

## **Η σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών**

**Ν. Κατσουλάκος**, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π  
Μ.Δ.Ε. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»  
Επιστημονικός Συνεργάτης, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας

### **Περίληψη**

Η πρόσβαση σε επαρκείς, φθηνές και σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες είναι άμεσα συνυφασμένη με την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Η οικονομική κρίση σε συνδυασμό με τις κατά καιρούς αυξημένες τιμές των καυσίμων οδηγούν πολλά νοικοκυριά σε αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών τους αναγκών, φαινόμενο γνωστό ως ενεργειακή φτώχεια. Ειδικά στις ορεινές περιοχές, όπου τα θερμικά φορτία είναι αυξημένα, τα εισοδήματα χαμηλά και το κτιριακό απόθεμα παλιό, οι κάτοικοι είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένοι στην ενεργειακή φτώχεια. Ένας τρόπος ανακούφισης των ορεινών νοικοκυριών από τα μεγάλα ενεργειακά κόστη είναι η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κατοικιών, ώστε να υπάρξει μείωση της ενεργειακής ζήτησης. Στην παρούσα εργασία τεκμηριώνεται, μέσω της παρουσίασης αποτελεσμάτων μεθοδολογιών ενεργειακής βελτιστοποίησης, η σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας για τους ορεινούς οικισμούς. Μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας, επιτυγχάνεται μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του κτιριακού τομέα, οικονομική ανακούφιση των νοικοκυριών και θετικά μακροοικονομικά αποτελέσματα λόγω της μείωσης κατανάλωσης εισαγόμενων καυσίμων. Συνεπώς, η προώθηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις ορεινές περιοχές δεν μπορεί παρά να αποτελεί κεντρικό χαρακτηριστικό της προσπάθειας για την ολοκληρωμένη ανάπτυξή τους.

### **1. Εισαγωγή**

Στην υποσαχάρια Αφρική, στην Ινδία, στο Νεπάλ, στο Περού, στη Βολιβία παραμένει κυρίαρχο ζητούμενο η πρόσβαση των ανθρώπων σε βασικές ενεργειακές υπηρεσίες. Μία ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς, της τάξης των 100W κατά κεφαλήν (15% της μέσης κατά κεφαλήν ισχύος στον «ανεπτυγμένο» κόσμο), μπορεί να οδηγήσει σε ριζική βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των νοικοκυριών (Goldemberg et al. 1985). Και δεν είναι μόνο η ποιότητα ζωής και η έξοδος από την απόλυτη φτώχεια: η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας έχει αποδειχθεί ότι παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση, εν γένει, με την οικονομική ανάπτυξη (Ferguson et al. 2000). Παρ' όλα αυτά, 30 χρόνια μετά τις εκτιμήσεις των Goldemberg et al., υπολογίζεται ότι πάνω από 1,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στην ενέργεια. Οι αγροτικές, απομονωμένες περιοχές - στις οποίες εντάσσονται γενικώς και οι ορεινές περιοχές - αποτελούν τις περιοχές που κατ' εξοχήν πλήττονται από έλλειψη πρόσβασης σε ενεργειακές υπηρεσίες.

Ο ορεινός χώρος στην Ελλάδα ξεκινά να εποίκειται μαζικά το 15ο αιώνα (Ματσούκα & Αδαμακόπουλος 2008), καθώς αποτελεί καταφύγιο των χριστιανικών πληθυσμών έναντι της καταπίεσης της οθωμανικής διοίκησης. Τα προνόμια που δόθηκαν από τους Οθωμανούς σε πολλές ορεινές περιοχές συνέβαλαν ώστε να αναπτυχθούν ακμαίες κοινότητες με σημαντική κτηνοτροφική, εμπορική αλλά ακόμη και πνευματική δραστηριότητα (Ζαγόρι, Συρράκο, Καλαρρύτες, Άγραφα, Ορεινή Αρκαδία κ.α.). Μετά την εγκαθίδρυση του νεοελληνικού κράτους, ο ορεινός χώρος διατήρησε τον πληθυσμό του μέχρι και τα μέσα του 20ου αιώνα. Έτσι, για μια μακρά χρονική περίοδο της νεότερης ελληνικής ιστορίας η ανθρώπινη δραστηριότητα είχε ως επίκεντρο τα βουνά. Η μείωση της κατοίκησης στα ορεινά είναι

αποτέλεσμα τριών «χτυπημάτων» που δέχθηκε, με ιδιαίτερη ένταση, ο ορεινός χώρος τον 20ο αιώνα: Β' Παγκόσμιος Πόλεμος, Εμφύλιος, Μετανάστευση (Καλιαμπάκος et al. 2009, Λαφαζάνη 2010). Η πληθυσμιακή απομείωση που συνέβη στην ορεινή Ελλάδα έθεσε τις ορεινές περιοχές στο περιθώριο.

Η επανακατοίκηση των ορεινών περιοχών και η δημιουργία προϋποθέσεων ανάπτυξης σε αυτές περνά μέσα από την αντιμετώπιση χρόνιων προβλημάτων που τις βαραίνουν αλλά και από την απάντηση σε σύγχρονες προκλήσεις. Τα ενεργειακά θέματα βρίσκονται στον πυρήνα των σύγχρονων προκλήσεων για τις ορεινές περιοχές. Κομβικό στοιχείο για την ποιότητα ζωής αποτελεί η ενεργειακή επάρκεια. Χωρίς ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης δεν μπορούν να εξασφαλιστούν αποδεκτές συνθήκες διαβίωσης. Σε μεγάλο βαθμό, τα ορεινά νοικοκυριά στην Ελλάδα έχουν πλήρη πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες, τα περισσότερα διαθέτουν συστήματα κεντρικής θέρμανσης υγρών καυσίμων και σε όλους τους κατοικημένους ορεινούς οικισμούς υπάρχει, πια, πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Δεν υπάρχουν, δηλαδή, στην ορεινή Ελλάδα περιπτώσεις - που συναντώνται σε απομονωμένες περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου, όπως αρχικά αναφέρθηκαν - παντελούς απουσίας σύγχρονων ενεργειακών υπηρεσιών. Όμως, για να εξασφαλιστεί η ουσιαστική και απρόσκοπτη πρόσβαση στην ενέργεια - απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση και το ξαναζωντάνεμα των ορεινών οικισμών - χρειάζεται να αντιμετωπιστούν δυσχέρειες και προβλήματα καθώς και να χρησιμοποιηθούν με ωφέλιμο τρόπο για τις τοπικές κοινωνίες οι ενεργειακοί πόροι. Υπό συνθήκες οικονομικής κρίσης και υψηλών τιμών στα καύσιμα - λόγω αυξημένης φορολογίας - οι ορεινοί πληθυσμοί αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες ως προς την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Κατά το 2011, κατασχέθηκαν συνολικά πάνω από 6.500tn λαθραία υλοτομημένων καυσόξυλων σε όλη την ελληνική επικράτεια (Κατσουλάκος 2013). Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της προσπάθειας εξασφάλισης καυσίμων για θέρμανση σε μια εποχή έντονης οικονομικής ύφεσης. Οι ορεινές περιοχές, συνεπώς, είναι εκτεθειμένες στην ενεργειακή φτώχεια, τόσο λόγω του συνδυασμού υψηλών θερμικών φορτίων - χαμηλών εισοδημάτων, όσο και των εν γένει υψηλότερων τιμών των καυσίμων σε αυτές λόγω του μεγάλου κόστους μεταφοράς (Katsoulakos 2011).

Για να υπάρχει μια εικόνα, σε σχέση με την αύξηση των θερμικών φορτίων στις ορεινές περιοχές, έχει αποδειχθεί ότι στην Ελλάδα, μια τυπική κατοικία στα 1.000 m υψόμετρο έχει περίπου 2,7 φορές περισσότερες θερμικές ανάγκες απ' ό,τι αν η ίδια κατοικία βρισκόταν στο επίπεδο της θάλασσας. Οι συνολικές ενεργειακές ανάγκες είναι κατά 80% υψηλότερες στα 1.000 m, απ' ό,τι στο επίπεδο της θάλασσας (Katsoulakos & Kaliampakos 2014). Η ισχυρή συσχέτιση του υψομέτρου με τη διαμόρφωση των ενεργειακών αναγκών έχει καταδειχθεί και με παραδείγματα άλλων περιοχών, εκτός της Ελλάδας, και συγκεκριμένα για τις περιπτώσεις της Βόρειας Ιταλίας, της Αυστρίας και της Ελβετίας (Papada & Kaliampakos 2016).

Τα ανωτέρω στοιχεία αποτελούν ισχυρές ενδείξεις ότι οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας αποτελούν, εν δυνάμει, σημαντικό στοιχείο στο πλαίσιο μιας πολιτικής ολοκληρωμένης ανάπτυξης για τις ορεινές περιοχές. Περιορίζοντας τη ζήτηση ενέργειας μέσω κατάλληλων επεμβάσεων επιτυγχάνονται θετικά αποτελέσματα σε τρία επίπεδα: (α) στο περιβάλλον, αφού μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων και άρα, η αέρια ρύπανση και έκλυση αερίων του θερμοκηπίου, (β) στην κοινωνία, διότι ο περιορισμός της ζήτησης ενέργειας συντελεί στον περιορισμό του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας και (γ) στην οικονομία, καθώς ο περιορισμός των ενεργειακών δαπανών απελευθερώνει πόρους.

Η παρούσα εργασία επιχειρεί, με συστηματικό τρόπο και βάσει συγκεκριμένων παραδειγμάτων, να τεκμηριώσει το μείζονα ρόλο της εξοικονόμησης ενέργειας για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών κοινωνιών. Στη βάση προσεγγίσεων αποκεντρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού, για τη βελτιστοποίηση τοπικών ενεργειακών συστημάτων, παρουσιάζονται τα ευρήματα σχετικά με τα βέλτιστα ενεργειακά μίγματα για: (α) την περιοχή

του Μετσόβου και (β) έναν υποθετικό οικισμό που επιτρέπει την παραμετροποίηση παραγόντων που σχετίζονται με τις ορεινές περιοχές. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να ποσοτικοποιηθεί η σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας και να αναδειχθούν διάφορες πτυχές που σχετίζονται με την εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας στις ορεινές περιοχές.

## 2. Μεθοδολογία

Διαμορφώθηκε ένα μοντέλο ενεργειακού σχεδιασμού, το οποίο, αρχικά, εφαρμόστηκε στην ορεινή πόλη του Μετσόβου. Σε δεύτερη φάση, προκειμένου να γενικευθούν τα συμπεράσματα αλλά και για να πραγματοποιηθεί ανάλυση της επίδρασης της ορεινότητας στον ενεργειακό σχεδιασμό, το μοντέλο εφαρμόστηκε σε ένα θεωρητικό οικισμό, με χαρακτηριστικά ανάλογα «μιας μέσης κατάστασης» των ελληνικών οικισμών. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη διαμόρφωση του μοντέλου ενεργειακού σχεδιασμού, είναι αυτή του μονοκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού. Η αντικειμενική συνάρτηση επελέγη να είναι μια συνάρτηση «ολικού κόστους», στην οποία περιλαμβάνονται τέσσερις επιμέρους συναρτήσεις κόστους – οφέλους:

- Συνάρτηση κόστους εγκατάστασης ενεργειακών τεχνολογιών
- Συνάρτηση κόστους συντήρησης και λειτουργίας ενεργειακών τεχνολογιών
- Συνάρτηση εξωτερικού κόστους λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των ενεργειακών τεχνολογιών
- Συνάρτηση εξωτερικού οφέλους λόγω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας για την κατασκευή και συντήρηση των ενεργειακών τεχνολογιών

Η βέλτιστη λύση είναι αυτή που ελαχιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση, της οποίας η γενική μορφή έχει ως εξής (Κατσουλάκος, 2013):

$$C_{total} = \sum_i C_i - \sum_i B_i = \sum_{i=1}^n C_{i,inst} + \sum_{i=1}^n C_{i,o/m} + \sum_{i=1}^n C_{i,env} - \sum_{i=1}^n B_{i,soc} \quad [1]$$

Όπου:

$C_{i,inst}$ : Το ετήσιο ισοδύναμο κόστος εγκατάστασης κάθε ενεργειακής πηγής

$C_{i,o/m}$ : Το ετήσιο ισοδύναμο κόστος συντήρησης και λειτουργίας κάθε ενεργειακής πηγής

$C_{i,env}$ : Το ετήσιο ισοδύναμο εξωτερικό κόστος που προκαλείται στο περιβάλλον από την ενεργειακή κατανάλωση κάθε ενεργειακής πηγής

$B_{i,soc}$ : Το ετήσιο ισοδύναμο οικονομικό όφελος που προκύπτει από τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας κάθε ενεργειακής πηγής

Οι μεταβλητές απόφασης του συστήματος γραμμικού προγραμματισμού είναι τα ποσά ενέργειας που παρέχει η  $i$  πηγή σε ετήσια βάση ( $X_i$ ). Εφ' όσον οι συναρτήσεις κόστους – οφέλους είναι γραμμικές, η Σχέση [1] αναλυτικότερα γράφεται:

$$C_{total} = \sum_i \alpha_i X_i = \sum_{i=1}^n (a_{i,inst} + a_{i,o/m} + a_{i,env} - a_{i,soc}) X_i \quad [2]$$

Ο προσδιορισμός της αντικειμενικής συνάρτησης ανάγεται στον υπολογισμό των συντελεστών που αναφέρονται στη Σχέση [2]. Οι συντελεστές εκτιμήθηκαν αφ' ενός με βάση τη σχετική βιβλιογραφία και αφ' ετέρου μέσω έρευνας στην αγορά ενεργειακών προϊόντων και υπηρεσιών, ώστε να αποτυπωθεί μια ρεαλιστική εικόνα.

Χρειάζεται να γίνει μια ειδικότερη αναφορά, όσον αφορά στο κόστος λειτουργίας των κεντρικών (δηλαδή όχι οικιακών) ενεργειακών συστημάτων που εντάσσονται στο βέλτιστο ενεργειακό μίγμα. Έχει γίνει η θεώρηση ότι αυτού του τύπου, οι νέες ενεργειακές μονάδες θα

λειτουργούν με χαρακτήρα κοινής ωφέλειας, προκειμένου να συμβάλουν στην ανακούφιση των τοπικών κοινωνιών από τα μεγάλα ενεργειακά κόστη. Η ανάπτυξη των διάφορων μονάδων ΑΠΕ, που είναι αναγκαίες για τη βελτίωση του ενεργειακού συστήματος της περιοχής, στοχεύει στη διάθεση της παραγόμενης ενέργειας απευθείας στους κατοίκους της περιοχής. Η τιμολόγηση, με βάση το χαρακτήρα κοινής ωφέλειας, γίνεται με τρόπο ώστε να καλύπτονται τα έξοδα συντήρησης και λειτουργίας των μονάδων, χωρίς να επιδιώκεται υψηλή κερδοφορία. Για να βρεθεί η τιμή διάθεσης της ενέργειας στους κατοίκους του Μετσόβου αλλά και του υποθετικού οικισμού, για τις διάφορες ενεργειακές πηγές, χρησιμοποιείται το ανηγμένο κόστος ενέργειας (levelized cost of energy), το οποίο – εφ’ όσον θεωρείται ότι τα έργα γίνονται χωρίς δανειοδότηση για λόγους απλοποίησης - δίνεται από τη σχέση:

$$LCOE = \frac{C_{inv} - \sum_n^N \frac{DP_n}{(1+r)^n} TR + \sum_n^N \frac{C_{n,o/m}}{(1+r)^n} (1-TR)}{\sum_n^N \frac{E_{p,n}}{(1+r)^n} (1-TR)} \quad [3]$$

Όπου:

$C_{inv}$ : Το κόστος εγκατάστασης

$DP_n$ : Η απόσβεση κατά το έτος n

$C_{n,o/m}$ : Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας κατά το έτος n

TR: Ο φορολογικός συντελεστής (20% στην υπό μελέτη περίπτωση)

$E_{p,n}$ : Η παραγόμενη ενέργεια κατά το έτος n

r: Το επιτόκιο προεξόφλησης (5% στην υπό μελέτη περίπτωση)

N: Ο χρόνος ζωής της επένδυσης (20 έτη στην υπό μελέτη περίπτωση)

Το μοντέλο ενεργειακής αγοράς που προτείνεται είναι μια ρεαλιστική εναλλακτική προσέγγιση. Εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα των ενεργειακών μονάδων μειώνοντας, παράλληλα, το κόστος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών. Υπάρχουν βιβλιογραφικές πηγές που συνηγορούν στο ότι η λειτουργία συνεργατικών σχημάτων με χαρακτήρα κοινής ωφέλειας στο χώρο της ενέργειας είναι εφικτή και μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη για τους τοπικούς πληθυσμούς (Khan 2003, Coello 2011).

Σχετικά με τις ενεργειακές πηγές, χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα κτιριακά κελύφη (μονώσεις και αντικατάσταση κουφωμάτων). Η συμπερίληψη της εξοικονόμησης ενέργειας ως «ισότιμης» ενεργειακής πηγής με τις ενεργειακές τεχνολογίες που παράγουν ενέργεια αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο του μοντέλου ενεργειακής βελτιστοποίησης που αναπτύχθηκε, το οποίο δε συναντάται συχνά σε αντίστοιχα μοντέλα. Επιπλέον, έτσι καθίσταται δυνατή σε μεγάλη κλίμακα και σε επίπεδο ενεργειακού σχεδιασμού η μελέτη του ρόλου της εξοικονόμησης για τα τοπικά ενεργειακά συστήματα. Οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν για την περίπτωση του Μετσόβου δίνονται στον Πίνακα 1.

Για την περίπτωση του θεωρητικού οικισμού, εκτός από τους απλούς θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες στο μοντέλο εντάχθηκαν και οι συστοιχίες θερμικών συλλεκτών που έχουν τη δυνατότητα υποβοήθησης και της κεντρικής θέρμανσης, εκτός από την παραγωγή ζεστού νερού. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν ως πηγή ενέργειας οι λέβητες φυσικού αερίου. Επιπλέον θεωρήθηκε πως όλα τα συστήματα είναι νέα, δηλαδή δεν εντάχθηκαν στο μοντέλο υφιστάμενοι λέβητες ξύλων και πετρελαίου.

Όσον αφορά στην περιβαλλοντική διάσταση, για την περίπτωση του Μετσόβου ακολουθήθηκαν δύο εναλλακτικοί τρόποι για την αναγωγή της σε χρηματικές μονάδες. Κατά την πρώτη προσέγγιση αξιοποιήθηκαν δεδομένα εξωτερικού κόστους από τη χρήση των

διάφορων ενεργειακών τεχνολογιών, συνδυάζοντας σχετικές βιβλιογραφικές πηγές (EXTERNE 2007, Butti et al. 2008, Georgakellos 2007, 2012). Η δεύτερη προσέγγιση συνίσταται στην άμεση εκτίμηση του περιβαλλοντικού οφέλους – αυτή τη φορά – μέσω δύο ερευνών υποθετικής αξιολόγησης. Έτσι δίνεται η δυνατότητα για μια πρωτογενή προσέγγιση των περιβαλλοντικών εξωτερικοτήτων. Επιπλέον, στις μεθοδολογίες βελτιστοποίησης που βασίζονται στις αναγωγές των παραγόντων σε οικονομικούς όρους, το βασικό πρόβλημα είναι το μεγάλο περιθώριο σφάλματος αυτών των αναγωγών. Με τη χρήση δύο εναλλακτικών προσεγγίσεων για την περιβαλλοντική διάσταση, δίνεται η δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης, τόσο των επιλύσεων όσο και των περιβαλλοντικών αποτιμήσεων.

**Πίνακας 1.** Ενεργειακές τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο αποκεντρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού για το Μέτσοβο.

**Table 1.** Energy technologies used in the energy planning model for the town of Metsovo

Ενεργειακή Τεχνολογία	Κατηγορία	Χρήση
Αιολική ενέργεια	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Υδροηλεκτρική ενέργεια	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Φωτοβολταϊκά	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Φωτοβολταϊκά στις στέγες	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Ηλεκτροπαραγωγή από συμπαραγωγή με καύση ξυλώδους βιομάζας	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Ηλεκτροπαραγωγή από συμπαραγωγή με καύση βιοαερίου	ΑΠΕ	Ηλεκτρισμός
Θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες	ΑΠΕ	Θερμότητα
Λέβητες καυσόξυλων	ΑΠΕ	Θερμότητα
Λέβητες pellets	ΑΠΕ	Θερμότητα
Τηλεθέρμανση από καύση ξυλώδους βιομάζας	ΑΠΕ	Θερμότητα
Τηλεθέρμανση από καύση βιοαερίου	ΑΠΕ	Θερμότητα
Θερμομόνωση οροφών	ΑΠΕ	Θερμότητα
Θερμομόνωση τοίχων	ΕΞΕ	Θερμότητα
Αντικατάσταση κουφωμάτων	ΕΞΕ	Θερμότητα
Διασυνδεδεμένο δίκτυο ηλεκτρισμού	Συμβατική	Ηλεκτρισμός
Λέβητες πετρελαίου (υφιστάμενοι)	Συμβατική	Θερμότητα
Λέβητες καυσόξυλων (υφιστάμενοι)	ΑΠΕ	Θερμότητα

Για την περίπτωση του Μετσόβου, η πρώτη έρευνα υποθετικής αξιολόγησης είχε ως στόχο την αποτύπωση της προθυμίας οικονομικής συνεισφοράς των κατοίκων του οικισμού σε έναν υποθετικό φορέα, ο οποίος θα έχει ως στόχο την αξιοποίηση του ανανεώσιμου ενεργειακού δυναμικού της περιοχής. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια κατάλληλα δομημένου ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε μέσω προσωπικών συνεντεύξεων με τους ερωτώμενους είτε στις κατοικίες τους είτε σε χώρους συνάθροισης κοινού. Το τελικό ερωτηματολόγιο προέκυψε κατόπιν δοκιμών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στη βάση ενός αρχικού σχεδίου ερωτηματολογίου. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα Οκτωβρίου 2011 – Φεβρουαρίου 2012. Η ερώτηση σχετικά με το διατιθέμενο χρηματικό ποσό ήταν ανοικτού τύπου (open ended). Υπάρχουν επιφυλάξεις για τη χρήση ερώτησης ανοικτού τύπου, με το σκεπτικό ότι οι ερωτώμενοι οδηγούνται στο να αναφέρουν το κόστος και όχι την πραγματική αξία. Από την άλλη, αυτή η μορφή είναι απλή στην κατανόηση, θεωρείται ότι οδηγεί σε οικονομετρικά ακριβέστερα αποτελέσματα και συντελεί

σε σχετικά συντηρητικές εκτιμήσεις (Venkatachalam 2004, Hoyos & Mariel 2010). Το γεγονός ότι με αυτή τη μορφή η ερώτηση είναι εύληπτη είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την υπό μελέτη περίπτωση, κατά την οποία ο πληθυσμός ενδιαφέροντος δεν είναι εξοικειωμένος με τέτοιου είδους έρευνες και επιπλέον ερωτάται για ένα ζήτημα (ΑΠΕ και ενέργεια) που είναι αρκετά περίπλοκο. Επιπλέον, η συντηρητικότητα στην εκτίμηση θεωρείται επιθυμητή, ώστε να μην ενισχυθούν υπερ-αισιόδοξα σενάρια ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Η δεύτερη έρευνα υποθετικής αξιολόγησης είχε, επί της ουσίας, τις ίδιες κεντρικές επιδιώξεις με την πρώτη έρευνα με ουσιαστική διαφορά τον πληθυσμό ενδιαφέροντος. Αποτυπώθηκε η προθυμία πληρωμής των επισκεπτών του Μετσόβου για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην περιοχή και υπολογίστηκε η δυνητική οικονομική τους συνεισφορά. Η αποτύπωση της προθυμίας οικονομικής συνεισφοράς των επισκεπτών, σε σχέση με το ενδεχόμενο της ανάπτυξης των ΑΠΕ, παρουσιάζει ενδιαφέρον, ειδικά σε έναν τουριστικό προορισμό όπως το Μέτσοβο. Μια περιοχή, στην οποία το ενεργειακό σύστημα λειτουργεί με όσο το δυνατόν φιλικότερο προς το περιβάλλον τρόπο, περιλαμβάνει μια λανθάνουσα οικονομική αξία, λόγω των βελτιωμένων περιβαλλοντικών συνθηκών αλλά και του πρότυπου / παραδειγματικού χαρακτήρα που αποκτά. Συνεπώς, εάν επιδιώκεται ο υπολογισμός της ολικής οικονομικής αξίας της ανάπτυξης των ΑΠΕ, θα πρέπει η λανθάνουσα αυτή οικονομική αξία να αποτιμηθεί. Άλλωστε, η αποτίμηση της αξίας ενός πολιτισμικού πόρου της περιοχής του Μετσόβου, της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής έχει μελετηθεί με βάση την προθυμία πληρωμής, τόσο των κατοίκων όσο των επισκεπτών (Giannakopoulou & Kaliampakos 2010, Γιαννακοπούλου 2012) για τη διατήρησή της. Συνεπώς και η αποτίμηση των περιβαλλοντικών ωφελειών από μια τεχνολογική παρέμβαση - οι οποίες εν δυνάμει επηρεάζουν θετικά το τουριστικό προφίλ της περιοχής και επιπλέον έχουν υπερτοπική σημασία για το περιβάλλον - είναι βάσιμο να στηριχθεί σε έρευνες και στις δύο κοινωνικές ομάδες.

Η έρευνα υποθετικής αξιολόγησης, μεταξύ των επισκεπτών, πραγματοποιήθηκε το διάστημα Απριλίου – Μαΐου του 2012 στο Μέτσοβο. Συμπληρώθηκαν κατάλληλα δομημένα ερωτηματολόγια, κατόπιν προσωπικών συνεντεύξεων με τους ερωτώμενους. Προκειμένου να είναι δυνατή η αντιπαραβολή των πορισμάτων της έρευνας μεταξύ των επισκεπτών και της έρευνας μεταξύ των κατοίκων, η ερώτηση σχετικά με το διατιθέμενο χρηματικό ποσό επελέγη να είναι ανοικτού τύπου (open – ended).

### **3. Αποτελέσματα**

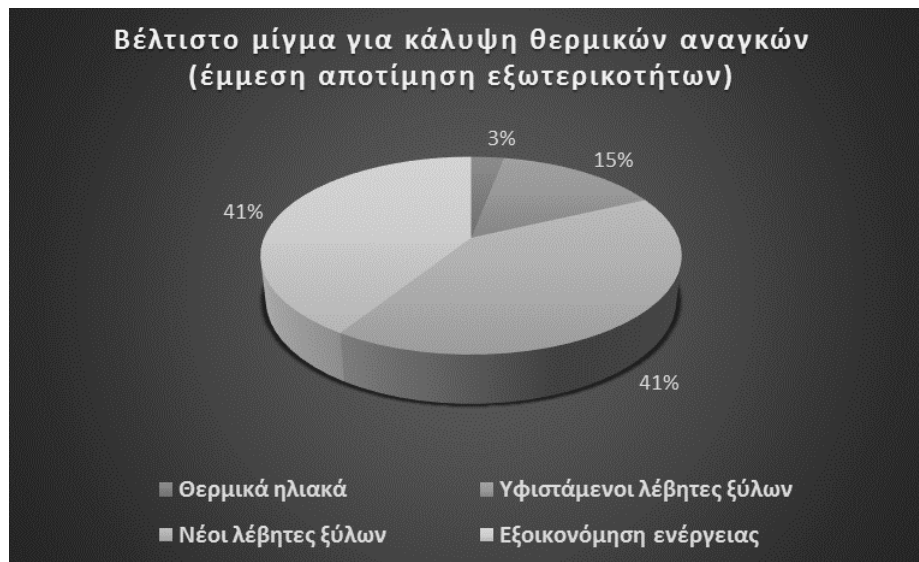
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των μοντέλων αποκεντρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού, με έμφαση στο ρόλο της εξοικονόμησης ενέργειας.

#### **3.1 Η περίπτωση του Μετσόβου**

Το μοντέλο ενεργειακής βελτιστοποίησης για την περίπτωση του Μετσόβου, όσον αφορά στο μίγμα κάλυψης των θερμικών αναγκών οδήγησε στα αποτελέσματα που αποτυπώνονται στα Σχήματα 1 και 2, αναλόγως της θεώρησης για τα εξωτερικά κόστη/ οφέλη στον τομέα του περιβάλλοντος. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα κτιριακά κελύφη έχουν πολύ σημαντικό μερίδιο στα βέλτιστα μίγματα, της τάξης του 40%. Το μερίδιο 3% των θερμικών ηλιακών συστημάτων, καθώς έχει γίνει η παραδοχή ότι αφορούν σε απλά συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού, επίσης μπορεί να θεωρηθεί ότι υπάγεται στην ευρύτερη κατηγορία της ενεργειακής εξοικονόμησης.

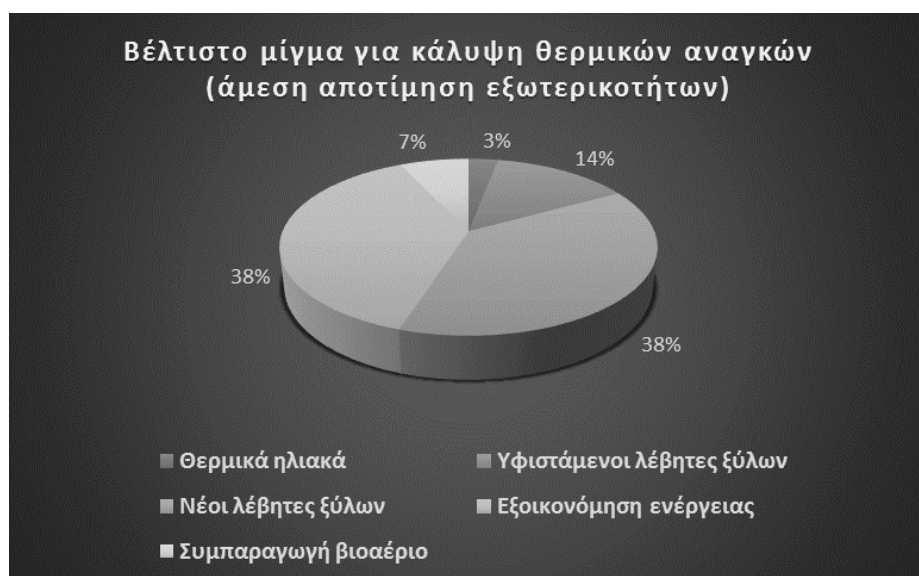
Έχει ιδιαίτερη σημασία το γεγονός ότι στο βέλτιστο ενεργειακό μίγμα δεν εμφανίζονται οι λέβητες πετρελαίου. Κι αυτό γίνεται λόγω του υψηλού κόστους χρήσης του συγκεκριμένου θερμικού συστήματος. Προκειμένου να ενταχθούν στο βέλτιστο μίγμα (σε ποσοστό της τάξης του 20 έως 25%) απαιτείται η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης να πέσει κάτω από τα 0,8 €/lit. Αυτήν την τιμή είχε το πετρέλαιο στην αρχή της οικονομικής κρίσης. Παρά τη μεγάλη πτώση

στις διεθνείς τιμές, λόγω της πολύ μεγάλης αύξησης των τελών και φόρων ακόμη και στο πετρέλαιο θέρμανσης, η τιμή αυτή είναι δύσκολο να επιτευχθεί, ειδικά στις ορεινές περιοχές, στις οποίες οι τιμές είναι έως και 5% ακριβότερες από το μέσο όρο της χώρας (Κατσουλάκος, 2013). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην αρχή της κρίσης, στον οικισμό του Μετσόβου, περίπου 70% των νοικοκυριών χρησιμοποιούσε λέβητες πετρελαίου για θέρμανση. Πλέον το μερίδιο της συγκεκριμένης τεχνολογίας έχει πέσει στο 30% (Καλιαμπάκος 2015).



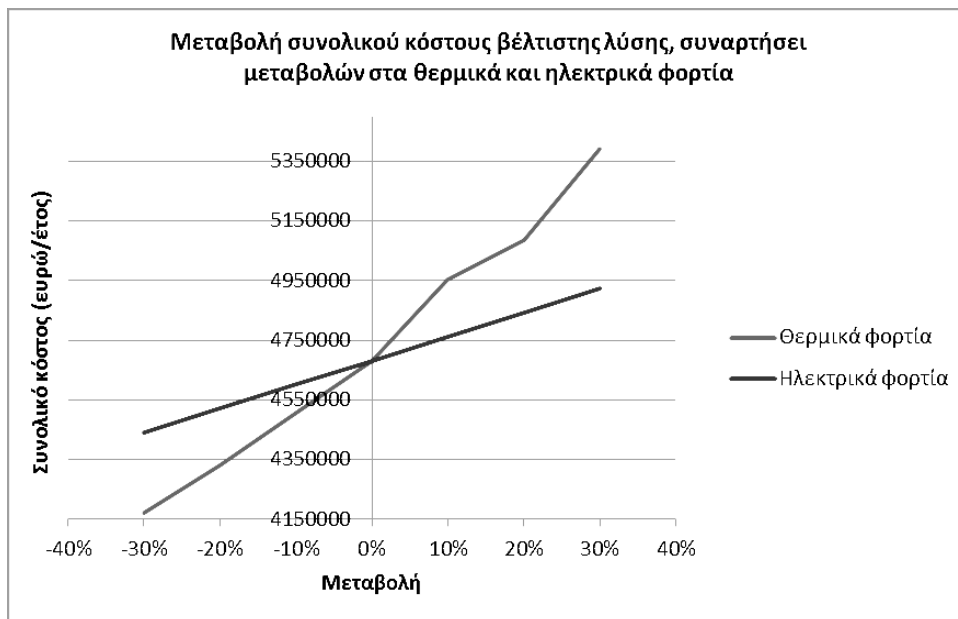
**Σχήμα 1.** Βέλτιστο μίγμα κάλυψης θερμικών αναγκών στο Μέτσοβο με χρήση δεδομένων έμμεσης αποτίμησης για το περιβαλλοντικό κόστος

**Figure 1.** Optimum thermal energy mix for the town of Metsovo, using indirect valuation data as regards environmental costs



**Σχήμα 2.** Βέλτιστο μίγμα κάλυψης θερμικών αναγκών στο Μέτσοβο με χρήση δεδομένων άμεσης αποτίμησης για το περιβαλλοντικό κόστος

**Figure 2.** Optimum thermal energy mix for the town of Metsovo, using direct valuation data as regards environmental costs



**Σχήμα 3.** Ανάλυση ευαισθησίας συνολικού κόστους βέλτιστων λύσεων ως προς τη μεταβολή των θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων

**Figure 3.** Sensitivity analysis of the optimal solutions' total cost with respect to changes in thermal and electrical loads

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, οι ψυχρές κλιματικές συνθήκες των ορεινών περιοχών οδηγούν σε σημαντική αύξηση των θερμικών φορτίων. Αυτό αποτυπώνεται χαρακτηριστικά και στο Σχήμα 3, το οποίο αποτυπώνει την ανάλυση ευαισθησίας του συνολικού κόστους των βέλτιστων ενεργειακών μιγμάτων ως προς τις αυξομειώσεις θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων. Οι αυξομειώσεις των θερμικών φορτίων επηρεάζουν το συνολικό κόστος της βέλτιστης λύσης εντονότερα από τις μεταβολές των ηλεκτρικών φορτίων. Ενδεικτικά, αύξηση 20% στα θερμικά φορτία προκαλεί διπλάσια αύξηση στο συνολικό κόστος και εξαπλάσια αύξηση στο επενδυτικό κόστος, σε σχέση με ίδιας τάξης μεταβολή στα ηλεκτρικά φορτία. Συνεπώς, οι προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας μέσω επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος είναι εύλογο να έχουν μεγάλο μερίδιο στα βέλτιστα ενεργειακά μίγματα, αφού συμβάλουν στον περιορισμό των θερμικών φορτίων.

Ως προς το ζήτημα της ενεργειακής φτώχειας, οι αρχικές εκτιμήσεις οδηγούσαν στο ότι, κατά μέσο όρο, τα νοικοκυριά της περιοχής του Μετσόβου δαπανούν το 18% του ετήσιου εισοδήματός του για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Αυτό το ποσοστό είναι μεγάλο, κατά πολύ υψηλότερο του κατωφλίου του 10% που, διεθνώς, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για τον προσδιορισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (Κατσουλάκος 2013). Αλλά και μέσω πρωτογενών ερευνών που έγιναν το 2015 στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «ΑΕΝΑΟΣ» που υλοποίησε το Ε.Μ.Π. με χρηματοδότηση από το Π.Ε.Π. Ηπείρου, προέκυψε ότι στο Δήμο Μετσόβου, το 88% του πληθυσμού είναι εκτεθειμένο στην ενεργειακή φτώχεια (Καλιαμπάκος 2015). Έτσι, οι ενδείξεις για την ένταση του προβλήματος στην περιοχή είναι όχι μόνο ισχυρές αλλά έχουν και επαρκή τεκμηρίωση. Η βελτιστοποίηση του ενεργειακού συστήματος του Μετσόβου αποδεικνύεται ότι μπορεί να συντελέσει στην αντιμετώπιση του ζητήματος. Συγκεκριμένα, εάν υπάρξει συνολική βελτιστοποίηση του ενεργειακού συστήματος, οι ενεργειακές δαπάνες θα μειωθούν, κατά μέσο όρο, στο 7% του ετήσιου εισοδήματος των νοικοκυριών. Η εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας,

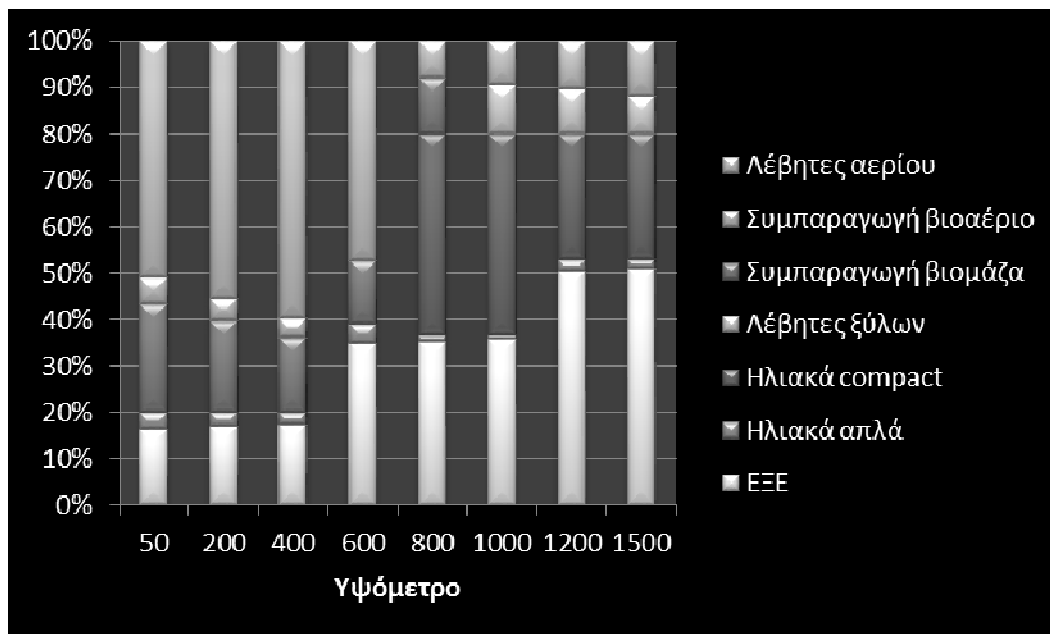


και μόνο, μειώνει το ποσοστό του εισοδήματος που διατίθεται στην ενέργεια κατά 5%. Και από αυτό το εύρημα προκύπτει η μεγάλη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας για την τοπική κοινωνία του Μετσόβου.

## 2.2 Η περίπτωση ενός θεωρητικού μοντέλου οικισμού

Ο υποθετικός οικισμός σχεδιάστηκε, ώστε να έχει χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν σε μια «μέση κατάσταση» των ελληνικών οικισμών, προκειμένου να αντικατοπτρίζεται επαρκώς η πραγματικότητα της χώρας. Κάποια από τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν το θεωρητικό μοντέλο οικισμού είναι τα ακόλουθα (Κατσουλάκος 2013): Πληθυσμός περίπου 6.000 κάτοικοι (μέσος όρος των μεγάλων ελληνικών ορεινών οικισμών), 1500 κατοικίες με μέσο εμβαδόν 80 m<sup>2</sup>, ηλικιακή κατανομή κτιριακού αποθέματος αντίστοιχη με το μέσο όρο της χώρας, κάλυψη θερμικών αναγκών κατοικιών αντίστοιχη με το μέσο όρο της χώρας και εισοδηματική κατανομή επίσης όμοια με το μέσο όρο της χώρας.

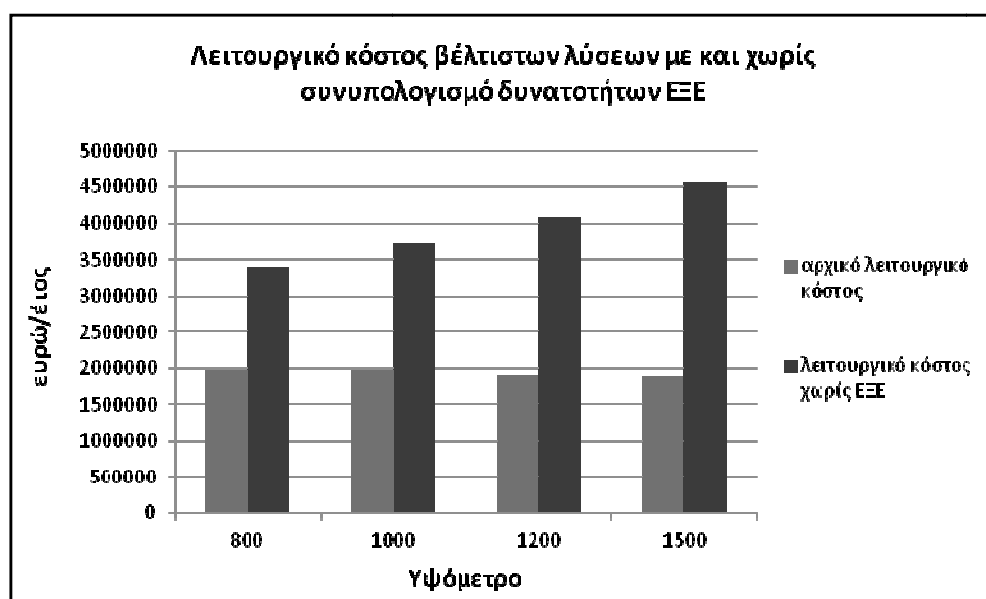
Η βασική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε αξιοποιώντας τον υποθετικό οικισμό ήταν η «μετακίνησή» του σε διάφορα υψόμετρα. Αυτό επιτρέπει τη μελέτη της διαφοροποίησης των βέλτιστων ενεργειακών μιγμάτων συναρτήσει του υψόμετρου και των αλλαγών που επιφέρει στην ενεργειακή ζήτηση. Όπως αποτυπώνεται στο Σχήμα 4, ως προς την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, παρατηρείται σταδιακή αύξηση της συμμετοχής τους στα βέλτιστα μίγματα κάλυψης θερμικής ενέργειας. Το μερίδιο της εξοικονόμησης ενέργειας από 16 έως 17% σε υψόμετρα έως 400 m, αυξάνεται σε 35% έως τα 1000 m και στα ψηλότερα υψόμετρα φτάνει το 50%. Πολύ σημαντικός είναι και ο ρόλος των ηλιακών συστημάτων, ειδικά των συστοιχιών θερμικών ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να υποβοηθήσουν την κεντρική θέρμανση. Χωρίς τη χρήση τους αυξάνεται σημαντικά το λειτουργικό κόστος. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι επεμβάσεις στο κέλυφος σε συνδυασμό με τα ηλιακά συστήματα μπορούν να καλύπτουν έως και 80% της θερμικής ενέργειας των νοικοκυριών, ειδικά στις ορεινές περιοχές.



**Σχήμα 4.** Ποσοστιαία δομή βέλτιστων λύσεων κάλυψης θερμικών αναγκών σε διάφορα υψόμετρα

**Figure 4.** Shares of energy technologies in the optimal thermal energy mixes with respect to altitude

Το γεγονός ότι το μοντέλο ενεργειακής βελτιστοποίησης επιλέγει τις βελτιωτικές επεμβάσεις στα κτιριακά κελύφη, με αυξανόμενο μάλιστα μερίδιο συναρτήσει του υψομέτρου αιτιολογείται παρατηρώντας το Σχήμα 5. Το λειτουργικό κόστος των βέλτιστων ενεργειακών μιγμάτων, χωρίς τη συμπερίληψη της εξοικονόμησης ενέργειας αυξάνεται πολύ σε σχέση με τα ενεργειακά μίγματα που περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση και φτάνει να είναι έως και υπερδιπλάσιο, καθιστώντας την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας επισφαλής. Αυξανόμενου του υψομέτρου, οι διαφορές είναι εντονότερες. Ιδιαίτερη σημασία έχουν και τα ηλιακά συστήματα υποβοήθησης κεντρικής θέρμανσης, τα οποία όπως σημειώθηκε ήδη ανήκουν στην ευρύτερη «οικογένεια» της εξοικονόμησης ενέργειας. Η μεγάλη μείωση που επιτυγχάνεται στο λειτουργικό κόστος, μέσω των ηλιακών συστημάτων, όπως έχει ήδη αναφερθεί πρέπει να κινητοποιήσει τη συζήτηση για τη χρήση τους στους ορεινούς οικισμούς με κατάλληλες μεθόδους ένταξης στα κτίρια, εφ' όσον τίθεται ζήτημα προστασίας του αρχιτεκτονικού χαρακτήρα. Είναι χαρακτηριστικό ότι το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο απαγορεύει την εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων σε πολλούς παραδοσιακούς οικισμούς, μεγάλο μέρος των οποίων βρίσκεται σε ορεινές περιοχές. Όμως, η δυνατότητα των θερμικών ηλιακών συστημάτων να προσφέρουν σημαντικές ποσότητες θερμικής ενέργειας χωρίς κόστος καυσίμου, μόνο αξιοποιώντας τον ήλιο είναι μεγάλης σημασίας για τους ορεινούς οικισμούς. Σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και με σημαντικό αρχιτεκτονικό απόθεμα στο εξωτερικό, όπως στις Βαυαρικές Άλπεις, υπάρχουν παραδείγματα ορεινών οικισμών, στους οποίους τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα θερμικά ηλιακά συστήματα αποτελούν, πλέον, συστατικό στοιχείο των οικισμών. Υπάρχουν, μάλιστα, περιπτώσεις, όπως αυτή του Wildpoldsried (Εικόνα 1), που ορεινοί οικισμοί αποτελούν πρότυπο ανάπτυξης των ΑΠΕ και έχουν κατορθώσει να είναι «πλεονασματικοί» σε ανανεώσιμη ενέργεια.



**Σχήμα 5.** Λειτουργικό κόστος βέλτιστων ενεργειακών λύσεων με και χωρίς συμπερίληψη της εξοικονόμησης ενέργειας

**Figure 5.** Operational costs of the optimal energy solutions with and without taking into account energy saving



**Εικόνα 1.** Άποψη του Wildpoldsried στις Βαυαρικές Άλπεις  
**Image 1.** View of Wildpoldsried in the Bavarian Alps

#### **4. Συμπεράσματα**

Η αναγκαιότητα της περαιτέρω αξιοποίησης των δυνατοτήτων ενεργειακής εξοικονόμησης στον κτιριακό τομέα είναι κάτι παραπάνω από αυτονόητη, στην κατεύθυνση της βελτίωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του ενεργειακού τομέα και της μείωσης των δαπανών των νοικοκυριών για ενέργεια. Ειδικά στις ορεινές περιοχές, η μείωση της ενεργειακής ζήτησης έχει μεγάλη σημασία, διότι οι ψυχρές κλιματικές συνθήκες οδηγούν σε μεγάλη αύξηση των ενεργειακών φορτίων και εκθέτουν τους τοπικούς πληθυσμούς στην ενεργειακή φτώχεια.

Τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία καταδεικνύουν μέσω συγκεκριμένων, ποσοτικών δεδομένων, σε επίπεδο ενεργειακού σχεδιασμού οικισμού τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας και αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για την ενεργειακή πολιτική. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στο πραγματικό παράδειγμα του Μετσόβου, πρέπει να συγκρατήσει κανείς τα ακόλουθα:

- Για να βελτιστοποιηθεί το τοπικό ενεργειακό σύστημα, οι υφιστάμενες θερμικές ανάγκες του οικισμού, θα πρέπει να καλυφθούν κατά 40% περίπου από επεμβάσεις στα κτιριακά κελύφη. Χρειάζεται να υπάρξει μια εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού, διότι συχνά αντί των επεμβάσεων στο κέλυφος, επιχειρείται η μείωση των εξόδων θέρμανσης μέσω αλλαγής καυσίμου. Αυτό, όμως, γίνεται πρόχειρα και εμπειρικά και, σε πολλές περιπτώσεις, έχει μικρότερη οικονομοτεχνική απόδοση από τις επεμβάσεις στο κέλυφος.
- Χρειάζεται, πλέον, να αναθεωρηθούν οι περιορισμοί στην τοποθέτηση θερμικών ηλιακών συστημάτων. Στην πράξη, ο υφιστάμενος κανονισμός παραβιάζεται, ενώ θα μπορούσαν να τοποθετούνται συστήματα με συγκεκριμένα αισθητικά πρότυπα. Παράλληλα, εκτιμάται ότι τα απλά θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να εξοικονομήσουν, ετησίως, περί τις 610 MWh θερμικής ενέργειας, ένα διόλου ευκαταφρόνητο μέγεθος.
- Η συστηματική προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας στην περιοχή μπορεί να μειώσει σημαντικά την οικονομική επιβάρυνση των νοικοκυριών. Αν αξιοποιηθούν στο πλήρες οι εκτιμώμενες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στην περιοχή, με τα

δεδομένα του 2015 (Καλιαμπάκος 2015), υπάρχει η δυνατότητα ετήσιας εξοικονόμησης περίπου 600.000 ευρώ, αλλιώς περίπου 200 ευρώ ανά κάτοικο του οικισμού. Το ποσό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και η εξοικονόμησή του θα είναι ευεργετική για τα νοικοκυριά και την τοπική οικονομία.

Το παράδειγμα του υποθετικού οικισμού οδηγεί σε ορισμένες χρήσιμες παρατηρήσεις γενικότερης ισχύος στον ελληνικό χώρο. Συγκεκριμένα:

- Το μερίδιο της εξοικονόμησης ενέργειας στα βέλτιστα ενεργειακά μίγματα είναι έως και τριπλάσιο στις ορεινές περιοχές σε σχέση με τις περιοχές χαμηλότερου υψομέτρου. Αυτό καταδεικνύει όχι μόνο τη σημασία της για τα ενεργειακά συστήματα των ορεινών περιοχών αλλά και την υψηλή συμβατότητά της με τα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών.
- Χωρίς την εξοικονόμηση ενέργειας, στις ορεινές περιοχές, η μείωση του λειτουργικού κόστους δεν είναι επαρκής για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Αυτό συμβαίνει ακόμη και με την παραδοχή της λειτουργίας της ενεργειακής αγοράς με χαρακτήρα κοινής ωφέλειας και την αξιοποίηση των πηγών ενέργειας με γνώμονα το κοινωνικό όφελος.

Τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν αποδεικνύουν πόσο σημαντική είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, ειδικά για τις ορεινές περιοχές. Η περαιτέρω αξιοποίησή της στα ορεινά μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στην ολοκληρωμένη ανάπτυξή τους, αφού συνεπάγεται οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, με αποφασιστική συμβολή στην αντιμετώπιση του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας. Οι φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης των ορεινών Δήμων θα πρέπει να διεκδικήσουν ειδικά κίνητρα για την ενίσχυση των τοπικών πληθυσμών ως προς την εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες. Προγράμματα, όπως το «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» που θα ενταχθούν και στο ΕΣΠΑ 2014-2020, χρειάζεται να λαμβάνουν υπ' όψιν τους τις ειδικές συνθήκες των ορεινών περιοχών και εκτός των εισοδηματικών κριτηρίων όσον αφορά στη χορήγηση επιδοτήσεων να περιλαμβάνουν και γεωγραφικά κριτήρια. Επίσης, θα πρέπει να εξεταστεί αν η επιδότηση αγοράς πετρελαίου θέρμανσης μπορεί να μετατραπεί σε επιδότηση αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Κάτι τέτοιο μπορεί να έχει μακροπρόθεσμα οφέλη κι όχι απλώς να καλύπτει πρόσκαιρα τα προβλήματα.

## **Βιβλιογραφία Ελληνική**

- Γιαννακοπούλου Στ. (2012). *Αποτίμηση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής των ορεινών περιοχών με μεθόδους περιβαλλοντικής οικονομίας*. Διδακτορική Διατριβή. ΕΜΠ Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών. Επιβλέπων καθ. Δ. Καλιαμπάκος.
- Καλιαμπάκος Δ., Γιαννακοπούλου Στ., & Κατσουλάκος Ν. (2009). *Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών*. Σημειώσεις μαθήματος "Εισαγωγή στο Περιβάλλον και την Κοινωνία των Ορεινών Περιοχών", ΔΠΜΣ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών" ΕΜΠ.
- Καλιαμπάκος Δ. (επιμ.). *Οι ανανεώσιμες πηγές και η εξοικονόμηση ενέργειας ως εργαλεία αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας στις ορεινές περιοχές. Αποτελέσματα του ερευνητικού προγράμματος «Ανάπτυξη πολυπαραμετρικού μαθηματικού μοντέλου για τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού σε Ορεινές περιοχές - ΑΕΝΑΟΣ»*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα: 2015.
- Κατσουλάκος Ν. (2013). *Βέλτιστη Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις Ορεινές Περιοχές. Η περίπτωση του Μετσόβου*. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών. Αθήνα: 2013.

- Λαφαζάνη Π. (2010). Περιφερειακές διαφοροποιήσεις στο γεωγραφικό χώρο του ορεινού πληθυσμού της Ελλάδας. *Η ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών*. 6ο συνέδριο του ΕΜΠ και του ΜΕΚΔΕ του ΕΜΠ. Μέτσοβο, 16-19 Σεπτεμβρίου 2010.
- Ματσούκα Π., & Αδαμακόπουλος Τ. (2008). Τα ελληνικά βουνά: Περιβάλλον - κατοίκηση - ορεινός τουρισμός. Στο Συλλογικό, *Ορεινός Χώρος και Δάση*. Αθήνα: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΠΠΕ).

### **Ξενόγλωσση**

- Butti G., Papaemmanouil A. & Andersson G. (2008). External Costs of Power Production in South Eastern Europe. *2nd WSEAS/IASME International Conference on Renewable Energy Sources*. Corfu.
- Coello J. (2011). Green Rural Electrification in Mountains. *Mountain Forum Bulletin 2011: Mountains and Green Economy*.
- EU. (2006). *EXTERNE - Externalities of Energy Production. A research project of the European Commission*. Ανάκτηση από την Ιστοσελίδα του ερευνητικού προγράμματος EXTERNE της Ευρωπαϊκής Ένωσης: [http://www.externe.info/externe\\_2006/](http://www.externe.info/externe_2006/)
- Ferguson R., Wilkinson W. & Hill R. (2000). Electricity use and economic development. *Renewable Energy*, 28, σσ. 923-934.
- Georgakellos D. A. (2007). External Cost of air pollution from thermal power plants: case of Greece. *International Journal of Energy Sector Management*, 1, σσ. 257-272.
- Georgakellos, D. A. (2012). Climate Change external cost appraisal of electricity generation from life cycle perspective: the case of Greece. *Journal of Cleaner Production*, 32, σσ. 124-140.
- Giannakopoulou S., & Kaliampakos D. (2010). Valuing vernacular architecture: An innovative tool in sustainable. *International Conference on Global Change and the World's Mountains*. 26-30/9/2010. Perth, Scotland.
- Goldemberg J., Johansson T., Reddy A., & Williams R. (1985). Basic Needs and Much More with One Kilowatt per Capita. *Ambio*, 14, σσ. 190-200.
- Hoyos D. & Mariel P. (2010). Contingent Valuation: Past, Present and Future. *Prague Economic Papers*, 4, 329-343.
- Katsoulakos N. (2011). Combating Energy Poverty in Mountainous Areas Through Energy-saving Interventions. *Mountain Research and Development*, 34, 284-292.
- Katsoulakos N., Kaliampakos D. (2014). What is the impact of altitude on energy demand? A step towards developing specialized energy policy for mountainous areas. *Energy Policy*, 71, 130-138.
- Khan S. I. (2003). Protecting the poor in the era of utility privatization. *Energy for Sustainable Development*, VII, σσ. 49-56.
- Papada L., Kaliampakos D. (2016). Developing the energy profile of mountainous areas. *Energy*, 107, 205-214.
- Venkatachalam L. (2004). The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*, 24, σσ. 89-124.

# **The importance of energy saving for the integrated development of mountainous areas**

**N. Katsoulakos**, Mechanical Engineer, PhD, MSc “Environment and Development”  
Scientific Collaborator, Metsovion Interdisciplinary Research Center

## **Abstract**

The access to sufficient, affordable and modern energy services is directly related to the economic and social development. The economic crisis, combined with increased fuel prices, from time to time, leads many households to being unable to cover their energy needs. This phenomenon is known as energy poverty. Especially in mountainous areas, where thermal loads are particularly increased and the building stock old, the inhabitants are particularly vulnerable to energy poverty. One way of tackling energy poverty is increasing energy efficiency, in order to reduce energy consumption. The present study attempts to highlight the importance of energy saving in mountainous areas, through the presentation of findings from decentralized energy planning models. Through energy saving, three major positive impacts can be achieved, namely; reduction in the environmental footprint of the building sector, reduction in households' expenditure and good macroeconomic results, because of the reduction in the consumption of imported fuels. So, promoting energy saving in mountainous areas should be a central part of policies aiming at their integrated development.