τοίχου [Κατσουλάκος, 2011].

Παρόλα αυτά η επιμελής κατεργασία της αρμολόγησης των κατακόρυφων και των οριζόντιων στοιχείων (στην εσωτερική, αλλά κυρίως στην εξωτερική πλευρά) σε μερικά σημεία του Κέντρου είναι αρκετά πρόχειρη, που δημιουργεί αισθητικά προβλήματα (αλλοίωση κελύφους), προβλήματα θερμικής άνεσης, καθώς και μείωση της θερμομονωτικής ικανότητας των υλικών, αλλά και πιθανά προβλήματα στην υγεία των ενοίκων. Συνήθη λοιπόν είναι τα φαινόμενα πρόχειρης συναρμογής και αρμολόγησης στα κουφώματα και στους πέτρινους τοίχους (Εικόνα 19.α) που επιτρέπουν την είσοδο νερού μέσα στα τοιχώματα με αποτέλεσμα να νοτίζονται οι θερμομονωτικές πλάκες και να σχηματίζονται εστίες υγρασίας στις εξωτερικές ή εσωτερικές επιφάνειες των δομικών υλικών (Εικόνες 19.β / γ).

Σε σχέση με τις απώλειες από τα δομικά υλικά, οι θερμικές απώλειες από τα κουφώματα είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Σε πολλά από αυτά παρουσιάζονται κακή συναρμογή και αλλοιώσεις στο αρχικό σχήμα (πετσικάρισμα), με αποτέλεσμα να υπάρχει σημαντική εισροή εξωτερικού αέρα. [Κατσουλάκος, 2011].

Οι κατασκευαστικές αστοχίες στα κουφώματα εντοπίζονται κυρίως στη στεγανοποίησή τους, τη μόνωση και στη συναρμογή τους. Ναι μεν έχουν στεγανοποιηθεί πάνω και κάτω ορισμένα κουφώματα για προστασία από τα όμβρια ύδατα, αλλά και εδώ η κακή συναρμογή του πλαισίου του κουφώματος, του πρεκιού (υπέρθυρο) και της ποδιάς με την τοιχοποιία (Εικόνα 20.α/β) επιτρέπουν στα νερά (και τα χιόνια), κυρίως τα προερχόμενα από αναπήδηση και αυτά που συσσωρεύονται στις ακμές των ενώσεων της ποδιάς και του κουφώματος, να εισέλθουν άμεσα στο εσωτερικό του χώρου, αλλά και έμμεσα εμποτίζοντας τα δομικά υλικά (Εικόνα 21.α/β). Η ποδιά εδώ



έχει σχεδόν κάθετη προς το κούφωμα κλίση, ενώ θα έπρεπε να έχει τουλάχιστον 10% κλίση με φορά προς τα έξω, ούτως ώστε να διευκολύνεται η απορροή των όμβριων υδάτων.

Τα μονωτικά λάστιχα στα κουφώματα, τα οποία θα μπορούσαν να περιορίσουν την εισαγωγή νερού ή αέρα, δεν υπάρχουν. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις έχει εισέλθει αέρας ή υγρασία στον κενό μεταξύ των υαλοπινάκων, έτσι ώστε ακυρώνεται, πρακτικά, το όφελος από την ύπαρξη διπλών τζαμιών στα παράθυρα [Κατσουλάκος, 2011].



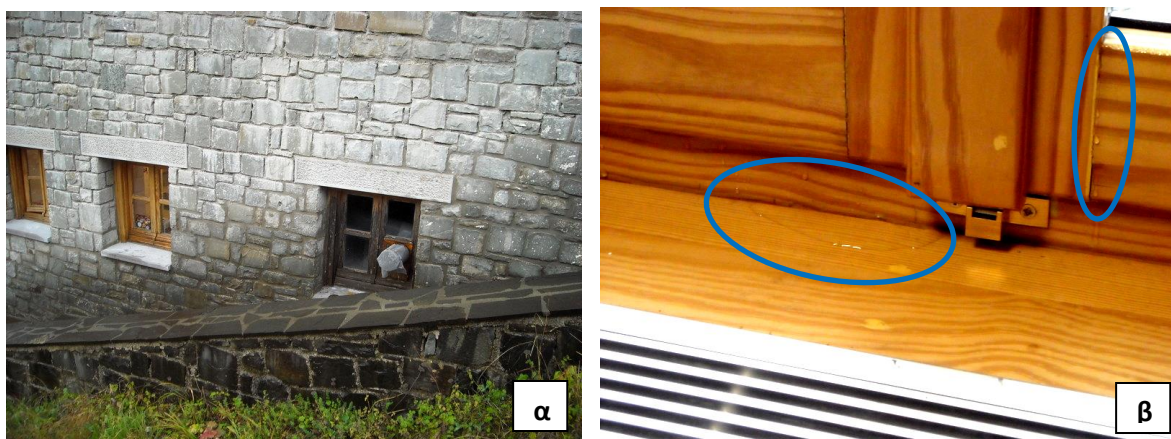
Εικόνα 19. α): Πρόχειρη ή κακής ποιότητας αρμολόγηση πέτρινων τοίχων. Οι τρύπες στον αρμό επιτρέπουν την είσοδο νερού. β): Εξωτερική υγρασία στην τοιχοποιία. γ): Υγρασία, εσωτερικά της τοιχοποιίας (περιοχή πάνω από το κούφωμα).

Πηγή: α,β) Φωτογραφικό αρχείο Μάριου Κοφινά, γ) Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.



Εικόνα 20: α) Κακή συναρμογή του πλαισίου του κουφώματος με το πρέκι (υπέρθυρο) και την τοιχοποιία, β) Κακή συναρμογή της ποδιάς και του κουφώματος με την τοιχοποιία.

Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο Μάριου Κοφινά.



Εικόνα 21: α) Υγρασία στην τοιχοποιία και σάπισμα κουφώματος από τη συνεχή έκθεσή του σε νερό ή χιόνι (αναπήδηση βροχής λόγω του τοιχώματος). β) Όμβρια ύδατα (μπλε έλλειψη) εισήλθαν μέσα από το παράθυρο, ενώ αυτό ήταν κλειστό.

Πηγή: Φωτογραφικό αρχείο Μάριου Κοφινά.



Εικόνα 22: α,β) Απόψεις διαβρωμένου παράθυρου, εξαιτίας των ακραίων καιρικών συνθηκών και της κακής συντήρησης. Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

Στην περίπτωση της στέγης, είχε δοθεί μεγάλη προσοχή, κατά τον σχεδιασμό, στη μόνωση και τη στεγάνωση. Παρόλα αυτά το νερό κατάφερε να εισέλθει στη στέγη και επειδή τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής της δεν της επιτρέπουν να «αναπνέει», εγκλωβίστηκε η υγρασία μέσα διαβρώνοντας κάποια υλικά (ξύλινοι δοκοί) με αποτέλεσμα το κάθισμά της σε ορισμένα τμήματα και όχι σημειακά. Επίσης, όπως ανέφερε ντόπιος εργατοτεχνίτης, η παραδοσιακή κεραμοσκεπή αντέχει περίπου μία δεκαετία. Μετά από αυτό το διάστημα οι σχιστόπλακες φθείρονται τόσο (εξαιτίας των καιρικών συνθηκών) που σαπίζουν και σπάνε (Εικόνα 23). Όταν θρυμματιστεί ένα σχιστολιθικό κεραμίδι, απευθείας δημιουργεί δίοδο για την έλευση των όμβριων υδάτων μέσα στην πλάκα, εγκλωβίζοντας εκεί υγρασία. Η διαδικασία του μαστορέματος μίας τέτοιας στέγης προϋποθέτει και την ανάλογη τεχνογνωσία καθώς και μία νοοτροπία που δε συνάδει με τις συνήθειες της σημερινής εποχής. Κάτω από αυτές τις συνθήκες γίνονται συνεχώς προσπάθειες «μπαλώματος» της στέγης.

Το πρόβλημα ενισχύεται αφού στη στέγη δεν υπάρχουν υδρορροές (κατασκευή βάσει του παραδοσιακού προτύπου) –εκτός από μία στην οποία προστέθηκε αργότερα, χωρίς την πρόληψη σχάρας-. Η έλλειψη υδρορροών επιτρέπει στα όμβρια ύδατα να λιμνάζουν στη στέγη και να «γλείφουν» τους τοίχους, αλλοιώνοντας τα υλικά (πέτρα, ξύλα κουφωμάτων) και επιτρέποντας την εισροή προς το εσωτερικό των χώρων και αυξάνοντας έτσι την υγρασία.



Εικόνα 23: Σχιστόπλακες που έσπασαν εξαιτίας των καιρικών συνθηκών. Άποψη στέγης (αριστερά) και θραύσματα σχιστολιθικών κεραμιδιών (δεξιά).

Πηγή: Ε.Μ.Π. - Τεχνική Υπηρεσία: Πληροφοριακό Σύστημα Κτιριακών Εγκαταστάσεων. 2014.

Ενδιαφέρον αποτελεί ο τρόπος αντιμετώπισης για τη συσσώρευση υγρασίας σε κεραμοσκεπή και στα παράθυρα. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με πρόχειρα ανοίγματα (τρύπες) στο πάνω μέρος τοίχου (Εικόνα 24), στο ύψος των ξύλινων καδρονιών. Ενώ στην εσωτερική πλευρά των παραθύρων ανοίχτηκαν τρύπες (στο κούφωμα) (Εικόνα 25) ούτως ώστε να μη συσσωρεύεται

υγρασία στο τζάμι και θαμπώσει ή στο ξύλο και σαπίσει. Αυτές οι τεχνικές να μεν διόρθωσαν το θέμα του αερισμού των υλικών, αλλά δημιούργησαν ένα τεράστιο ζήτημα ανεξέλεγκτης εισαγωγής ψυχρού αέρα, θερμικών απωλειών και θερμικής σπατάλης.



Εικόνα 24: Αυτοσχέδια ανοίγματα ακριβώς κάτω από τη στέγη με σκοπό να αεριστεί και να μη συσσωρευτεί μέσα υγρασία. Άποψη στέγης με τις τρύπες (αριστερά) και κοντινό πλάνο τρύπας (δεξιά).

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.



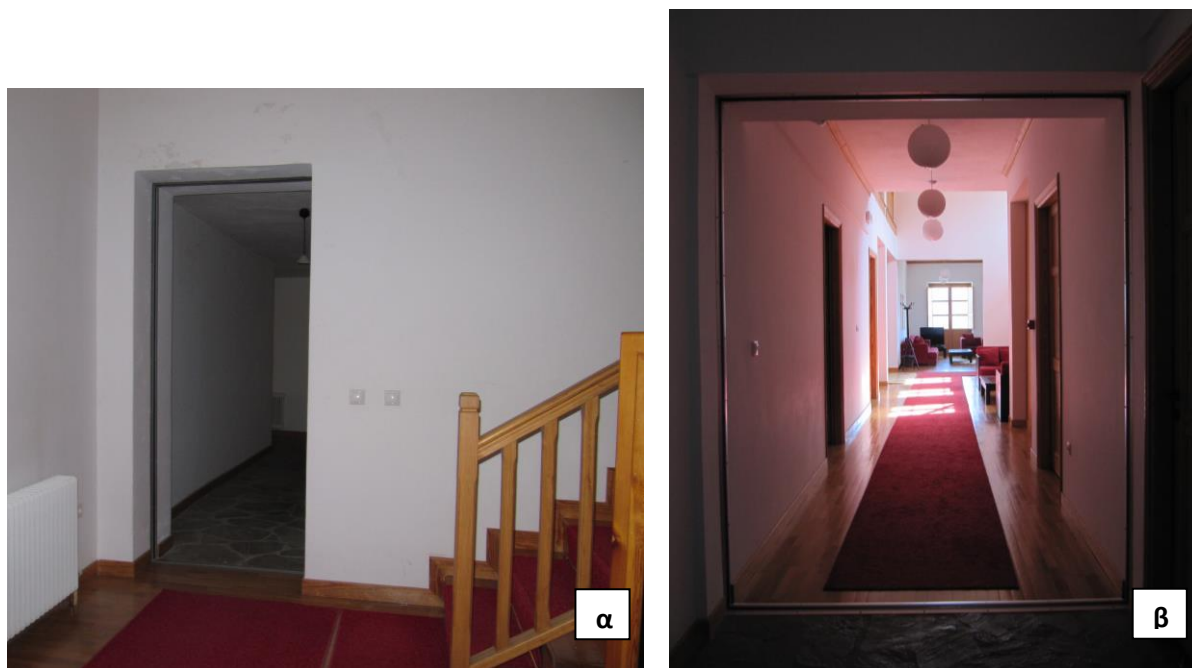
Εικόνα 25: Αυτοσχέδια τρύπα σε ξύλινο κούφωμα. Απόψεις από διαφορετικό παράθυρο (αριστερά και δεξιά).

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα σε σχέση με τη σπατάλη θερμότητας βασίζεται στη διαφορά θερμοκρασίας που έχουν μεταξύ τους διάφοροι χώροι. Ως γνωστόν, η θερμότητα ορίζεται ως η μορφή της ενέργειας, που μπορεί να μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο, ως αποτέλεσμα της θερμοκρασιακής τους διαφοράς. Η μεταφορά γίνεται πάντα από τη θερμότερη στην ψυχρότερη επιφάνεια και μεταδίδεται από τις αδιαφανείς επιφάνειες και με τους τρεις τρόπους μετάδοσης (αγωγή, μεταφορά, ακτινοβολία) (σελ.35-38). Εδώ σημαντικό ρόλο παίζει κυρίως η χωροθέτηση και το μέγεθος των χώρων (αιθουσών).

Μεγάλοι, ανοιχτοί χώροι που συνδέονται άμεσα κυρίως κατακόρυφα (κλιμακοστάσιο) με άλλους χώρους οι οποίοι δε θερμαίνονται στην πράξη, αφού δε χρησιμοποιούνται συνέχεια. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα σύστημα κατακόρυφου, παθητικού (εξ-) αερισμού – δροσισμού

(περίπτωση κτιρίου K2). Αυτή η ψυχρή αέρια κίνηση ενισχύεται όταν το κατακόρυφο στοιχείο συνδέεται με ψυχρότερους (οριζόντιους) χώρους (Εικόνα 26. α/β) ή με ψυχρούς, υπόγειους χώρους (κυρίως πρόβλημα στο κοινό, ενιαίο ημιυπόγειο K2, K3 και K4). Με αυτό τον τρόπο να μην διατηρείται μία αίσθηση καθαρής ατμόσφαιρας στο εσωτερικό και ανεμπόδιστη διέλευσης, αλλά συγχρόνως δημιουργούνται θερμικές σπατάλες των θερμαινόμενων χώρων και μία αίσθηση δροσισμού (ενίοτε ψύχους) στους υπόλοιπους μη θερμαινόμενους -αλλά ανοιχτούς και άμεσα συνδεόμενους- χώρους.



Εικόνα 26: α) Άνοιγμα που ενώνονται το κυλικείο του K2 με το χώρο υποδοχής του K3\*. Η σκάλα οδηγεί στη βιβλιοθήκη και σ β) Άνοιγμα που ενώνονται ο διάδρομος των γραφείων του K3 (συνέχεια του χώρου υποδοχής, ο οποίος φαίνεται στο βάθος της εικόνας) με τις αίθουσες διδασκαλίας – εργαστηρίου του K4\*. α,β\*) Η αλλαγή υλικών του δαπέδου σηματοδοτεί την αλλαγή του κτιρίου.

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια επιμέρους προβλήματα ενεργειακής σπατάλης:

1. Οι χώροι δεν διαχωρίζονται, με βάση τη θερμική τους ζώνη (Κεφάλαιο 5.2.3) με κάποιο διαχωριστικό (πόρτα), ενώ οι υπάρχουσες, κύριες πόρτες που οδηγούν απευθείας στον εξωτερικό χώρο, άρα είναι εκτεθειμένες σε αυτόν, δεν έχουν μονωτικά λάστιχα.
2. Οι διαφορές θερμοκρασίας του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο και των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων (δημιουργία υδρατμών – υγρασίας) προκαλεί επιπλέον κατασκευαστικά και αισθητικά προβλήματα όπως η περίπτωση του εξωτερικού αρμού στο κτίριο K3, ο οποίος όταν βρέξει ή χιονίσει τα νερά κυλάνε στις τουαλέτες που βρίσκονται από κάτω και οι φθορές (σκασίματα) στα ανοίγματα ή και η περίπτωση της αποφλοίωσης των επιχρισμάτων. Επιπλέον, οι «τραυματισμοί» που υπέστη το κέλυφος κατά τη

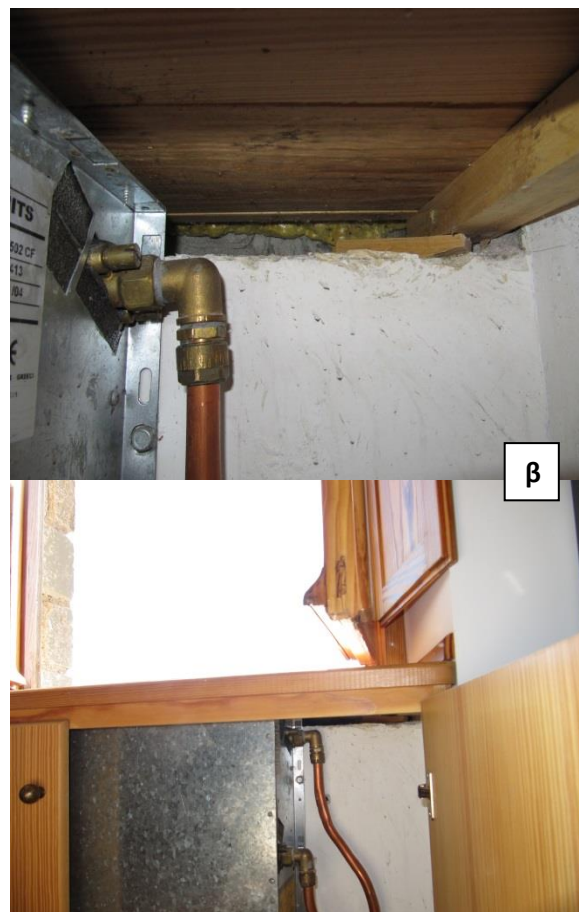
διάρκεια της εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, δεν έχουν διορθωθεί με αποτέλεσμα να αποτελούν σημεία διείσδυσης ψυχρού αέρα (Εικόνα 27. α/β).

3. Το σύστημα εξαερισμού (Εικόνα 28.α) των Κτιρίων Κ3 και Κ4 ξεκινάει από το υπόγειο 2 του Κ3, όπου οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Υπάρχει σύστημα που ρυθμίζει το πότε είναι ενεργός ή ανενεργός ο εξαερισμός, αλλά ακόμα και όταν μένει κλειστό το σύστημα αυτός λειτουργεί ως ανοιχτό κανάλι αφού δεν υπάρχει κάτι που να σφραγίζει τις εισόδους/εξόδους του εξαερισμού. Αποτέλεσμα και εδώ είναι η μεταφορά ψυχρών αέριων μαζών στους εσωτερικούς χώρους.

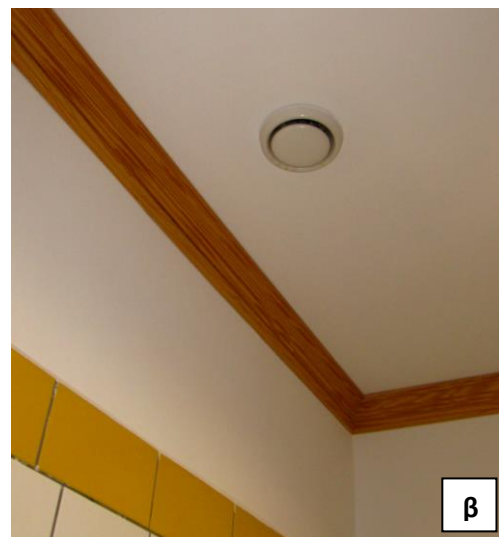
4. Κάποια από τα WC των δωματίων του ξενώνα (Κ1) λειτουργούν με μηχανικό εξαερισμό επειδή δεν υπάρχει παράθυρο (Εικόνα 29.β). Ο εξαερισμός αυτός λειτουργεί επί μονίμου βάσεως, καταναλώνοντας συνεχώς μικρά ποσά ρεύματος ακόμα και όταν ο χώρος δε χρησιμοποιείται. Όταν πάλι χρησιμοποιείται γίνεται αντιληπτή η συνεχόμενη ηχορύπανση και το ότι «τραβάει» θερμό αέρα από το χώρο.

5. Ο ένας, από τους δύο, λέβητας που έχει τεθεί σε λειτουργία, βρίσκεται στο Κ4 και τροφοδοτεί όλα τα κτίρια (Κ1, Κ2, Κ3) με αποτέλεσμα να σπαταλείται ενέργεια λόγω των αποστάσεων.

6. Επιπλέον, θερμική σπατάλη συμβαίνει πάλι στα δωμάτια του Κ1 αφού η θέρμανση για όλα τα δωμάτια είναι κοινή αλλά η θερμική άνεση δεν είναι. Τα ανατολικά δωμάτια είναι ζεστότερα εξαιτίας της θέσης τους και χρειάζονται μικρότερο χρόνο να φτάσουν την επιλεγμένη θερμοκρασία, ενώ τα υπόλοιπα δωμάτια χρειάζονται περισσότερο χρόνο. Με ένα κοινό θερμοστάτη για όλο το Κ1 ορισμένοι χώροι μπορεί να φτάνουν στα όρια της θερμοπληξίας, ενώ άλλοι να έχουν θερμοκρασία χαμηλότερη της επιθυμητής.



Εικόνα 27: Χώροι με ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. α, β,) Οι τρύπες που δεν έχουν καλυφθεί αποτελούν θερμογέφυρες και αιτία για περαιτέρω προβλήματα.



Εικόνα 28: Εξαερισμός α) στην αίθουσα σεμιναρίων του Κ4 και β) σε wc δωματίου του Κ1.

Πηγή: Προσωπικό φωτογραφικό αρχείο. Μέτσοβο, 2014.

### 5.2.5 Εφαρμογή Συστημάτων και Στρατηγικών για την Ενεργειακή Απόδοση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.

Όπως φάνηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. χαρακτηρίζουν μία σειρά κατασκευαστικών και ενεργειακών προβλημάτων. Αρχικά, δόθηκαν τέσσερις εναλλακτικές λύσεις, διαφορετικής έντασης, οι οποίες δε θεωρήθηκε σκόπιμο να αναπτυχθούν εδώ. Αυτές είναι η Small, η Medium, η Large και η X.Large επέμβαση. Τα κριτήρια επιλογής είχαν να κάνουν με το άμεσο και έμμεσο οικονομικό κόστος, σε συνδυασμό με τα ενεργειακά οφέλη και την ανάδειξη ή μη του παραδοσιακού κελύφους. Έγιναν αρκετές συνδυαστικές προσεγγίσεις στις λύσεις για να οριστικοποιηθεί τελικά η μεγάλη επέμβαση (Large), ως η αποτελεσματικότερη, αφού οι υπόλοιπες θα είχαν είτε σχεδόν μηδενικά κέρδη ΕΞ.Ε. (Small), είτε μικρά κέρδη (Medium), είτε μεγάλο κόστος επέμβασης και μεγάλη διάρκεια κατασκευής, χωρίς τα ανάλογα ενεργειακά κέρδη (X-Large).

Στην επέμβαση που προτείνεται, κρίνεται σκόπιμο να γίνουν επεμβάσεις δύο φάσεων. Σε Α' φάση να πραγματοποιηθούν όλες οι εργασίες αποκατάστασης του κελύφους. Στη Β' φάση, αφού θα έχουν αποκατασταθεί οι «μικροφθορές», θα υπάρξει πλέον ένα κτιριακό σύστημα έτοιμο να δεχτεί επεμβάσεις προς όφελος της εξοικονόμησης ενέργειας. Όταν υπάρχουν τυχαία ανοίγματα, σε όλο το κέλυφος, από φθορές είναι ευκόλως εννοούμενη η δυσκολία που θα έχει το κτίριο στη θέρμανσή του και τη διατήρησή της στο εσωτερικό των χώρων. Είναι σημαντικότερο λοιπόν να πραγματοποιηθούν αρχικά οι επεμβάσεις Α' φάσης για να μπορέσουν τα κτίρια του Κέντρου να απαρτίσουν ένα σωστό υπόβαθρο, έτοιμο να δεχτεί τις περαιτέρω επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (Β' φάση), ώστε να λειτουργήσουν, επί τοις ουσίαις, αποδοτικά και να μην αποτελέσουν απλά επιφανειακές λύσεις, βραχυπρόθεσμης διάρκειας.

Τα προβλήματα της Α' φάσης αφορούν κυρίως στην υγρασία, η οποία κατά βάση προκαλείται από την πρόχειρη αρμολόγηση, -στη συγκεκριμένη φάση αφορά στην λιθόκτιστη επιδερμίδα του κελύφους-, την έλλειψη συντήρησης των δομικών στοιχείων και το ανύπαρκτο σύστημα συλλογής όμβριων υδάτων.

Αντίστοιχα, τα προβλήματα στη Β' φάση συγκεντρώνονται στις απώλειες θερμότητας με τη εισαγωγή αέριων μαζών, σε βαθμό που το πρόβλημα δεν αντιμετωπίζεται με την αποκατάσταση των δομικών στοιχείων, αλλά χρειάζεται αντικατάστασή τους, καθώς και στη σπατάλη θερμότητας όπως αυτή προκύπτει από τον λάθος καταμερισμό των συστημάτων.

Ορισμένες επεμβάσεις των δύο φάσεων, που πρέπει να υλοποιηθούν, περιγράφονται παρακάτω με τα αντίστοιχα κόστη τους, αλλά στην πλειοψηφία τους χωρίς το συνυπολογισμό των εργατικών εξόδων. Αυτό συμβαίνει είτε εξαιτίας της έλλειψης στοιχείων, είτε γιατί απαιτείται ειδική μελέτη.



**Α' φάση > αποκατάσταση:**

- ⊙ Τοποθέτηση υδρορροών στις σκεπές: Χρειάζονται, κατά προσέγγιση, 367.45 μέτρα υδρορροών και λουκιών. Το κόστος τους δε θα υπερβεί τα **1,102.35€**.
- ⊙ Τοποθέτηση καναλιών αποστράγγισης, για συλλογή των όμβριων υδάτων: Η τιμή για κανάλι ενός μέτρου κυμαίνεται συνήθως από 15€/m έως 25€/m, ανάλογα με την ποιότητα. Εδώ, θα πάρουμε τη μέγιστη τιμή. Τα μέτρα που θα χρειαστούν μετριούνται κατά προσέγγιση και όχι βάσει σχεδιασμού, ώστε να βγει ένα σχετικό κόστος. Υπολογίζεται η περίμετρος του κάθε κτιρίου συν κάποιες αποστάσεις σύνδεσης και απορροής. Άρα περίμετρος K1=74.66m, K2=47.2m, K3=63.8m, K4=65.2m, συν περίπου 30 μέτρα λοιπών καναλιών. Η τιμή που προκύπτει είναι στα **7,022€**, ενώ το κόστος των εκσκαφών δεν συνυπολογίζεται. Εναλλακτικά υπάρχει και η επιλογή τοποθέτησης καναλιών αποστράγγισης μονάχα στις πλευρές των κτιρίων, οι οποίες εφάπτονται απευθείας με το χώμα και με τον κεντρικό αύλειο χώρο.
- ⊙ Συμπλήρωσητσιμέντου στους αρμούς των όψεων της λιθοδομής: Επιπλέον, συνιστάται καθαρισμός (ξύσιμο) της πέτρας στην τοιχοποιία, ώστε να φύγουν οι μαυρίλες και οι λευκές στάμπες από την υγρασία και βάψιμο με βερνίκι πέτρας, το οποίο θα προστατέψει από τη διάβρωση της πέτρας και την υγρασία, καθώς επίσης θα τονίσει το χρώμα της πέτρας. Το κόστος του αρμολογήματος βρίσκεται στα 25€/m<sup>2</sup> και περιλαμβάνει την εργασία και τα υλικά. Αυτή η τιμή θα διατηρηθεί, καθ' υπερβολή, αφού δε θα γίνει ολική αρμολόγηση, ενώ θα χρειαστεί βάψιμο εκ των υστέρων.
- ⊙ Μόνωση στις ξύλινες πόρτες: Αυτή η επέμβαση θα γίνει στις πόρτες, με την προσθήκη θερμομονωτικών λάστιχων στις χαραμάδες. Σημαντικό ρόλο παίζει και η διατήρηση του υλικού της πόρτας, που θα επιτευχθεί με το βάψιμο τους με ειδικό βερνίκι συντήρησης. Προτεραιότητα έχουν οι εξωτερικές πόρτες. Το κόστος θεωρείται μικρό, με τιμή λάστιχων 1€/m και τιμή βερνικιού 15€/lt. Υπολογίζεται λοιπόν ότι για 13 πόρτες, το κόστος θα είναι περίπου στα **146€**.

**Β' φάση > εξοικονόμηση:****1° Σενάριο:**

- ⊙ Κουφώματα: Αντικατάσταση όλων των παραθύρων με καινούρια, υψηλής μονωτικής ικανότητας πλαίσιο με ενεργειακό τζάμι για να μπορέσει να υπάρξει το βέλτιστο ενεργειακό αποτέλεσμα. Στο κούφωμα ενδιαφέρουν κυρίως οι τιμές θερμοπερατότητας U του πλαισίου και του υαλοπίνακα. Η θερμική αγωγιμότητα ολόκληρου του κουφώματος υπολογίσετε από την σχέση:

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + L_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου:

$U_w$ : Η θερμική αγωγιμότητα του κουφώματος. Μονάδες (W/m<sup>2</sup>K)

$U_f$ : Η θερμική αγωγιμότητα του πλαισίου του κουφώματος. Μονάδες (W/m<sup>2</sup>K)

$A_f$ : Το συνολικό εμβαδόν του πλαισίου του κουφώματος. Μονάδες (m<sup>2</sup>)

$U_g$ : Η θερμική αγωγιμότητα του υαλοπίνακα. Μονάδες (W/m<sup>2</sup>K)

$A_g$ : Το συνολικό εμβαδόν του υαλοπίνακα. Μονάδες (m<sup>2</sup>)

$L_g$ : Το συνολικό περιμετρικό μήκος του υαλοπίνακα. Μονάδες (m)

$\Psi_g$ : Η γραμμική θερμική αγωγιμότητα του υαλοπίνακα. Μονάδες (W/mK)

$A_w$ : Το συνολικό εμβαδόν του κουφώματος. Μονάδες (m<sup>2</sup>)

Τα κουφώματα με καλή θερμομονωτική επίδοση σφραγίζουν τη θερμότητα στο εσωτερικό του χώρου, συμμετέχοντας έτσι στη μείωση των συνολικών κοστών θέρμανσης. Επίσης, λύνουν σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της συμπύκνωσης των υδρατμών και παρέχουν και ηχομόνωση. Οι επιλογές στο πλαίσιο του κουφώματος που συνάδουν με το ύψος του κτιρίου είναι το ξύλινο και το συνθετικό (PVC) με απόχρωση ξύλου. Σε ένα ξύλινο πλαίσιο η θερμοπερατότητα κυμαίνεται από 1.5 έως 1.8 (W/m<sup>2</sup>K), ενώ σε ένα PVC πλαίσιο κυμαίνεται από 1.3 έως 1.7 (W/m<sup>2</sup>K).

Η υάλωση αποτελεί περίπου το 93% του ανοίγματος και συνεπώς έχει κυρίαρχο ρόλο στη μείωση των θερμικών απωλειών. Η διαφορά που προκύπτει στην εξοικονόμηση ενέργειας από έναν κοινό διπλό υαλοπίνακα (με  $U_g$  από 2.5 έως 3.4 (W/m<sup>2</sup>K)) με έναν διπλό ενεργειακό (με  $U_g$  από 1 έως 2 (W/m<sup>2</sup>K)) ξεπερνάει το 200%. Επιπλέον το ενεργειακό τζάμι είναι φιλικό προς το περιβάλλον, αφού για την παραγωγή 1m<sup>2</sup> ενεργειακού υαλοπίνακα εκπέμπονται 25kg διοξειδίου του άνθρακα, ενώ από τη χρήση του εξοικονομούνται 91kg ετησίως. [Σ. Βαρνακιώτης Α.Ε., 2014]

Τα χαρακτηριστικά ενός υαλοπίνακα για να είναι ενεργειακός είναι η χαμηλή θερμοπερατότητα (U), ο χαμηλός ηλιακός συντελεστής (SF) και η υψηλή οπτική διαπερατότητα (LT). Για τις χαμηλές θερμοκρασίες του Μετσόβου όμως, προτιμάται υψηλότερο SF, ώστε να αξιοποιείται ο άμεσος φωτισμός, με την εισαγωγή της ηλιακής ενέργειας-θερμότητας (άμεσα θερμικά κέρδη) στο εσωτερικό του χώρου. Παρόλα αυτά, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στο Μέτσοβο οι ημερήσιες κατακρημνίσεις είναι συχνότερες από τις ημέρες με ηλιοφάνεια, οπότε βασική μέριμνα είναι η θωράκιση του κτιρίου προς αποφυγή θερμότητας.

Επιπλέον, ως γενική αρχή παίρνεται ό,τι όσο αυξάνεται το πάχος του υαλοπίνακα, τόσο μειώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, καθώς και το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που τον διαπερνά και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο ή διαφεύγει από αυτόν. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται και με την αύξηση του διακένου (έως 16 mm) σε ένα διπλό υαλοπίνακα.

Προτεινόμενες λύσεις που ταιριάζουν στις ανάγκες του κτιρίου, για χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά υψηλή ηλιακή διαπερατότητα είναι το διπλό ενεργειακό τζάμι μαλακής επίστρωσης τύπου 6-12-6 mm, με  $U_g=1.1$  (W/m<sup>2</sup>K), SF=54% και LT=79%, αλλά και το διπλό απλό τζάμι τύπου 4-12-4 mm με  $U_g=2.9$  (W/m<sup>2</sup>K) και τον SF ≥56 %.

Όσον αφορά στο κόστος ενός κουφώματος πραγματοποιήθηκε έρευνα αγοράς. Υπολογίστηκαν οι τιμές για τη σύνθεση ενός δίφυλλου κουφώματος, διαστάσεων 1.70m\*1.10m με ενεργειακό τζάμι + καΐτια + ραμποτέ σκιάδια + μεταφορικά με τοποθέτηση + 23% ΦΠΑ. Έτσι για το συνθετικό κούφωμα (PVC) δόθηκε η τιμή των 1.138€ με  $U_w = 1.1$  έως 1.4 (W/m<sup>2</sup>K) . Σε αυτή την τιμή περιλαμβάνεται και η απόχρωση ξύλου. Για το ξύλινο κούφωμα εξαρτάται το είδος του ξύλου. Πάρθηκαν τιμές για δύο είδη ξύλων, ανθεκτικών στις καιρικές συνθήκες του Μετσόβου και βγήκε ένας Μ.Ο.=1.156€ με  $U_w = 1.4$  έως 1.6 (W/m<sup>2</sup>K).

Έπειτα, από τις διαστάσεις 1.70m\*1.10m του κουφώματος υπολογίστηκε το  $E=1,87m^2$  και μετατράπηκαν οι παραπάνω τιμές σε αναλογία του ενός τετραγωνικού μέτρου (m<sup>2</sup>). Έτσι προκύπτουν οι τιμές για την καθαρή αξία ενός PVC κουφώματος 167€/m<sup>2</sup>, ενώ για τη συνολική αξία του 639€/m<sup>2</sup>. Αντίστοιχα, η αξία του ξύλινου κουφώματος είναι καθαρή, 295€/m<sup>2</sup> και μικτή 665€/m<sup>2</sup>. Αυτό έγινε ώστε να διευκολυνθεί η κοστολόγηση για το σύνολο των κουφωμάτων στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. χωρίς να γίνει εκτεταμένη μελέτη κόστους από τις εταιρίες μιας και δεν είναι το κύριο θέμα της εργασίας. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι προσεγγιστική και δε δίνει αποτελέσματα ακριβείας, τα οποία προϋποθέτουν ξεχωριστή κοστολόγηση του κάθε κουφώματος, βάσει των διαστάσεών τους.

Συγκεκριμένα για να βρεθεί το κόστος των νέων παραθύρων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε υπολογίστηκε το εμβαδόν του κάθε κουφώματος, ώστε να προκύψει το συνολικό εμβαδό των κουφωμάτων κάθε κτιρίου. Έτσι έχουμε  $E_{κ1}=53,345m^2$ ,  $E_{κ2}=31,22m^2$ ,  $E_{κ3}=71,725m^2$  και  $E_{κ4}=80,3m^2$ . Το συνολικό εμβαδό των κουφωμάτων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. είναι περίπου ίσο με  $E_{ολ}=236,59m^2$ .

Οπότε για την εφαρμογή PVC κουφωμάτων στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. το κόστος θα φτάσει περίπου τα **151.443€**, ενώ μονάχα η καθαρή αξία του κουφώματος ισούται με 39,579€. Σε αντιστοιχία, για τα ξύλινα κουφώματα το συνολικό κόστος υπολογίζεται στα **157.605€** και η καθαρή αξία κουφώματος στα 69.915€.

Από άποψη κόστους των δύο ειδών κουφώματος, αλλά και των τεχνικών χαρακτηριστικών τους, τα συνθετικά κουφώματα συμφέρουν περισσότερο, αποτελώντας παράλληλα και την καλύτερη λύση στις καιρικές συνθήκες του Μετσόβου. Μοναδικό μελανό σημείο στην τελική επιλογή των συνθετικών έναντι των ξύλινων κουφωμάτων αποτελεί το Π.Δ. της 12/19.9.1975 (ΦΕΚ 214Δ') «Περί καθορισμού ειδικών όρων των περιορισμών δομήσεως του υφισταμένου προ του 1923 Οικισμού Μετσόβου (Ιωάννινα)», το οποίο στο άρθρο 2 αναφέρεται συγκεκριμένα ότι τα υαλοστάσια πρέπει να είναι ξύλινα και να διαχωρίζονται με καΐτια. Η αναφορά προφανώς γίνεται για την όψη του ξύλου, η οποία σήμερα μπορεί να αποδοθεί και στα συνθετικά κουφώματα. Παρόλα αυτά η επιλογή ενός πορώδους

υλικού που «αναπνέει», όπως είναι το ξύλο, δημιουργεί καλύτερη αίσθηση στο χώρο και την εσωτερική ατμόσφαιρα. Όπως και να έχει και οι δύο περιπτώσεις βρίσκονται χαμηλότερα από τα μέγιστα, επιτρεπτά όρια θερμοπερατότητας των κουφωμάτων, όπως αυτά ορίζονται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

⊙ Θερμικές ζώνες: Για την ομαλή λειτουργία της θέρμανσης, την ενεργειακά αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης και τη βελτίωση της θερμικής άνεσης στους χώρους θεωρείται αναγκαίος ο διαχωρισμός του κάθε ορόφου σε θερμικές ζώνες (ζωνοποίηση), ανάλογα με τη διαφορετική τους θερμοκρασία. Βάσει αυτού του διαχωρισμού, προτείνεται η λειτουργία αυτόνομων κυκλωμάτων θέρμανσης, με την προσθήκη ηλεκτροβαννών κεντρικής θέρμανσης και ψηφιακών θερμοστατών, με τους οποίους συνδέονται οι ηλεκτροβάννες. Επιπλέον, να τοποθετηθούν θερμοστατικές βαλβίδες σε κάθε θερμαντικό σώμα, ώστε να εξομαλυνθούν οι έντονες, θερμοκρασιακές διαφορές σε δωμάτια του ίδιου ορόφου και να επιτευχθεί θερμική άνεση, χωρίς σπατάλη ενέργειας, ανεξάρτητα με το αν ανήκουν σε ψυχρή ή θερμή ζώνη.

Συγκεκριμένα, ύστερα από διαχωρισμό του κάθε ορόφου σε θερμικές ζώνες (Παράρτημα, προτείνεται για το Κ1 η προσθήκη 3 αυτόνομων κυκλωμάτων θέρμανσης (ένα σε κάθε όροφο), 3 ψηφιακών θερμοστατών (ένα σε κάθε όροφο) και 20 θερμοστατικών βαλβίδων (ένα σε κάθε δωμάτιο). Αντίστοιχα, για το Κ3 και Κ4 που αντιμετωπίζεται ως ένα κτίριο, προτείνονται 3 ηλεκτροβάννες (2 στο ισόγειο και 1 στον όροφο του Κ3) και 4 θερμοστάτες. Ενώ, για το Κ2 θα προστεθούν 2 ψηφιακοί θερμοστάτες, οι οποίοι θα αντικαταστήσουν τους αναλογικούς. Η ηλεκτροβάννα κεντρικής θέρμανσης κοστολογήθηκε 50€/τεμ., ο ψηφιακός θερμοστάτης 30€/τεμ. και οι θερμοστατικές βαλβίδες 15€/τεμ.. Το συνολικό κόστος υπολογίστηκε στα 870€ και 200€ τα εργατικά.

Επιπλέον, για την αποφυγή θερμικών σπαταλών, θεωρείται αναγκαίος ο διαχωρισμός του ισόγειου επιπέδου του χώρου του εστιατορίου (Κ2) από το χώρο υποδοχής (Κ3) και τις αίθουσες εργαστηρίων (Κ4) (διαφορετικές θερμικές ζώνες), με την προσθήκη 2 πορτών (Παράρτημα ). Με αυτό τον τρόπο θα μικρύνουν οι χώροι ώστε ο κάθε ένας από αυτούς να θερμαίνεται σε λιγότερο χρόνο και ανάλογα με το αν χρησιμοποιείται ή όχι, χωρίς να υπάρχουν προβλήματα θερμικών διαφυγών προς τους χώρους που δε θερμαίνονται την ίδια ώρα. Ο διαχωρισμός τους γίνεται βάσει τη θερμική τους ζώνη, αλλά και τη διαφορετική τους χρήση. Οι πόρτες που απαιτούνται είναι μία μονή (κρύσταλλο) και μία διπλή, ενώ το κόστος τους υπολογίζεται στα **875€**.

⊙ Φωτισμός: Με βάση τις πραγματικές συνθήκες διαβίωσης, η μεγαλύτερη σπατάλη που αφορά στο φωτισμό, συχνά εξαιτίας της κακής διαχείρισης των ενοίκων, εμφανίζεται στους χώρους με την περισσότερη κίνηση από τους φοιτητές, δηλαδή στα υπνοδωμάτια (+wc), στους διαδρόμους και στην κουζίνα, το πλυντήριο και αποθήκη του Κ1, στο κυλικείο του Κ2 και στο διάδρομο προς τις αίθουσες σεμιναρίων του Κ4, καθώς και στον αύλειο χώρο.

Προτείνεται λοιπόν, η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης ή αλογόνου με λαμπτήρες φθορισμού σε όλους τους χώρους που προαναφέρθηκαν, καθώς και η εφαρμογή συστήματος ελέγχου παρουσίας (αισθητήρες κίνησης) ή βιδωτό ντουί με ανιχνευτή κίνησης 360° στους διαδρόμους, την κουζίνα και το κυλικείο. (βλ. 2° Σενάριο)

Μία λάμπα φθορισμού κοστίζει περίπου 5€, ένας αισθητήρας κίνησης 10€ (στην ίδια τιμή βρίσκεται και το βιδωτό ντουί με ανιχνευτή κίνησης 360°), το φωτοκύτταρο είναι στα 6,72€ και τα led spots στα 3,30€. Το κόστος για τους νέους λαμπτήρες και τους αυτοματισμούς κίνησης και φωτός υπολογίστηκε στα **640€**.

⊙ Ενημέρωση-εκπαίδευση: Η ενημέρωση και η αφύπνιση των φοιτητών, αλλά και των κατοίκων της περιοχής σε θέματα ΕΞ.Ε. από ειδικούς συμβούλους, κρίνεται αναγκαία. Γενικά, σε μία σύγχρονη κοινωνία και ειδικά σε ένα χώρο διεπιστημονικής εκπαίδευσης, τα ποιοτικά θέματα, -όπως η σημασία της ανακύκλωσης, ο τρόπος που καταναλώνει ο άνθρωπος και οι επιπτώσεις αυτού του τρόπου στο περιβάλλον, την υγεία και την οικονομία,- πρέπει να γίνουν γνωστά και να αποτελέσουν τρόπο ζωής. Η σημερινή εμπειρία δίνει τα εφόδια ανάπτυξης της αυριανής κοινωνίας. Για αυτό το λόγο οι εμπειρίες του σήμερα πρέπει να χαρακτηρίζονται από γνώση, σοφία και σεβασμό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Η ενημέρωση μπορεί να γίνει από το προσωπικό και τον υπεύθυνο επιτηρητή προς τους εκπαιδευόμενους του μεταπτυχιακού που φιλοξενούνται στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε και ύστερα από τους φοιτητές στο κοινό της περιοχής.

## **2° Σενάριο:**

Στο 2ο Σενάριο της Β' Φάσης περιλαμβάνονται, πέρα από τις επεμβάσεις που προτάθηκαν στην Α' Φάση, κάποιες επιπλέον αλλαγές, οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα των χώρων.

⊙ Έξυπνος μετρητής ενέργειας: Προσθήκη ενός έξυπνου συστήματος καταγραφής των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων και των καταναλώσεων νερού, που συμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. . Με την καταγραφή των η/θ καταναλώσεων θα μπορεί να γίνεται έλεγχος συνεχώς, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε ενεργειακή και χρηματική σπατάλη (βλ. παραπάνω). Επιπλέον, οι καταναλώσεις νερού θα μετριοούνται, ούτως ώστε αν υπάρξει κάποιο πρόβλημα (π.χ. διαρροής) να μπορέσει να γίνει άμεσα αντιληπτό και να διορθωθεί. Επιπλέον, ένα ενσωματωμένο σύστημα αυτοματισμού θα ελέγχει την ποσότητα του νερού που καταναλώνεται στους χώρους wc.

Η τιμή ενός μετρητή βρίσκεται στα 50€ - 100€. Για τη μελέτη, θα πάρουμε τη δεύτερη τιμή. Στα 100€ θα υπολογίζεται και το σύστημα αυτοματισμού για τον έλεγχο νερού.

⊙ **Φωτισμός:** Στο 2<sup>ο</sup> Σενάριο το ζήτημα του φωτισμού περιλαμβάνει την αντικατάσταση των κεντρικών λαμπτήρων με οικονομικούς λαμπτήρες φθορισμού για ΕΞ.Ε., στα δωμάτια του Κ1 (κεντρικός λαμπτήρας και λαμπτήρας wc). Επίσης, εφαρμογή συστήματος ελέγχου παρουσίας (αισθητήρες κίνησης) ή βιδωτό ντουί με ανιχνευτή κίνησης 360° στους διαδρόμους και στο κλιμακοστάσιο του Κ1, στους χώρους αποθήκης, πλυσίματος- σιδερωτηρίου και κουζίνας του Κ1 (στάθμη +3,45), στο κυλικείο του Κ2, στο υπόγειο του Κ1, σε όλο το πρώτο Υπόγειο των Κ2, Κ3 και Κ4 και στο δεύτερο υπόγειο του Κ3, καθώς και στα wc των Κ2, Κ3 και Κ4,. Τέλος, στην είσοδο του χώρου και στα εξωτερικά κλιμακοστάσια να προστεθούν λαμπτήρες (σποτάκια στα σκαλιά), οι οποίοι να λειτουργούν με σύστημα σύζευξης με το φυσικό φωτισμό (φωτοκύτταρο ή χρονοδιακόπτης), ενώ στον αύλειο χώρο, ειδικά στα σημεία εισόδου των κτιρίων, να λειτουργεί φωτισμός με αισθητήρες κίνησης.

### 5.2.6 Ενεργειακοί Υπολογισμοί και Κόστη Κατανάλωσης

Η εξοικονόμηση οφείλεται στη γενική βελτίωση του κελύφους και στην αλλαγή των υφιστάμενων, παλαιότερων κουφωμάτων (παράθυρα), από άλλα, καλύτερα και πιο σύγχρονα τεχνολογικά. Με την εφαρμογή κουφωμάτων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας πετυχαίνεται η μείωση της θερμοπερατότητας του κελύφους και η μείωση του αθέλητου αερισμού. Επίσης, υπάρχουν και κάποια επιπλέον πλεονεκτήματα, στα οποία δεν μπορεί να γίνει μέτρηση, αλλά παραμένουν στα ποιοτικά οφέλη. Αυτά αφορούν στη μείωση της υγρασίας και στη βελτίωση της «υγείας» του κτιρίου, με ωφελιμιστικές παραμέτρους στην υγεία των ενοίκων και του περιβάλλοντος, αφού πετυχαίνεται θερμική άνεση χωρίς την αύξηση των ενεργειακών καταναλώσεων, της αύξησης των αέριων ρύπων και κατ' επέκταση την επιβάρυνση του μικροκλίματος έως και του μακροκλίματος.

Η περιοχή μελέτης, κατά τον Κ.ΕΝ.Α.Κ., ανήκει στη Ζώνη Δ, όπου η μέγιστη θερμοπερατότητα παραθύρου είναι  $U_w=2.6$  (W/m<sup>2</sup>\*K). Τα παλιά, υφιστάμενα κουφώματα των κτιριακών εγκαταστάσεων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. έχουν  $U_w \geq 3.2$  (W/m<sup>2</sup>\*K), ενώ τα προτεινόμενα κουφώματα έχουν  $U_w=1.1$  έως 1.6 (W/m<sup>2</sup>\*K). Για τις μετρήσεις θα ληφθεί υπόψη η μεγαλύτερη τιμή, δηλαδή  $U_w=1.6$  (W/m<sup>2</sup>\*K).

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης χρησιμοποιείται αρχικά ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας:

$$\Sigma(U \cdot A)$$

όπου:

- ⊙ U: θερμοπερατότητα κουφώματος (W/m<sup>2</sup>\*K)
- ⊙ A: Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.6, με τη μείωση της θερμοπερατότητας (με το νέο κούφωμα) μειώνεται η μεταφορά θερμότητας, στο μισό.

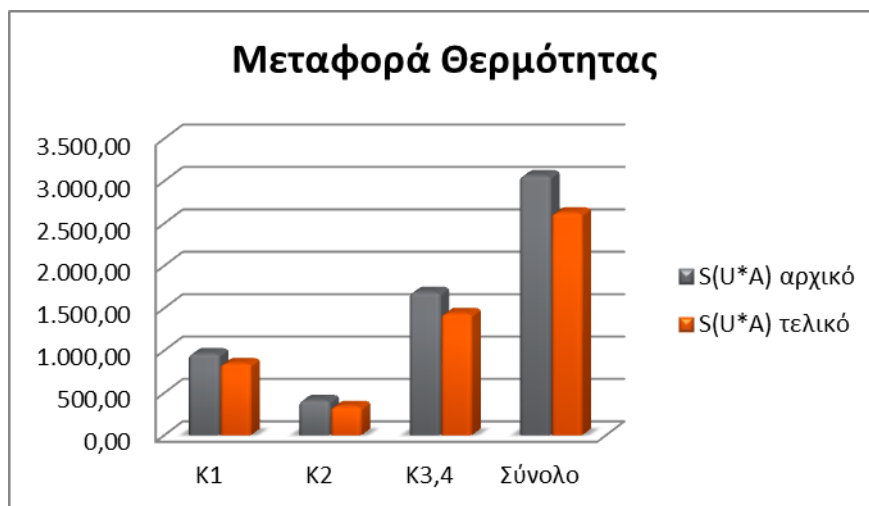
Επίσης, για τη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, υπολογίζονται τα κουφώματα της θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους. Στο Πίνακα 5.7 φαίνεται ότι με την αλλαγή των κουφωμάτων υπάρχει μείωση στις θερμικές διαφυγές, ενώ η διαφορά επιβεβαιώνεται και στο Γράφημα 5.7.



Γράφημα 5.6: Σύγκριση τιμών, μεταφοράς θερμότητας για το σύνολο των κουφωμάτων του κτιρίου του Ξενώνα (Κ1), του Εστιατόριου – Κυλικείου (Κ2) και των κτιρίων Υποδοχής – Διοίκησης και Σεμιναρίων που λαμβάνονται ως ένα (Κ3).

Πίνακας 5.7: Μεταφορά θερμότητας για τα κουφώματα της θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους αντίστοιχα. Οι υπολογισμοί έγιναν για την περίπτωση των υπαρχόντων κουφωμάτων [Σ(U\*A) αρχικό] και για την περίπτωση της αντικατάστασής τους με τα προτεινόμενα κουφώματα [Σ(U\*A) τελικό].

Μεταφορά Θερμότητας								
Κτίριο	Σ(U*A) αρχικό				Σ(U*A) τελικό			
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΦΥΣΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ	Μ.Θ.Χ.	Σύνολο	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΦΥΣΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ	Μ.Θ.Χ.	Σύνολο
Ξενώνας	632,49	24,29	306,63	963,40	515,32	24,29	306,63	846,23
Εστιατόριο - Κυλικείο	335,15	19,38	58,34	412,86	263,73	19,38	58,34	341,45
Υποδοχή - Διοίκηση, Σεμινάρια	1.088,26	33,92	565,27	1.687,45	837,38	33,92	565,27	1.436,57
Σύνολο	2.055,90	77,58	930,24	<b>3.063,72</b>	1.616,43	77,58	930,24	<b>2.624,26</b>



Γράφημα 5.7: Γραφική απεικόνιση των θερμικών απωλειών για κουφώματα πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή τους, που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους αντίστοιχα.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής, θερμικής κατανάλωσης απαιτείται η ενεργειακή, θερμική ζήτηση, η οποία θα διαιρεθεί με το συνολικό βαθμό απόδοσης συστήματος θέρμανσης, ίσο με 0,8. Για να βρεθεί η συνολική ενεργειακή ζήτηση θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές του τύπου  $\Sigma(U \cdot A)$ , οι διαφυγές του αέρα που προκύπτουν από τον τύπο  $\Sigma(\rho \cdot C_p \cdot q)$ , καθώς και οι βαθμοημέρες. Ο υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης γίνεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$Q = [\Sigma(U \cdot A) + \Sigma(\rho \cdot C_p \cdot q)] \cdot HDD \cdot 24 / 1000$$

όπου:

U= θερμοπερατότητα ( $W/m^2 \cdot K$ )

A= επιφάνεια ( $m^2$ )

$\rho$ = πυκνότητα αέρα ( $kg/m^3$ )

$C_p$ = ειδική θερμότητα αέρα ( $J/Kg \cdot ^\circ C$ )

Q= συνολική παροχή αέρα λόγω διείσδυσης του από χαραμάδες παραθύρων και άλλες πηγές αερισμού ( $m^3/sec$ )

Με βάση την TOTEE 20701-1/2010, ο συντελεστής αεροπερατότητας  $\alpha$  (διείσδυσης αέρα) [ $m^3/(h \cdot m)$ ], για συνθετικό παράθυρο με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση είναι ίσο με την τιμή 1.2. Η διείσδυση του αέρα διαμέσου του αντίστοιχου, συνθετικού πλαισίου παίρνεται ίση με 6,2 ( $m^3/h$ ) (οι αντίστοιχες τιμές για το ξύλινο κούφωμα είναι 2,0 και 10,0).

Από τον υπολογισμό του άνωθεν τύπου, γίνεται δυνατή η εύρεση της ενεργειακής κατανάλωσης και του αντίστοιχου κόστους κατανάλωσης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.8 και στο Γράφημα 5.8 και 5.9. Όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς, η αλλαγή των παραθύρων συνεπάγεται ενεργειακή εξοικονόμηση της τάξης του **34%**, ενώ το **κέρδος** υπολογίζονται σε **13.672€**. Αντίστοιχα συνυπολογίζοντας και την εφαρμογή των αυτοματισμών, η ΕΞ.Ε. φτάνει στο **44%**.

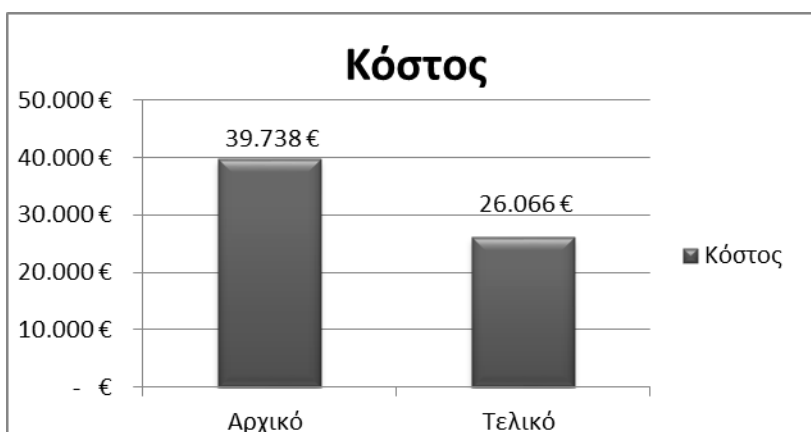


Πίνακας 5.8: Η ενεργειακή κατανάλωση και το αντίστοιχο κόστος πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων, για το σύνολο των κτιρίων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε.

	$\Sigma (U \cdot A)$	$\Sigma (p \cdot C_p \cdot Q)$	HDD	Ενεργειακή Κατανάλωση ( $W/m^2 \cdot K$ )	Κόστος (€)
Αρχικό	2056	1715,29	2718	307.511	39.738
Τελικό	1616	857,777	2718	201.712	26.066



Γράφημα 5.8: Η ενεργειακή κατανάλωση πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων. Η μείωση που προκύπτει από την επέμβαση ισοδυναμεί με ΕΞ.Ε. 34%.



Γράφημα 5.9: Τα κόστη κατανάλωσης πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων. Το κέρδος που προκύπτει από την επέμβαση ισοδυναμεί με 13.672€.

### 5.2.7 Ανάλυση Κόστους - Οφέλους: Εκτίμηση Επεμβάσεων ΕΞ.Ε.

Για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας της επέμβασης πρέπει να πραγματοποιηθεί μία οικονομική ανάλυση, κόστους – οφέλους, όπου υπολογίζονται οι ταμειακές ροές της επένδυσης για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Το διάστημα που εξετάζεται εδώ, είναι τα **20 έτη**. Η κάθε ταμειακή ροή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια, και ορίζεται από τη διαφορά της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής [Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008].

Επομένως, απαιτείται η κατάστρωση του πίνακα ταμειακών ρών με τα ακόλουθα μεγέθη:

- το συνολικό κεφάλαιο επένδυσης
- τα ετήσια έσοδα, που αντιστοιχούν στα κέρδη εξοικονόμησης
- τις ετήσιες προεξοφλημένες χρηματοροές

Επίσης, υπολογίζεται η καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR), ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης ( $\epsilon$ ) ισούται με **5%**. Για να θεωρηθεί βιώσιμη η επένδυση πρέπει να ισχύσει συγχρόνως:

$$\text{ΚΠΑ} > 0 \text{ και } \text{IRR} > \epsilon$$

Να σημειωθεί ακόμα ότι η πηγή χρηματοδότησης είναι η επιδότηση μέσω ευρωπαϊκών (κρατικών) προγραμμάτων.

Στην συγκεκριμένη μελέτη θα γίνει μία εκτίμηση του μεγέθους της ενεργειακής και χρηματικής εξοικονόμησης της επένδυσης για τις υπολογίσιμες επεμβάσεις. Το συνολικό κόστος αντικατάστασης των κουφωμάτων (κεφάλαιο επένδυσης) έχει υπολογιστεί ήδη στο κεφάλαιο 5.2.5. Ακολούθως, καταγράφονται τα πορίσματα τριών επενδυτικών περιπτώσεων:

#### 1<sup>η</sup> Περίπτωση

Στην 1<sup>η</sup> περίπτωση η επέμβαση αφορά στα συνθετικά κουφώματα, με καΐτια, σκιάδια και τα εργατικά έξοδα. Τα έξοδα αγοράς εδώ, υπολογίζονται στα **150.000€**. Τα κέρδη εξοικονόμησης θεωρούνται ίσα με **13.500€**, σε ετήσια βάση. Το επιτόκιο προεξόφλησης και τα έτη δίνονται παραπάνω και είναι ίδια σε όλες τις περιπτώσεις.

Από τον υπολογισμό προκύπτει η **ΚΠΑ=18.239,84** και ο **IRR=6%**, ενώ η αποπληρωμή της συγκεκριμένης επένδυσης θα πραγματοποιηθεί στα **17 χρόνια**. Η επένδυση θεωρείται **οριακά βιώσιμη**.

Εξαιτίας των αποτελεσμάτων για τα συνθετικά κουφώματα, κρίνεται πως θα είναι περιττό να εξεταστεί η αντίστοιχη περίπτωση για τα ακριβότερα, ξύλινα κουφώματα.

### 2<sup>η</sup> Περίπτωση

Στη 2<sup>η</sup> εφαρμογή το κεφάλαιο αντιστοιχεί σε **50.000€** και η εξοικονόμηση πάλι σε **13.500€**. Σε αυτήν την περίπτωση εξετάζονται τα συνθετικά κουφώματα (+εργατικά), χωρίς την προσθήκη των καϊτιών και σκιαδιών, τα οποία αποτελούν στοιχεία ενός παραδοσιακού, μετσοβίτικου κουφώματος.

Η 2<sup>η</sup> περίπτωση θεωρείται **βιώσιμη**, αφού ο υπολογισμός έδειξε την **ΚΠΑ=128.239,8** και τον **IRR=27%**, ενώ η αποπληρωμή γίνεται στα **5 έτη**.

### 3<sup>η</sup> Περίπτωση

Η 3<sup>η</sup> περίπτωση επένδυσης περιλαμβάνει τα συνθετικά κουφώματα, όπως αυτά δίνονται στην 1<sup>η</sup> περίπτωση, και τα συστήματα αυτοματισμών. Εδώ η επένδυση κοστολογείται στα **151.100€**, ενώ τα κέρδη εξοικονόμησης στα **17.400€**. Η αποπληρωμή συμβαίνει στα **12 χρόνια**. Προκύπτει η **ΚΠΑ=65.742,46** και ο **IRR=10%**, το οποίο συνεπάγεται ότι η επένδυση είναι **βιώσιμη**.

Αν συνυπολογιστούν μαζί με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά της επένδυσης και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη διατήρηση της παραδοσιακότητας του οικισμού, τότε συμπεραίνεται ότι η βέλτιστη περίπτωση ΕΞ.Ε. για το συγκρότημα του ΜΕ.Κ.Δ.Ε, το οποίο ανήκει στον ορεινό, παραδοσιακό οικισμό του Μετσόβου, είναι η 3<sup>η</sup> περίπτωση.



## 6. Σύνοψη - Συμπεράσματα

Μέσα στο πλαίσιο των πολιτικών και οικονομικών διαταραχών, που συμβαίνουν σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, προέκυψε η ανάγκη να τεθούν ζητήματα οικονομικής λογικής. Παράλληλα, για την κλιματική αλλαγή -ως ενδεχόμενο αποτέλεσμα των ανθρώπινων ενεργειών- και τη διαχείριση των φυσικών πόρων αναζητήθηκαν λύσεις που να θέτουν σε έλεγχο την επιβάρυνση που ασκείται στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Μία από τις απαντήσεις για αυτά τα προβλήματα δόθηκε με τη θεσμοθέτηση αποφάσεων για την **εξοικονόμηση ενέργειας** (ΕΞ.Ε.) σε όλους τους τομείς ενεργειακής κατανάλωσης.

Ο **κτιριακός τομέας**, αποτέλεσε πρωταρχικό μέλημα της Ευρώπης, αφού με ποσοστό 41% κατέχει την πρωτιά στην ενεργειακή κατανάλωση τελικής χρήσης. Οι καταναλώσεις διαμορφώνονται από τις **ανάγκες** της εκάστοτε κτιριακής μονάδας για θέρμανση και ηλεκτρισμό και επηρεάζονται από το κλίμα της κάθε περιοχής. Για αυτό το λόγο η ζήτηση για τη θέρμανση των κτιρίων στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας είναι ιδιαίτερα αυξημένη, αφού οι **κλιματικές συνθήκες** σε αυτές είναι ιδιαίτερα ψυχρές σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα. Επιπλέον, η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας για τα κτίρια των ορεινών περιοχών ισοδυναμεί καταρχήν με **εξοικονόμηση κεφαλαίου**, επιφέροντας οικονομικό όφελος στους κατοίκους.

Τις **ορεινές περιοχές** συχνά χαρακτηρίζει μία συγκεκριμένη **πολιτιστική φυσιογνωμία**. Μεμονωμένα κτίρια ή κτιριακές μονάδες των ορεινών περιοχών, με πολιτιστικό ενδιαφέρον, εξαιτίας του ιστορικού ή παραδοσιακού αρχιτεκτονικού χαρακτήρα τους, αποτελούν ένα ευαίσθητο σημείο στον τομέα της ΕΞ.Ε. που απαιτεί ειδική μέριμνα. Ο πολιτισμός, μέρος αυτού και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική κληρονομιά, είναι το «παράθυρο» του κάθε τόπου και χώρας προς τον υπόλοιπο πλανήτη. Η **εφαρμογή βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και σύγχρονων μέσων** καθιστούν δυνατή την ΕΞ.Ε. στα κτίρια. Οι βέλτιστοι συνδυασμοί σύγχρονων προσαρμογών ΕΞ.Ε. στα αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος κτίρια επιφέρουν αξιοβίωτο αποτέλεσμα, το οποίο ισοδυναμεί με οικονομικό κέρδος, ποιότητα στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον του κτίσματος, αρμονία και πληρότητα στο χώρο για τον κάθε ένοικο στοχεύοντας στο «ευ ζην» και όχι απλά στο «ζην».

Με ευρύτερο σκοπό την **ολοκληρωμένη ανάπτυξη** των ορεινών περιοχών εφαρμόζεται η ΕΞ.Ε., με την οποία αντιμετωπίζεται το ψυχρό κλίμα και οι χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, οι σύγχρονες τεχνικές συνάδουν με την παραδοσιακή ορεινή ολιγάρκεια και με τη δωρική μορφολογική προσέγγιση στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Ηπείρου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει, σε πρωταρχικό επίπεδο, στον **περιορισμό της ενεργειακής σπατάλης** και στην αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιριακών εγκαταστάσεων των ορεινών περιοχών με παραδοσιακό ή ιστορικό χαρακτήρα μέσω της εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης

ενέργειας και χωρίς την αλλοίωση της παραδοσιακής τους φυσιογνωμίας. Η περίπτωση που μελετάται είναι το Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε.), το οποίο βρίσκεται στο Μέτσοβο, Ιωαννίνων.

Ο ορεινός οικισμός του Μετσόβου χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες. Οι **βαθμομέρες θέρμανσης**, ίσες με  $2605^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ , είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των Ιωαννίνων, ενώ είναι αντίστοιχης κλίμακας με αυτές της Καστοριάς που τοποθετείται στη Ζώνη Δ' (Κ.Ε.Ν.Α.Κ., άρθρο 6) και η οποία αντιστοιχεί στην ψυχρότερη ζώνη της ελληνικής επικράτειας. Αυτό οδηγεί σε ιδιαίτερα αυξημένες θερμικές ανάγκες, οι οποίες χρειάζεται να καλύπτονται επαρκώς, αφού πρέπει, παράλληλα, να ληφθεί υπόψη ότι βασικός παράγοντας αξιοπρεπούς διβίωσης είναι η **θερμική άνεση**. Για την ελαχιστοποίηση του οικονομικού και περιβαλλοντικού κόστους της θέρμανσης σε μια τόσο ψυχρή περιοχή, η **ενεργειακή θωράκιση** των κτιρίων πρέπει να αποτελεί πρώτη προτεραιότητα.

Η εργασία αναπτύσσεται σε Α' και Β' Μέρος και εξελίσσεται από το γενικό στο ειδικό ως εξής: Καταγραφή δεδομένων ευρύτερου χώρου -> καταγραφή δεδομένων ειδικού χώρου -> ειδικά προβληματικά σημεία -> τρόποι επίλυσης (επιλογές) -> βέλτιστη λύση. Το **Α' Μέρος** εμβαθύνει στον **κτιριακό τομέα**. Συγκεκριμένα περιγράφονται οι ενεργειακές καταναλώσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας με σκοπό την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, το σχετικό νομικό πλαίσιο, η ειδική περίπτωση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής σε ψυχρά κλίματα όπως αυτά των ορεινών περιοχών, καθώς και ο συσχετισμός της παραδοσιακής με τη σύγχρονη βιοκλιματική αρχιτεκτονική ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας και πως η δεύτερη μπορεί να εφαρμοστεί στην πρώτη, χωρίς να την αλλοιώσει. Στο **Β' Μέρος** μελετάται ο ορεινός οικισμός του Μετσόβου, καθώς και η βέλτιστη (συγχρόνως κοινωνική, πολιτιστική, περιβαλλοντική, πολιτική και οικονομική) περίπτωση εξοικονόμησης ενέργειας στο σύγχρονο, παραδοσιακού μετσοβίτικου στυλ, κτιριακό συγκρότημα του ΜΕ.Κ.Δ.Ε..

Σχετικά με τα προβλήματα του Μετσόβου, αναφέρονται η **ενεργειακή φτώχεια**, ως αποτέλεσμα της μείωσης των πρωτογενών καυσίμων, της αυξημένης ζήτησής τους και της οικονομικής κρίσης. Επίσης, κύριο ρόλο έχουν οι **ενεργειακές σπατάλες**, κυρίως εξαιτίας των θερμικών απωλειών από τα κτίρια, αλλά και το **νομικό πλαίσιο**, το οποίο άλλοτε έρχεται σε σύγχυση με την υπάρχουσα κοινωνικοοικονομική κατάσταση του τόπου και άλλες φορές με την πολιτιστική του φυσιογνωμία.

Η χρήση ΑΠΕ, ως μέσο ΕΞ.Ε. θα αποτελούσε μία συμφέρουσα, σε όλα τα επίπεδα, λύση για την αντιμετώπιση των ενεργειακών προβλημάτων. Αν συνυπολογιστούν τα υψηλά θερμικά φορτία των ορεινών περιοχών και οι ιδιαίτερα υψηλές θερμικές καταναλώσεις ανά κάτοικο που ισοδυναμούν με 3.511 kWh, ενισχύεται η παραπάνω άποψη. Το προβληματικό σημείο όμως για αυτή την εφαρμογή, ως πρωταρχική επέμβαση ΕΞ.Ε., είναι το γερασμένο κτιριακό απόθεμα και κυρίως η έλλειψη θερμομόνωσης στην πλειονότητα των κατοικιών. Ως εκ τούτου, λογική κρίνεται η επέμβαση πρώτα στο κτιριακό κέλυφος ώστε να εξαιρεθούν οι θερμικές απώλειες, οι οποίες θα αποδώσουν οικονομικό κέρδος και εκ των υστέρων, αν κριθεί αναγκαίο, να εφαρμοστούν οι ΑΠΕ.

Όσον αφορά στις ενεργειακές καταναλώσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. διατυπώνονται τα εξής:

- Το ΜΕ.Κ.Δ.Ε. παρουσιάζει **ενεργειακή κατάταξη** κατηγορίας «Γ» βάσει των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εκτέλεση του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK. Η ενεργειακή συμπεριφορά του συγκροτήματος μπορεί να θεωρηθεί σχετικά ικανοποιητική. Σύμφωνα όμως με τη νομοθεσία για να θεωρηθεί ενεργειακά αποδοτικό ένα κτίριο πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον στην κατηγορία «Β».

- Το κτιριακό συγκρότημα κατασκευάστηκε με το **συνδυασμό υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας**, όπως η πέτρα (τοπικό υλικό) και το οπλισμένο σκυρόδεμα, δημιουργώντας ένα κράμα παραδοσιακής οικοδομικής τεχνικής και σύγχρονου τρόπου δόμησης, ενώ μεγάλη σημασία δόθηκε στη θερμομόνωση. Το αποτέλεσμα αυτής της ένωσης ήταν μία καλή προσπάθεια ενεργειακής θωράκισης του κτιρίου στις χαμηλές θερμοκρασίες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα των ορεινών περιοχών. Παρόλα αυτά, σε βάθος χρόνου αναδείχτηκαν κάποια **προβλήματα** κυρίως πρόχειρης αρμολόγησης στο κέλυφος και αστοχιών στα κουφώματα που θεωρούνται υπαίτια για τη μείωση της θερμομονωτικής ικανότητας των υλικών, τη δημιουργία υγρασίας και την απώλεια θερμότητας. Αυτά συνετέλεσαν στη δημιουργία ανομοιομορφων θερμοκρασιακών συνθηκών και αρνητικών επιπτώσεων στην ευχάριστη διαβίωση των ενοίκων, ενώ ως μεγαλύτερο πρόβλημα κρίνεται η σπατάλη ενέργειας και χρημάτων. Η ετήσια οικονομική δαπάνη **αγγίζει τα 40.000€** για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών.

- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η επένδυση στην **ενεργειακή απόδοση** του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. αποτελεί μείζον ζήτημα για τη βελτίωση των οικονομικών μεγεθών που σχετίζονται με λειτουργία του κτιρίου. Πρόσθετα πλεονεκτήματα είναι η βελτιωμένη, **θερμική άνεση** εντός της κτιριακής μονάδας, καθώς και η συμβολή στη στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, μέσω μιας τοπικής δράσης μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα λόγω εξοικονόμησης χρήσης ορυκτών καυσίμων.

Στη συνέχεια αναφέρεται η στρατηγική εξοικονόμησης ενέργειας και τα ενεργειακά και οικονομικά κόστη της κάθε επέμβασης:

- Η επέμβαση πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Στην **Α' φάση** γίνεται **αποκατάσταση** του κελύφους κυρίως για να αντιμετωπιστεί η υγρασία καθώς και η εισροή ψυχρών αέριων μαζών και όμβριων υδάτων από το εξωτερικό περιβάλλον. Η πραγματοποίηση αυτής της φάσης είναι καθοριστικής σημασίας για τη στεγάνωση του κτιρίου. Οι ενέργειες που γίνονται είναι η τοποθέτηση υδρορροών στις σκεπές, η τοποθέτηση καναλιών αποστράγγισης, η συμπλήρωση τσιμέντου στους αρμούς των όψεων της λιθοδομής και η μόνωση και συντήρηση των ξύλινων θυρών. Το κόστος εδώ δεν υπερβαίνει τα 10.000€.

Η **Β' φάση** αφορά στην **εξοικονόμηση ενέργειας** του κτιριακού συγκροτήματος και χωρίζεται σε δύο σενάρια. Στο **1<sup>ο</sup> σενάριο** γίνεται **αντικατάσταση κουφωμάτων** (υαλοστάσια). Στα νέα κουφώματα εφαρμόζεται διπλό ενεργειακό τζάμι μαλακής επίστρωσης τύπου 6-12-6 mm ή διπλό απλό τζάμι τύπου 4-12-4 mm. Και οι δύο περιπτώσεις έχουν χαμηλή θερμοπερατότητα (U), υψηλή οπτική διαπερατότητα (LT) και σχετικά χαμηλό ηλιακό συντελεστή (SF). Οι επιλογές για το υλικό του κουφώματος είναι το **PVC**

(συνθετικό) και το **ξύλο**. Η έρευνα αγοράς έγινε για τη μικτή αξία ενός δίφυλλου κουφώματος, διαστάσεων 1.70m\*1.10m με ενεργειακό τζάμι, με καΐτια και ραμποτέ σκιάδια, ενώ στο κόστος συμπεριλήφθηκαν τα μεταφορικά με την τοποθέτηση και ο 23% ΦΠΑ. Για το **συνθετικό (PVC) κούφωμα** με  $U_w = 1.1$  έως 1.4 ( $W/m^2K$ ) το κόστος είναι **1.138€**, ενώ το **ξύλινο κούφωμα** με  $U_w = 1.4$  έως 1.6 ( $W/m^2K$ ) κοστολογήθηκε στα **1.156€**. Παρόλα αυτά οι συγκεκριμένες διαστάσεις δεν αντιπροσωπεύουν όλα τα ανοίγματα των κτιρίων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε..

Για να διευκολυνθεί η κοστολόγηση για το σύνολο των κουφωμάτων στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. πραγματοποιήθηκε **προσεγγιστική μέθοδος** χωρίς να γίνει εκτεταμένη μελέτη κόστους από τις εταιρίες, καθώς αυτό δεν αφορά άμεσα τη συγκεκριμένη εργασία. Υπολογίστηκε λοιπόν η μικτή αξία για συνθετικό και ξύλινο κούφωμα αντίστοιχα, ενός τετραγωνικού μέτρου. Έπειτα μετρήθηκε το συνολικό εμβαδό των κουφωμάτων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. που είναι ίσο με  $E_{ολ} = 236,59m^2$  και η χρηματική αξία για τις δύο περιπτώσεις κουφωμάτων. Η **αξία** υπολογίστηκε ως μικτή (όπως δίνεται παραπάνω) αλλά και ως καθαρή, στην οποία υπολογίζεται μονάχα το κούφωμα με το τζάμι. Συγκεκριμένα, για τα PVC κούφωματα η καθαρή αξία είναι **39.579€** ( $167€/m^2$ ) και η μικτή **151.443€** ( $639€/m^2$ ). Αντίστοιχα για την περίπτωση του ξύλινου κούφωματος η καθαρή αξία είναι **69.915€** ( $295€/m^2$ ) και η μικτή **157.605€** ( $665€/m^2$ ).

Όπως φαίνεται το PVC κούφωμα **υπερτερεί** από άποψη κόστους, αντοχής στις καιρικές συνθήκες του Μετσόβου και τεχνικών χαρακτηριστικών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η τεράστια διαφορά της μικτής από την καθαρή αξία, και στις δύο περιπτώσεις κούφωματος, με τα καΐτια και τα ραμποτέ σκιάδια να δημιουργούν αυτή την διαφορά.

- Η δεύτερη επέμβαση του 1<sup>ου</sup> σεναρίου είναι ο διαχωρισμός κάθε ορόφου σε **θερμικές ζώνες**, ανάλογα με τη διαφορετική τους θερμοκρασία και χρήση. Με βάση τον διαχωρισμό τοποθετούνται ηλεκτροβάννες κεντρικής θέρμανσης, ψηφιακοί θερμοστάτες και θερμοστατικές βαλβίδες σε κάθε θερμαντικό σώμα. Με αυτό τον τρόπο εξομαλύνονται οι θερμοκρασιακές διαφορές, ελαχιστοποιείται οι σπατάλη ενέργειας και επιτυγχάνεται θερμική άνεση. Επιπλέον, για τη μείωση της θερμικής σπατάλης συμπεριλαμβάνεται η προσθήκη θυρών σε ορισμένα σημεία. Το συνολικό κόστος της επέμβασης βρίσκεται περίπου στα **2.000€**.

- Σχετικά με την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται, για ορισμένους χώρους, **αλλαγή των λαμπτήρων** πυράκτωσης ή αλογόνου με οικονομικούς λαμπτήρες φθορισμού και εφαρμογή συστήματος ελέγχου παρουσίας. Το κόστος υπολογίζεται στα **640€**.

- Το **2<sup>ο</sup> σενάριο** έρχεται να συμπληρώσει το 1<sup>ο</sup> σενάριο σε περίπτωση που επιθυμείται μεγαλύτερο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε.. Οι ενέργειες που περιλαμβάνονται είναι η τοποθέτηση «έξυπνου μετρητή ενέργειας» για τον έλεγχο η/θ καταναλώσεων και νερού και η αντικατάσταση των λαμπτήρων σε χώρους με μικρή συχνότητα κίνησης.



Τέλος, αναφέρονται τα πορίσματα των ενεργειακών υπολογισμών και η αποδοτικότητα της επέμβασης:

- Για τη **μελέτη της ενεργειακής απόδοσης** του κτιρίου, υπολογίστηκαν τα κουφώματα της θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους. Οι υπολογισμοί έδειξαν ότι με την αντικατάσταση των κουφωμάτων επιτυγχάνεται **μείωση των θερμικών διαφυγών**. Συγκεκριμένα προκύπτει ότι με την αντικατάσταση των κουφωμάτων εξοικονομείται ενέργεια σε ποσοστό **34%** και το χρηματικό κέρδος αντιστοιχεί σε **13.672€**. Επιπλέον αν συνυπολογιστεί και η εφαρμογή των αυτοματισμών, η ΕΞ.Ε. φτάνει το **44%**. Όπως φαίνεται, η μείωση της θερμοπερατότητας του κελύφους και του αθέλητου αερισμού πραγματοποιείται σε ένα καλό ποσοστό με την αντικατάσταση μονάχα των κουφωμάτων. Συνάμα με την εφαρμογή αυτοματισμών το ποσοστό αυξάνεται κατά 10%. Ενδιαφέρον παρουσιάζεται ακόμα στο συνολικό κόστος Α' και Β' φάσης που στην ακριβότερη εκδοχή του φτάνει τις 170.000€, ποσό που εκτιμάται ως μικρό σε συνάρτηση με την ενέργεια που εξοικονομείται. Σημαντικό είναι και ένα ποσοστό που συνεισφέρει στην ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, το οποίο δεν υπολογίζεται και αφορά κυρίως στις επεμβάσεις της Α' φάσης.

- Για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας της επέμβασης εκτιμήθηκαν τα μεγέθη της ενεργειακής και χρηματικής εξοικονόμησης της επένδυσης των υπολογίσιμων επεμβάσεων για το χρονικό διάστημα των 20 ετών. Ως υπολογίσιμη επέμβαση αναφέρεται η αντικατάσταση των κουφωμάτων και τα συστήματα αυτοματισμών. Δόθηκαν τρεις επενδυτικές περιπτώσεις. Η **1<sup>η</sup> περίπτωση** αφορά στα συνθετικά κουφώματα, με καΐτια, σκιάδια και τα εργατικά έξοδα. Τα κέρδη εξοικονόμησης δίνονται ίσα με **13.500€** (στρογγυλοποίηση προς τα κάτω, των 13.672€). Αυτή η επένδυση θεωρείται **οριακά βιώσιμη**, ενώ ο χρόνος αποπληρωμής της θα πραγματοποιηθεί στα 17 χρόνια. Εξαιτίας των αποτελεσμάτων κρίθηκε περιττός ο αντίστοιχος υπολογισμός για τα ξύλινα κουφώματα. Στη **2<sup>η</sup> περίπτωση**, με κέρδη ίδια με της 1<sup>ης</sup>, εξετάστηκε η περίπτωση των συνθετικών κουφωμάτων με τα εργατικά τους έξοδα, αλλά χωρίς την προσθήκη των καϊτιών και ραμποτέ σκιαδιών. Η αποπληρωμή πραγματοποιείται στα 5 έτη και η επένδυση θεωρείται **βιώσιμη**. Η επένδυση όμως που επικράτησε των υπολοίπων είναι αυτή της **3<sup>ης</sup> περίπτωσης**, η οποία συνυπολογίζει τα συνθετικά κουφώματα (συν τα καΐτια, τα ραμποτέ σκιάδια, τα εργατικά έξοδα) μαζί με τα συστήματα αυτοματισμών. Η επένδυση είναι **βιώσιμη**, με τα κέρδη εξοικονόμησης να φτάνουν στα 17.400€, ενώ η αποπληρωμή γίνεται στα 12 έτη. Ο λόγος που επιλέγεται η 3<sup>η</sup> περίπτωση ως η προτιμότερη είναι επειδή σε αυτή συνδυάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά ενός παραδοσιακού κουφώματος του Μετσόβου, με την τεχνογνωσία και τη σύγχρονη τεχνολογία, εξοικονομώντας παράλληλα κεφαλαιακό κέρδος και ενέργεια, χωρίς την οποιαδήποτε επιβάρυνση στην κοινωνία ή στο περιβάλλον.

Στα κουφώματα, το συνθετικό (PVC) υλικό είναι φτηνότερο, ανθεκτικότερο στις καιρικές συνθήκες του Μετσόβου και στη φωτιά και δεν απαιτεί συντήρηση. Ένα επιπλέον προβάδισμα δίνεται στο PVC

γιατί δεν απαιτείται η αποψίλωση δασικών εκτάσεων. Στον αντίποδα βρίσκεται το ξύλινο κούφωμα, το οποίο είναι φυσικό υλικό, ενώ τα βερνίκια που απαιτούνται για τη συντήρησή του είναι αρκετά εξελιγμένα ώστε να επιτρέπουν στο ξύλο να αναπνέει. Οι τεχνικές προδιαγραφές του συναγωνίζονται αυτές του συνθετικού κουφώματος, ενώ το κόστος του είναι υψηλότερο και η ανάγκη του για συντήρηση, απαραίτητη. Επίσης και οι δύο περιπτώσεις κουφωμάτων έχουν χαμηλότερη θερμοπερατότητα από τα μέγιστα, επιτρεπτά όρια όπως αυτά ορίζονται για τη ζώνη Δ στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. Όπως όμως προέκυψε από τους παραπάνω υπολογισμούς, η εφαρμογή συνθετικών κουφωμάτων απαιτεί μικρότερο κεφάλαιο και προσφέρει επιπλέον τεχνικά πλεονεκτήματα. Αντίστοιχα, η τοποθέτηση συστημάτων αυτοματισμού αποτελεί ιδανική εφαρμογή για τον έλεγχο απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες των ενοίκων, επιτυγχάνοντας θερμική άνεση στον εσωτερικό χώρο.

Πού προσκρούουν όμως οι συγκεκριμένες επιλογές; Βασικά και κύρια στην επιλογή του υλικού του κουφώματος, το PVC. Βάσει του Π.Δ. της 12/19.9.1975 (ΦΕΚ 214Δ') «Περί καθορισμού ειδικών όρων των περιορισμών δομήσεως του υφισταμένου προ του 1923 Οικισμού Μετσόβου (Ιωάννινα)» η εφαρμογή των υαλοστασίων περιορίζεται στο ξύλινο κούφωμα με καΐτια, χωρίς να συμπεριλαμβάνει το συνθετικό. Λογικό αφού το 1923 που εκδόθηκε το διάταγμα δεν υπήρχαν PVC κουφώματα. Γίνεται υπόθεση λοιπόν ότι η αναφορά γίνεται για την όψη του ξύλου, η οποία μπορεί να αποδοθεί και στα συνθετικά κουφώματα. Επίσης τα καΐτια αποτελούν χαρακτηριστικό των παραθύρων στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική του Μετσόβου και είναι θεμιτό να υπάρχουν, παρόλο που το κόστος τους είναι μεγάλο αν συνυπολογιστεί η μηδενική τους λειτουργική αξία. Σε οποιαδήποτε περίπτωση πρέπει να δίνεται η επιλογή στον ένοικο να αποφασίζει ανάλογα με τη χρήση που θα κάνει στο χώρο, την οικονομική του κατάσταση και την αισθητική του. Αντιθέτως τα δημόσια κτίρια και οι τουριστικές επιχειρήσεις της περιοχής πρέπει να προβάλλουν το ύφος της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και κουλτούρας. Επίσης, όσον αφορά στο θέμα των αυτοματισμών, αυτό έρχεται αντιμέτωπο με το γεγονός ότι πολλοί κάτοικοι δεν είναι εξοικειωμένοι με τα σύγχρονα συστήματα και για αυτό δεν τα προτιμούν.

Ως εκ τούτου προτείνεται η αναθεώρηση του διατάγματος, με την εισαγωγή νέων μορφολογικών κανόνων στους οποίους η χρήση των υλικών να είναι προσαρμοσμένη στους αρχιτεκτονικούς κανόνες της περιοχής, στις σύγχρονες καινοτομίες και στις ανάγκες των ενοίκων. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι σύγχρονες ανησυχίες περί της εξοικονόμησης ενέργειας και κεφαλαίου, της επιβάρυνσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και της κλιματικής αλλαγής.

Πάνω σε αυτή τη λογική πρέπει να εδραιωθεί η δυναμική της ενημέρωσης των πολιτών. Οι κάτοικοι της ορεινής περιοχής του Μετσόβου βρίσκονται αντιμέτωποι με το ζήτημα της ενεργειακής φτώχειας, ενώ υπάρχει άγνοια για τα οφέλη μίας επένδυσης που θα τους εξοικονομήσει ενέργεια και χρήμα. Επίσης, η δύναμη της συνήθειας και η κάκιστη οικονομική κατάσταση δεν αφήνει χώρο στους

κατοίκους να εμπιστευτούν και να επενδύσουν στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου που είναι χρήστες. Για αυτό θεωρείται αναγκαία η συνεχόμενη ενημέρωση των πολιτών, ώστε να γίνουν γνωστά τα προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν και οι λύσεις για να τα εξαλείψουν.

Η ενεργειακή αποκατάσταση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε με τα μέτρα και τις εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να λειτουργήσει, για τους κατοίκους του Μετσόβου αλλά και όλων των ορεινών περιοχών, ως πρότυπο παράδειγμα ενεργειακής απόδοσης παραδοσιακού κτιρίου σε ορεινή περιοχή. Αν προωθηθούν αυτές οι ήπιες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας από το δημόσιο κτίριο του ΜΕ.Κ.Δ.Ε μπορεί αυτό να λειτουργήσει πιλοτικά και να ανοίξει ο δρόμος για δραστικότερες επεμβάσεις όπως είναι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η τριβή με τις δυνατότητες και τα οφέλη της ενεργειακής εξοικονόμησης στις ορεινές περιοχές μπορεί να διαμορφώσει συνειδήσεις και έτσι να επιφέρει πολλαπλά -έμπρακτα- οφέλη στην κοινωνία και το περιβάλλον, για τώρα και για το μέλλον.



## 7. Βιβλιογραφία

### ⊙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ε. (2006). *Περιβάλλον και Δομημένος Χώρος – Βιοκλιματική Προσέγγιση*. Εκδ. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- Αραβαντινός Δημήτρης (Ιανουάριος 2009). *Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων: Η Επίδραση των θερμογεφυρών στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισής τους*. Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Θεσσαλονίκη.
- Γεωργιάδου Έ., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ε., Ζήσης Ξενοφών (1996). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης*. εκδ. Παρατηρητής. Θεσσαλονίκη.
- Διαμαντοπούλου Αν. (1995). *Η αρχιτεκτονική των αρχοντικών της Ηπειρωτικής Ελλάδας (18ου - αρχών 19ου αι.)*. Αθήνα
- Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20 (2009). s.l.: Της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.
- Ειδική εκδ. εφημ. ΤΑ ΝΕΑ, Ανακαλύψτε την Ελλάδα (11/2006). *Ήπειρος, Ζαγόρι, Ιωάννινα, Μέτσοβο, Κόνιτσα*. Αθήνα
- Ευθυμίου Η. (2005). *Κτίριο και Περιβάλλον*. εκδ. Παπασωτηρίου. Θεσσαλονίκη.
- Θεοδώρου, Α. (2012). *Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκτίμηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου*. Μεταπτυχιακή εργασία Δ.Π.Μ.Σ. "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών" επιμ. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Καλογήρου Χ.Π., (2009). *Διερεύνηση των Βιοκλιματικών Χαρακτηριστικών της Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής του Μετσόβου – Δυνατότητες Προσαρμογής Σύγχρονων Τρόπων Δόμησης*. Μεταπτυχιακή Εργασία για το Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ε.Μ.Π., Μέτσοβο
- Καλογήρου Χρ., Σαγιά Α., (2011). *Διερεύνηση των Βιοκλιματικών Χαρακτηριστικών της Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής του Μετσόβου- Δυνατότητες Προσαρμογής Σύγχρονων Τρόπων Δόμησης* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα:[http://www.ntua.gr/MIRC/6th\\_conference/presentations/1\\_main\\_sessions/2nd\\_session/KALOGIROU%20C%20-%20SAGIA%20A.pdf](http://www.ntua.gr/MIRC/6th_conference/presentations/1_main_sessions/2nd_session/KALOGIROU%20C%20-%20SAGIA%20A.pdf). Τελευταία πρόσβαση: 20/02/2014
- Καλιαμπάκος, Δ., Γιαννακοπούλου, Σ. & Κατσουλάκος, Ν., (2009). *Περιβάλλον και Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών*. Εισαγωγή. Σημειώσεις μαθήματος. Ε.Μ.Π. επιμ. s.l.: Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών.
- Καλιαμπάκος, Δ. & Δαμίγος, Δ., (2008). *Σημειώσεις Μαθήματος Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων, Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων*. Ε.Μ.Π. Αθήνα.
- Καλτσά Μαρία(2014). *Ενεργειακός Σχεδιασμός και ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός*. Σημειώσεις και παρουσίαση για την Ημερίδα «Ολοκληρωμένος Ενεργειακός Σχεδιασμός για Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης» που διοργανώθηκε από την Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τομέα Φυσικής Εφαρμογών του ΕΚΠΑ και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Αθήνα.
- Κατσουλάκος, Ν., (2011). *Αναβάθμιση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων στις ορεινές περιοχές: Η περίπτωση του ΜΕΚΔΕ*. Στο: Κ. Δ., επιμ. Η συμβολή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στην ολοκληρωμένη ανάπτυξη των Δήμου Μετσόβου. Μέτσοβο: Ε.Μ.Π.

- Κατσουλάκος, Ν., (2013). *Βέλτιστη Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις ορεινές περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου*. ΕΜΠ επιμ. Αθήνα: Διδακτορική Διατριβή.
- Κατσουλάκος, Ν. & Καλιαμπάκος, Δ., (2010). *Ανανεώσιμες πηγές και Ορεινές περιοχές. Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών*. Μέτσοβο, 6ο Διεπιστημονικό - Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο του ΜΕΚΔΕ και του ΜΕΚΔΕ του Ε.Μ.Π.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (Οκτώβριος 2012). ODYSSEE MURE: Προφίλ Ενεργειακής Αποδοτικότητας; Ελλάδα (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: [http://www.odyssee-indicators.org/publications/country\\_profiles\\_PDF/grc\\_nl.pdf](http://www.odyssee-indicators.org/publications/country_profiles_PDF/grc_nl.pdf). Τελευταία πρόσβαση: 22/01/2014
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2009). *Το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα*. Υπουργείο Ανάπτυξης. Αθήνα.
- Κίζης Γ. (1995), «*Επίσημη και παραδοσιακή αρχιτεκτονική: Η επιρροή του κέντρου στην επαρχία της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας*», στο: «*Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική. Θεσσαλία-Ήπειρος*», Φιλιππίδης, Δ. (επιμ.), Εκδόσεις: Μέλισσα, Αθήνα.
- Κυριακόπουλος Γ., Μπιζέλη Κ., Μαυροπούλου Α., Παπαγιαννακοπούλου Π., Πετρολέκας Κ. (Φεβρουάριος 2013). *Ηλιακός Φωτισμός και Εξοικονόμηση Ενέργειας*. Εργασία του μαθήματος: Ρύπανση και Συστήματα Προστασίας του Περιβάλλοντος, Δ.Π.Μ.Σ. Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ε.Μ.Π. Αθήνα.
- Κωνσταντινίδης Άρης, (1987). *Δοχεία ζωής ή το πρόβλημα για μια αληθινή αρχιτεκτονική*, Άγρα, Αθήνα, σελ. 221.
- Μιχελής Π. Α. (1977). *Το ελληνικό λαϊκό σπίτι*, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα.
- Μπιζέλη Κ., Μουταφίδης Α. (2009). *Παθητικός Δροσισμός Μέσω Αερισμού*. Ερευνητική εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.). Θεσσαλονίκη.
- Νόμος 3661, (2008). «*Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων*». σ.λ.:ΦΕΚ 89.
- Νόμος 3851, (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*». σ.λ.:ΦΕΚ Α' 85.
- Νόμος 3855, 2010. «*Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις*». σ.λ.:ΦΕΚ Α' 95.
- Νόμος 4122, (19 Φεβρουαρίου 2013). *Αναδιατύπωση για την «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων*». σ.λ.: ΦΕΚ Α' 42/19-02-2013.
- Νόμος 4067 (2012). *Νέος (Γενικός) Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ)*. σ.λ.: ΦΕΚΑ'79/9.4.2012.
- Περιοδικό ΓΕΩΤΡΟΠΙΟ, Μέτσοβο. *Αρχοντικό στην Πίνδο*. Τεύχος 251, σ. 19. Ένθετο εφημ. Ελευθεροτυπία
- Περιοδικό ΓΕΩΤΡΟΠΙΟ, Μέτσοβο. *Αρχοντικό στην Πίνδο*. Τεύχος 287, σ. 50. Ένθετο εφημ. Ελευθεροτυπία
- Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ: *Τεχνικές Σελίδες. Στεγανοποίηση στα Κτίρια*. Τεύχος 09/2010, σ.101-108.
- Τολίδης Κ., Γιαννακοπούλου Σ., Δαμίγος Δ. *Εκτίμηση της Προθυμίας Πληρωμής των Κατοίκων του Μετσόβου για τη Διατήρηση της Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής του Οικισμού* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: [http://www.ntua.gr/MIRC/6th\\_conference/presentations/1\\_main\\_sessions/3rd\\_session/TOLIDIS%20K%20-%20GIANNAKOPOULOU%20S%20-%20DAMIGOS%20D.pdf](http://www.ntua.gr/MIRC/6th_conference/presentations/1_main_sessions/3rd_session/TOLIDIS%20K%20-%20GIANNAKOPOULOU%20S%20-%20DAMIGOS%20D.pdf). Ε.Μ.Π. Αθήνα.
- Προεδρικό Διάταγμα, (1.6/4.7.1979). *Περί εγκρίσεως κανονισμού δια την θερμομόνωση των κτιρίων*. ΦΕΚ 362 Δ'.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., (2010). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ 20701-1/2010, Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων Για Τον Υπολογισμό Της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Και Την Έκδοση Του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης*. Β' έκδοση επιμ. ΤΕΕ. Αθήνα.

- Τσεσμελή Σ. Ι. (Μάρτιος 2006). *Ενεργειακή Ζήτηση: Κτιριακός Τομέας – Πλαίσιο Θεώρησης*. Διατριβή για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση του Τμήματος Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ, (16 Δεκεμβρίου 2002). Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. σ.λ.: Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.
- Οδηγία 2006/32/ΕΚ, (5 Απριλίου 2006). Περί ενεργειακής απόδοσης; κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου. σ.λ.: Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.
- Οδηγία 2010/31/ΕΚ, (19ης Μαΐου 2010). Τροποποίηση της οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. σ.λ.: Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.
- Οικονόμου Κ. (2013). *Αστική και Λαϊκή Κατοικία στην Ελληνική Παράδοση*, Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Παναγιωτόπουλος Ν. (2008) *Σημειώσεις για το μάθημα Κτίριο, Περιβάλλον και Φυσικοί Πόροι*. Τμήμα αρχιτεκτόνων – Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (30/01/2013). *Η στατιστική των ΑΠΕ για το 2012* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: [http://helarco.gr/pdf/RES-stats\\_greece\\_2012.pdf](http://helarco.gr/pdf/RES-stats_greece_2012.pdf). Τελευταία πρόσβαση: 24/01/2014
- Στέγγου-Σαγιά, Α., (2013). *Θέματα Διαχείρισης Και Εξοικονόμησης Ενέργειας Για Περιβαλλοντικά Οφέλη*. Αθήνα: Ε.Μ.Π.
- Χαρίσης Β. (1995). *Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική*, Τόμος έκτος, Θεσσαλία - Ήπειρος, Μέτσοβο, σελ. 161 - 224, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα.
- BUILD UP Skills-Greece & Ομάδες συνεργατών από την κοινοπραξία των εταιρών του έργου BUS-GR (Φεβρουάριος 2013). *Ανάλυση της Υφιστάμενης Κατάστασης σε Εθνικό Επίπεδο* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: <http://www.buildupskills.eu/national-project/greece>

## ☉ ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ambrosone G., Andretta A., Bloisl F., Cuomo v., De stefano S., Formisano G., Silvestrini V. and Vicari L. (October 1980). *Energy saving in building design*. Applied energy 6, pg 429-446. Institute of Physics, Faculty of Engineering, University of Naples, Naples Italy.
- ADEME & Enerdata (Σεπτέμβριος 2012). *Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU - Lessons from the ODYSSEE MURE project* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: <http://www.odyssee-indicators.org/publications/PDF/Buildings-brochure-2012.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 23/01/2014
- Changework (2008). *Energy Heritage: A guide to improving energy efficiency in traditional and historic homes* (αρχείο pdf). Printed on Greencoat recycled paper, Scotland. Ιστοσελίδα: [http://www.changeworks.org.uk/uploads/83096-EnergyHeritage\\_online1.pdf](http://www.changeworks.org.uk/uploads/83096-EnergyHeritage_online1.pdf)
- European Commission (2013). *EU energy in figures - Statistical Pocketbook 2013* (αρχείο pdf). Publications Office of the European Union in Luxembourg. Printed in Belgium. Ιστοσελίδα: [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2013\\_pocketbook.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2013_pocketbook.pdf).
- Eurostat - European Commission (2013). *Energy, transport and environment indicators -Environment and energy Pocketbook* (αρχείο pdf). Publications Office of the European Union in Luxembourg. Printed in Italy. Ιστοσελίδα: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-DK-13-001/EN/KS-DK-13-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-13-001/EN/KS-DK-13-001-EN.PDF)

Ewing B., D. Moore, S. Goldfinger, A. Oursler, A. Reed, and M. Wackernagel. (2010). *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα:  
[http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf).

Intelligent Energy Europe, ODYSSE MURE & Enerdata (2010). *Energy efficiency trends for household in the EU* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα:[http://www.eaciprojects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project\\_detail&prid=2408](http://www.eaciprojects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=2408).  
 Τελευταία πρόσβαση: 24/01/2014

Joan R. Goulding, J. Owen Lewis, Theo C. Steemers (1994). *Ενεργειακός Σχεδιασμός – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες*. Εκδ. ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑ, Θεσσαλονίκη. s.l.: Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

MILESECURE-2050 (31/12/2013). *Deliverable 1.3: Report on main trends in European energy policies/ WP1* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: <http://www.milesecure2050.eu/en/public-deliverables>. Τελευταία πρόσβαση: 24/01/2014

National Records of Scotland, (2014), *City of Edinburgh Council Area - Demographic Factsheet* (αρχείο pdf). Ιστοσελίδα: <http://www.gro-scotland.gov.uk/files2/stats/council-area-data-sheets/city-of-edinburgh-factsheet.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 05/03/2014

## ◎ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Βαρνακιώτης Σ. Α.Ε.,(2014). *Ενεργειακά Τζάμια, Υαλοπίνακες: Αλήθειες και Μύθοι*. Ιστοσελίδα:  
[http://www.varnakiotis.com/?section=1800&language=el\\_GR](http://www.varnakiotis.com/?section=1800&language=el_GR). Τελευταία πρόσβαση: 16/05/2014

Βασάλλου Κική, (2014), εφημερίδα ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, Μέτσοβο: Σήμα κατατεθέν της ορεινής Ηπείρου. Ιστοσελίδα:  
[http://trans.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_taxgreece\\_100293\\_30/10/2006\\_169951](http://trans.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_taxgreece_100293_30/10/2006_169951). Τελευταία πρόσβαση: 14/01/2014

Βικιπαίδεια - Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια (2013). *Εξοικονόμηση Ενέργειας*. Ιστοσελίδα:  
[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7\\_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82).  
 Τελευταία πρόσβαση: 27/01/2014

Βικιπαίδεια - Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια (20/02/2014). *Σκωτία*. Ιστοσελίδα:<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%BA%CF%89%CF%84%CE%AF%CE%B1>. Τελευταία πρόσβαση: 04/03/2014

Βλαχόφωνοι Έλληνες, (07/02/2011). Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του Μετσόβου. Ιστοσελίδα:  
[http://vlahofonoi.blogspot.gr/2011/02/blog-post\\_9356.html](http://vlahofonoi.blogspot.gr/2011/02/blog-post_9356.html). Τελευταία πρόσβαση: 12/11/2013

Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Σερρών. *Το Οικολογικό Αποτύπωμα*. Ιστοσελίδα: <http://dipe-serron.gr/αροτιπομα/index.php?id=5>. Τελευταία πρόσβαση: 25/01/2014

Εργ. Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής (2014). *Ορεινές Περιοχές*. Ιστοσελίδα:  
[http://www.minetech.metal.ntua.gr/research\\_fields/mountains](http://www.minetech.metal.ntua.gr/research_fields/mountains). Τελευταία πρόσβαση: 26/02/2014

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014). *Ενέργεια: Οικονομικοί λαμπτήρες*. Ιστοσελίδα:[http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avariedchoice/fluo/index\\_el.htm](http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avariedchoice/fluo/index_el.htm). Τελευταία πρόσβαση: 29/04/2014

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2014). Αεριζόμενο Κέλυφος. Ιστοσελίδα:  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_aerizomeno\\_kelyfos.htm#top](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm#top).  
 Τελευταία πρόσβαση: 07/05/2014

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2014). *Εξοικονόμηση Ενέργειας στον κτιριακό τομέα*. Ιστοσελίδα:  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/ktiria\\_intro.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm). Τελευταία πρόσβαση: 28/01/2014



- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (2014). *Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας: Θερμομόνωση*. Ιστοσελίδα:[http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_thermomonomosi.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonomosi.htm). Τελευταία πρόσβαση: 18/02/2014
- Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε), (2014), Η ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική. Ιστοσελίδα:[http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus\\_db/ARXITEKTONIKH/Perivallontikes%20parametroi.htm](http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/ARXITEKTONIKH/Perivallontikes%20parametroi.htm). Τελευταία πρόσβαση: 26/02/2014
- Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε), (2014), Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Ηπείρου. Ιστοσελίδα:[http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus\\_db/20\\_Iwannina/20\\_19\\_Metsonou/20\\_19\\_D\\_Metsonou/20\\_19\\_D\\_Metsonou.htm](http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/20_Iwannina/20_19_Metsonou/20_19_D_Metsonou/20_19_D_Metsonou.htm). Τελευταία πρόσβαση: 13/11/2013
- Συναγόπουλος Δ. (25/07/2013). *ΕΥΡΩΠΗ-ΕΛΛΑΔΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ: «20-20-20»*. Ιστοσελίδα: <http://rikssy.gr/%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%89%CF%80%CE%B7%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B4%CE%B1-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD-20-20-20-%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%BF-%CF%84-2/>. Τελευταία πρόσβαση: 20/01/2014
- Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) (2009). *Χωροταξία & Αστικό Περιβάλλον: Σύγχρονη & Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική*. Ιστοσελίδα: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=328&language=el-GR>. Τελευταία πρόσβαση: 10/03/2014
- Υπηρεσία Ενέργειας - Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού & Ίδρυμα Ενέργειας Κύπρου. (2014) *Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια: Εξοικονόμηση Ενέργειας*. Ιστοσελίδα: <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#main4>. Τελευταία Πρόσβαση: 28/01/2014
- Be On Line Energy Management System (2010). *Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα*. Ιστοσελίδα:[http://www.beonline.com.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=21&lang=el](http://www.beonline.com.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=21&lang=el). Τελευταία πρόσβαση: 25/01/2014
- Global Footprint Network. (2003-2014). Ιστοσελίδα:<http://www.footprintnetwork.org>. Τελευταία πρόσβαση: 25/01/2014
- Wikipedia (04/03/2014), *Edinburgh*. Ιστοσελίδα: [http://en.wikipedia.org/wiki/Edinburgh#cite\\_note-6](http://en.wikipedia.org/wiki/Edinburgh#cite_note-6). Τελευταία πρόσβαση: 04/03/2014

## 8. Ευρετήριο Γραφημάτων

Γράφημα 1.1: Δείκτες Ενεργειακής Απόδοσης (base 100=2000) .....	12
Γράφημα 1.2: Μέση κατανάλωση ενέργειας ανά κατοικία (υπό κανονικές συνθήκες κλίματος) για τα έτη 1997 και 2009 στις χώρες της Ε.Ε. ....	13
Γράφημα 1.3: Θερμική κατανάλωση ανά τ.μ. για τα έτη 1997 και 2009 στις χώρες της Ε.Ε. ....	14
Γράφημα 1.4: Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ στην Ελλάδα για το 2012 .....	15
Γράφημα 1.5: Το οικολογικό αποτύπωμα της Ελλάδος την περίοδο 1961 - 2009. Όπως φαίνεται, μετά το 1967 υπάρχει μία ραγδαία αύξηση του οικολογικού αποτυπώματος (ecological footprint) ανά άτομο, σε σχέση με την αντίστοιχη βιοχωρητικότητα (biocapacity).....	17
Γράφημα 2.1: Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια .....	41
Γράφημα 4.1: Μέσο μηνιαίο ύψους βροχής την περίοδο 1915-2000 και μέση μηνιαία θερμοκρασία την περίοδο 1961-2009. ....	65
Γράφημα 4.2: Ποσοστιαία συμμετοχή τομέων δραστηριότητας στη συνολική παραγωγή στο Δήμο Μετσόβου. ....	67
Γράφημα 5.1: Ποσοστά χρήσης ενεργειακών τεχνολογιών για την κάλυψη των θερμικών αναγκών των νοικοκυριών στο Μέτσοβο.....	91
Γράφημα 5.2: Καταναλώσεις πετρελαίου για την χρονική περίοδο 2010 – 2014. ....	98
Γράφημα 5.3: Κόστος αγοράς πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένου και του ΦΠΑ.....	99
Γράφημα 5.4: Καταναλώσεις πετρελαίου ανά μήνα, για τις χρονικές περιόδους 2010 – 2014.....	99
Γράφημα 5.5: Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος, ΩΧΒ για τη χρονική περίοδο 2010 -2013. ....	100
Γράφημα 5.6: Σύγκριση τιμών, μεταφοράς θερμότητας για το σύνολο των κουφωμάτων του κτιρίου του Ξενώνα (Κ1), του Εστιατόριου – Κυλικείου (Κ2) και των κτιρίων Υποδοχής – Διοίκησης και Σεμιναρίων που λαμβάνονται ως ένα (Κ3). ....	119
Γράφημα 5.7: Γραφική απεικόνιση των θερμικών απωλειών για κουφώματα πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή τους, που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους αντίστοιχα. ....	120
Γράφημα 5.8: Η ενεργειακή κατανάλωση πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων. Η μείωση που προκύπτει από την επέμβαση ισοδυναμεί με ΕΞ.Ε. 34%. ....	121
Γράφημα 5.9: Τα κόστη κατανάλωσης πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων. Το κέρδος που προκύπτει από την επέμβαση ισοδυναμεί με 13.672€. ....	121

## 9. Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1.1: Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση, Ε.Ε.-28 (Mtoe).....	9
Πίνακας 1.2: Ενεργειακό Προφίλ της Ελλάδος .....	11
Πίνακας 2.1: Μέγιστος Επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δομικών Στοιχείων, κατά κλιματική Ζώνη .....	26
Πίνακας 2.2: Συγκριτικές καταναλώσεις, για το ίδιο ποσό φωτεινότητας, ενός λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης και ενός κοινού λαμπτήρα πυρακτώσεως. ....	44
Πίνακας 3.1: Τα παρακάτω αποτελέσματα δείχνουν τη μέση επίπτωση των έργων για κάθε διαμέρισμα. ....	59
Πίνακας 5.1: Ποσοστό κατοικιών, αναλόγως του βασικού υλικού κατασκευής του φέροντα οργανισμού στον οικισμό του Μετσόβου. ....	89
Πίνακας 5.2: Τυπολογίες κατοικιών στο Μέτσοβο .....	90
Πίνακας 5.3: Χαρακτηριστικά λεβήτων πετρελαίου. Πίνακας 5.4: Χαρακτηριστικά θερμαντήρων. ...	97
Πίνακας 5.5: Τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας στο ΜΕ.Κ.Δ.Ε. και οι μέγιστες επιτρεπόμενες, βάσει του Κ.ΕΝ.Α.Κ.για τη ζώνη Δ.....	102
Πίνακας 5.6: Πρωτογενής ενεργειακή κατάταξη κτιριακών ενοτήτων ΜΕ.Κ.Δ.Ε με αντιπροσωπευτική πόλη την Καστοριά, για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς (Κ.Α.). ....	103
Πίνακας 5.7: Μεταφορά θερμότητας για τα κουφώματα της θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με το φυσικό έδαφος και με τους μη θερμαινόμενους χώρους αντίστοιχα. Οι υπολογισμοί έγιναν για την περίπτωση των υπαρχόντων κουφωμάτων [ $\Sigma(U \cdot A)$ αρχικό] και για την περίπτωση της αντικατάστασής τους με τα προτεινόμενα κουφώματα [ $\Sigma(U \cdot A)$ τελικό]. ....	119
Πίνακας 5.8: Η ενεργειακή κατανάλωση και το αντίστοιχο κόστος πριν (αρχικό) και μετά (τελικό) την αλλαγή των παραθύρων, για το σύνολο των κτιρίων του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. ....	121

## 10. Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Γελοιογραφία με το οικολογικό αποτύπωμα.....	16
Εικόνα 2: Στρατηγικές θέρμανσης.....	36
Εικόνα 3: Τρόποι ηλιακής συλλογής, άμεσου (ανοίγματα, θερμοκήπιο) και έμμεσου κέρδους (εσωτερικά στόρια για αντανάκλαση και διάχυση στο χώρο, θερμοσιφωνικά πανέλα, τοίχος trombe, άνοιγμα οροφής όπου μέρος του φωτός είναι άμεσο αλλά το μεγαλύτερο διαθλάται εσωτερικά). .....	36
Εικόνα 4: α) Τοίχος Trombe, β) τοίχος μάζας και κίνηση αέρα. ....	37
Εικόνα 5: Διπλό κέλυφος: αεριζόμενο δομικό στοιχείο πρόσοψης και οροφής.....	38
Εικόνα 6: Διαφυγή της θερμότητας μέσα από τα εξωτερικά τοιχώματα: .....	39
Εικόνα 7: Θερμομόνωση διπλής τοιχοποιίας.....	41
Εικόνα 8: Πλωτό χωριό ηλιακής ενέργειας που θα δημιουργηθεί στο Εδιμβούργο της Σκωτίας .....	56
Εικόνα 9: Εφαρμοσμένο παράδειγμα δευτερεύοντος συστήματος υαλοπίνακα, σε κατοικία. ....	58
Εικόνα 10: Οριοθέτηση του οικισμού του Μετσόβου (πορτοκαλί πλαίσιο). ....	62
Εικόνα 11: Δυτική άποψη του οικισμού Μετσόβου. ....	63
Εικόνα 12: Γλυπτό καφέ αρκούδων στο Μέτσοβο.....	68
Εικόνα 13 (α, β): Απόψεις λιθόστρωτων καλντεριμιών στην περιοχή του Κέντρου του οικισμού.....	74
Εικόνα 14: Άποψη της κεντρικής πλατείας του οικισμού. ....	75
Εικόνα 15: Μεσοβίτισσα στο καλντερίμι δυτικά της οικίας Αβέρωφ. ....	76
Εικόνα 16: Άποψη του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. στο Μέτσοβο.....	87
Εικόνα 17: Άποψη του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. ....	92
Εικόνα 18: Οι τέσσερις κτιριακές εγκαταστάσεις του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. ....	95
Εικόνα 19. α): Πρόχειρη ή κακής ποιότητας αρμολόγηση πέτρινων τοίχων. Οι τρύπες στον αρμό επιτρέπουν την είσοδο νερού. β): Εξωτερική υγρασία στην τοιχοποιία. γ): Υγρασία, εσωτερικά της τοιχοποιίας (περιοχή πάνω από το κούφωμα). ....	105
Εικόνα 20: α) Κακή συναρμογή του πλαισίου του κουφώματος με το πρέκι (υπέρθυρο) και την τοιχοποιία, β) Κακή συναρμογή της ποδιάς και του κουφώματος με την τοιχοποιία. ....	106
Εικόνα 21: α) Υγρασία στην τοιχοποιία και σάπισμα κουφώματος από τη συνεχή έκθεσή του σε νερό ή χιόνι (αναπήδηση βροχής λόγω του τοιχώματος). β) Όμβρια ύδατα (μπλε έλλειψη) εισήλθαν μέσα από το παράθυρο, ενώ αυτό ήταν κλειστό.....	106
Εικόνα 22: α,β) Απόψεις διαβρωμένου παράθυρου, εξαιτίας των ακραίων καιρικών συνθηκών και της κακής συντήρησης. ....	106
Εικόνα 23: Σχιστόπλακες που έσπασαν εξαιτίας των καιρικών συνθηκών. Άποψη στέγης (αριστερά) και θραύσματα σχιστολιθικών κεραμιδιών (δεξιά).....	107
Εικόνα 24: Αυτοσχέδια ανοίγματα ακριβώς κάτω από τη στέγη με σκοπό να αεριστεί και να μη συσσωρευτεί μέσα υγρασία. Άποψη στέγης με τις τρύπες (αριστερά) και κοντινό πλάνο τρύπας (δεξιά). ....	108
Εικόνα 25: Αυτοσχέδια τρύπα σε ξύλινο κούφωμα. Απόψεις από διαφορετικό παράθυρο (αριστερά και δεξιά). ....	108
Εικόνα 26: α) Άνοιγμα που ενώνονται το κυλικείο του Κ2 με το χώρο υποδοχής του Κ3*. Η σκάλα οδηγεί στη βιβλιοθήκη και σ β) Άνοιγμα που ενώνονται ο διάδρομος των γραφείων του Κ3 (συνέχεια του χώρου υποδοχής, ο οποίος φαίνεται στο βάθος της εικόνας) με τις αίθουσες διδασκαλίας – εργαστηρίου του Κ4*. α,β*) Η αλλαγή υλικών του δαπέδου σηματοδοτεί την αλλαγή του κτιρίου.....	109
Εικόνα 27: Χώροι με ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. ....	111
Εικόνα 28: Εξαερισμός α) στην αίθουσα σεμιναρίων του Κ4 και β) σε wc δωματίου του Κ1. ....	111

## 11. Παράρτημα

### Θερμικές Ζώνες Ορόφων:











