

Θέμα εργασίας: *Μετάφραση από τα αγγλικά στα ελληνικά και σχολιασμός του άρθρου “Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece”*

Όνομα: Κυπαρίσσης Νικόλαος

Αριθμός Μητρώου: Ξ2014032

Ιόνιο Πανεπιστήμιο Τμήμα Ξένων Γλωσσών Μετάφρασης και Διερμηνείας

Επιβλέποντες Καθηγητές: Σωτήριος Γ. Κεραμίδας

Παναγιώτης Κελάνδριας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Πρόλογος
- Μετάφρασμα
- Πρωτότυπο κείμενου
- Σχολιασμός
- Βιβλιογραφία
- Ηλεκτρονικές πηγές
- Λεξικά
- Γλωσσάριο (Ξεχωριστό συνημμένο αρχείο σε μορφή Excel)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, έχει ως θέμα *Μετάφραση από τα αγγλικά στα ελληνικά και σχολιασμός του άρθρου “Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece”, «Χρήση ανανεώσιμης ενέργειας για τη δημιουργία οικιστικών κτιρίων ουδέτερου ισοζυγίου διοξειδίου του άνθρακα στην Βόρειο Ελλάδα», που δημοσιεύτηκε στο «Open Journal of Energy Efficiency» και αναδημοσιεύτηκε από τον ιστότοπο «Scientific Research Publishing» (<https://www.scirp.org/journal/OJEE/>) και έχει συνταχθεί από τον καθηγητή Ιωάννη Βουρδούμπα. Το Open Journal of Energy Efficiency (EJEE) είναι ένα δωρεάν περιοδικό που δημοσιεύεται κάθε τρίμηνο και αποτελεί μια πλατφόρμα για επιστήμονες και ακαδημαϊκούς ανά τον κόσμο για να προωθήσουν, να μοιραστούν και να συζητήσουν διάφορα θέματα και εξελίξεις σε όλους τους τομείς σχετικά με τη ενεργειακής απόδοσης. Ενώ, το Scientific Research Publishing (SCIRP) είναι ένας από τους μεγαλύτερους εκδότες περιοδικών ανοικτής πρόσβασης. Αυτή τη στιγμή δημοσιεύει διαδικτυακά περισσότερα από 200 ηλεκτρονικά περιοδικά με ανοικτή πρόσβαση, τα οποία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ακαδημαϊκών κλάδων. Το SCIRP εξυπηρετεί τις παγκόσμιες ακαδημαϊκές κοινότητες και συμβάλλει στην πρόοδο και την εφαρμογή της επιστήμης με τη δημοσίευσή της.*

Χρήση ανανεώσιμης ενέργειας για τη δημιουργία οικιστικών κτιρίων ουδέτερου ισοζυγίου διοξειδίου του άνθρακα στην Βόρεια Ελλάδα

Ιωάννης Βουρδούμπας

Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (ΜΑΙΧ), Χανιά, Κρήτη, Ελλάδα
Email: vourdoubas@maich.gr

Χρήση κειμένου ως βιβλιογραφική αναφορά: Vourdoubas, J. (2018) Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece. *Open Journal of Energy Efficiency*, 7, 75-87.
<https://doi.org/10.4236/ojee.2018.73005>

Received: August 13, 2018
Accepted: September 25, 2018
Published: September 28, 2018

Copyright © 2018 by author and Scientific Research Publishing Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Περίληψη

Η ανάγκη αντιμετώπισης της παγκόσμιας απειλής της κλιματικής αλλαγής, έχει αυξήσει την ανησυχία μας για τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, γεγονός που οδηγεί στη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας αυξάνοντας τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω διαφόρων οδηγιών στοχεύει στην αύξηση της βιωσιμότητας των κτιρίων, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας, τη χρήση ορυκτών καυσίμων και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Σε αυτό το πλαίσιο, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και τον περιορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος έχει ερευνηθεί η χρήση ανανεώσιμης ενέργειας σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα. Η χρήση τοπικά διαθέσιμης ανανεώσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ενέργειας, της στερεής βιομάζας και της απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, έχει προταθεί για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών σε ένα σπίτι. Οι τεχνολογίες τους για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανεπτυγμένες, αξιόπιστες και οικονομικά αποδοτικές. Τα αποτελέσματα έχουν δείξει ότι η συνδυασμένη χρήση των προαναφερόμενων βιώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκαλούνται από τη χρήση ενέργειας. Το επενδυτικό κόστος ενός σπιτιού στις 150 m² κυμαίνεται από 6200 € έως 10.700 € ή από 41.33 έως 71.33 € ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου, το οποίο είναι σχετικά χαμηλό σε σχέση με το κόστος κατασκευής του. Ως εκ τούτου, η δημιουργία οικιστικών κτιρίων με μηδενικές εκπομπές CO₂, λόγω ενεργειακής χρήσης, στη βόρεια Ελλάδα είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτή.

Λέξεις κλειδιά

Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ηλεκτρική ενέργεια, Ελλάδα, ανανεώσιμη ενέργεια, κτίρια κατοικιών

1. 1. Εισαγωγή

1.1. Χρήση βιομάζας στον οικιακό τομέα

Οι Carlini et al. [1] αναφέρουν την οικονομική αξιολόγηση των εγκαταστάσεων ατμολέβητων βιομάζας για θέρμανση των ιταλικών κτιρίων κατοικιών. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η στερεή βιομάζα, συμπεριλαμβανομένων των λεβήτων ξύλου και πελλετ, μπορεί να παράσχει θερμότητα για θέρμανση χώρου και ζεστό νερό οικιακής χρήσης σε ένα σπίτι. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εγκατάσταση ενός λέβητα βιομάζας είχε ως αποτέλεσμα οικονομικά οφέλη που θα ήταν υψηλότερα εάν προσφερόταν κρατική επιδότηση. Μια επισκόπηση της θέρμανσης από βιομάζα για βρετανικές κατοικίες παρουσιάστηκε από τον Dwyer [2]. Ο συγγραφέας δήλωσε ότι η χρήση βιομάζας για θέρμανση πρέπει να εξετάζεται στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού του κτιρίου. Μια μελέτη για την παραγωγή θερμότητας από βιομάζα σε οικιστικά κτίρια στην Ισπανία έχει αναφερθεί από τους Las-Heras-Casas et al. [3] Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η χρήση βιομάζας στον οικιακό τομέα θα μπορούσε να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων κλιματικής και ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ για το 2020. Ισχυρίστηκαν επίσης ότι η χρήση βιομάζας θα μπορούσε να μειώσει την πρωτογενή κατανάλωση μη- ανανεώσιμης ενέργειας σε κτίρια κατά 93% και τις εκπομπές CO₂ κατά 94%.

1.2. Χρήση στερεής βιομάζας σε συστήματα τηλεθέρμανσης

Οι Ericsson et al. [4] έχουν αναφέρει στην εισαγωγή και την επέκταση της χρήσης βιομάζας στα σουηδικά συστήματα τηλεθέρμανσης. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η τηλεθέρμανση ικανοποιεί περίπου το 60% της ζήτησης θερμότητας σε κτίρια της Σουηδίας και μόνον η βιομάζα αντιπροσωπεύει περίπου το ήμισυ της παροχής θερμότητας. Ο σχεδιασμός των συστημάτων τηλεθέρμανσης βιομάζας έχει αναφερθεί από τον Vallios et al. [5] Οι συγγραφείς παρουσίασαν μια μεθοδολογία σχεδιασμού συστημάτων τηλεθέρμανσης που τροφοδοτούνται με βιομάζα χρησιμοποιώντας μια παραμετρική λογική η οποία βοηθά έναν μη έμπειρο μηχανικό να σχεδιάσει τέτοια συστήματα. Η τηλεθέρμανση της βιομάζας σε πιλοτικές εγκαταστάσεις για δημόσια κτίρια παρουσιάστηκε από τους Χατζηστυγιάννη et al.[6] Οι συγγραφείς πρότειναν μια μεθοδολογία για τη θέρμανση δημόσιων κτιρίων με συστήματα τηλεθέρμανσης που τροφοδοτούνται με βιομάζα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα οφέλη για τους αγροτικούς δήμους είναι σημαντικά όσον αφορά στο λειτουργικό κόστος και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι Μαργαρίτης et al. [7] έχουν αναφέρει την εισαγωγή ανανεώσιμης ενέργειας στο σύστημα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι διάφορα συστήματα τηλεθέρμανσης στη βόρεια Ελλάδα χρησιμοποιούν την απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν λιγνίτη. Ωστόσο, αυτοί οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα κλείσουν τα επόμενα χρόνια.

Εκτίμησαν ότι η στερεή βιομάζα, διαθέσιμη σε τοπικό επίπεδο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αντί της απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας στα υπάρχοντα συστήματα τηλεθέρμανσης και ότι η αντικατάσταση του καυσίμου είναι οικονομικά αποδοτική.

1.3. Χρήση απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας σε συστήματα τηλεθέρμανσης

Οι Dorasic et al. [8] κάνουν αναφορά στην υπερβολική χρήση θερμότητας στα συστήματα τηλεθέρμανσης. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι τα συστήματα τηλεθέρμανσης προσφέρουν πολλά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τα ατομικά συστήματα θέρμανσης. Αναφέρουν επίσης ότι η πλεονάζουσα θερμότητα μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε ένα λειτουργικό σύστημα θέρμανσης αστικής περιοχής, ανάλογα με τη διαθέσιμη πλεονάζουσα παροχή θερμότητας και την απόστασή της από το σημείο ζήτησης θερμότητας. Οι Karλόπουλος et al. [9] έχουν αναφέρει την εμπειρία των συστημάτων τηλεθέρμανσης που λειτουργούν στη βόρεια Ελλάδα χρησιμοποιώντας απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα από τις θερμοηλεκτρικές εγκαταστάσεις που λειτουργούν με λιγνίτη. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι πολλά από τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που προέκυψαν τα τελευταία δέκα χρόνια οφείλονται στη λειτουργία αυτών των συστημάτων στη βόρεια Ελλάδα. Οι Fang et al. [10] διερεύνησαν τη χρήση της βιομηχανικής απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας για τηλεθέρμανση χαμηλής θερμοκρασίας. Οι συγγραφείς πρότειναν μια ολιστική προσέγγιση στην ολοκληρωμένη και αποδοτική χρήση χαμηλής ποιότητας βιομηχανικής απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας. Αναφέρθηκαν τέσσερα σημαντικά πλεονεκτήματα: 1) η βελτίωση της απόδοσης της θερμικής ενέργειας στα εργοστάσια, 2) οικονομικότερη θέρμανση από την παραδοσιακή, 3) η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και 4) η μείωση της θερμικής ρύπανσης εξαιτίας της απορριπτόμενης θερμότητας από βιομηχανικές διεργασίες.

1.4. Χρήση ηλιακής θερμικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης

Οι Greening et al. [11] αναφέρονται στην οικιακή θέρμανση νερού στο Ηνωμένο Βασίλειο. Λαμβάνοντας υπόψη τη χαμηλή ηλιακή ακτινοβολία στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δυνατότητα των ηλιακών θερμικών συστημάτων να συμβάλλουν σε πιο βιώσιμη εγχώρια παροχή ενέργειας είναι περιορισμένη. Μια ανασκόπηση των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού παρουσιάστηκε από τους Vinubhai et al. [12]. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η ηλιακή θέρμανση νερού είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές τεχνολογίες μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια και είναι σήμερα μια ανεπτυγμένη και εμπορευματοποιημένη τεχνολογία. Ωστόσο, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει δυνατότητα για περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης του συστήματος και αύξηση της αξιοπιστίας και της αποδοτικότητάς του. Οι Aelenei et al. [13] έχουν αναφερθεί στο συστηματικό χαρακτηρισμό των ηλιακών θερμικών συστημάτων που είναι εγκατεστημένα σε κτίρια.

Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι εκτός από τον χαρακτηρισμό της ενεργειακής τους απόδοσης, πρόσθετα κριτήρια για την αξιολόγηση αυτών των συστημάτων πρέπει να περιλαμβάνουν διαρθρωτικές, λειτουργικές και αισθητικές πτυχές. Οι Tian et al. [14] επανεξέτασαν τους ηλιακούς συλλέκτες και συσσωρευτές θερμότητας σε ηλιακές θερμικές εφαρμογές. Οι συγγραφείς έχουν εξετάσει διάφορους τύπους συγκεντρωτικών και μη συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών με ή χωρίς συστήματα ανίχνευσης του ήλιου. Έχουν επίσης εξετάσει την ηλιακή θερμική αποθήκευση ενέργειας ως αισθητή θερμότητα, λανθάνουσα θερμότητα και σε υλικά αποθήκευσης χημικής θερμότητας. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μεταξύ των μη συγκεντρωτικών συλλεκτών οι φωτοβολταϊκοί-θερμικοί συλλέκτες δείχνουν την καλύτερη συνολική απόδοση. Ο Καλογήρου [15] έχει αναφέρει τις θερμικές επιδόσεις, την οικονομική και περιβαλλοντική ανάλυση του κύκλου ζωής των ηλιακών θερμοσιφώνων παραγωγής ζεστού νερού. Ο συγγραφέας έχει μελετήσει ένα απλό θερμοσιφωνικό σύστημα που παράγει ζεστό νερό για μια οικογένεια τεσσάρων ατόμων. Τα αποτελέσματά του έδειξαν ότι μπορεί να καλύψει έως και το 79% των ετήσιων αναγκών ζεστού νερού οικιακής χρήσης. Η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης κυμαίνεται από 2,7 - 4,5 έτη, ανάλογα με το σύστημα υποστήριξης που χρησιμοποιείται, ενώ επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 70%.

1.5. Χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι Salem et al. [16] αναφέρονται στην κατασκευή φωτοβολταϊκών ενσωματωμένα σε κτίρια σε μεσογειακές χώρες. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η λεκάνη της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, στα 7.5 - 8 KWh /τ.μ. ετησίως, και υψηλές θερμοκρασίες που μειώνουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα που τοποθετούνται σε εταιρικά κτίρια, τα οποία λειτουργούν κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, μπορούν να καλύψουν το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών τους αναγκών. Οι Hayter et al. [17] αναφέρονται στις εφαρμογές ηλιακών φωτοβολταϊκών σε κτίρια. Οι συγγραφείς έχουν διερευνήσει την απόδοση τριών ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, στα 7 KWp έως 60 KWp, εγκατεστημένα σε τρία εταιρικά κτίρια. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτά τα συστήματα έχουν μειώσει τα ηλεκτρικά φορτία στα κτίρια, γεγονός που υποδηλώνει ότι έπρεπε να έχουν ενσωματωθεί στο κτίριο κατά την αρχική του φάση σχεδιασμού. Οι Biyik et al. [18] αναφέρονται στην κατασκευή ενσωματωμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι τα ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν προσελκύσει την τελευταία δεκαετία ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον και θεωρούνται δυνητική τεχνολογία για την κάλυψη μέρους του ηλεκτρικού φορτίου στα κτίρια. Εξέτασαν επίσης τη δυνατότητα εξαερισμού του φωτοβολταϊκού συστήματος προκειμένου να μειωθεί η θερμοκρασία των πάνελ και να αυξηθεί η αποδοτικότητά τους. Ο Τσελεπής [19] αναφέρεται στις εξελίξεις στην αγορά φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα σε σχέση με τις περιπτώσιολογικές μελέτες που αφορούν στην καταμέτρηση καθαρής ενέργειας. Ο συγγραφέας δήλωσε ότι οι κανονισμοί καταμέτρησης καθαρής ενέργειας εισήχθησαν στην Ελλάδα στο τέλος

του 2014. Οι δύο περιπτώσιολογικές μελέτες που παρουσιάστηκαν για ένα νοικοκυριό και μια εμπορική επιχείρηση έδειξαν την ελκυστικότητά και τη βιωσιμότητα του προγράμματος καταμετρησης καθαρής ενέργειας στην Ελλάδα.

1.6. Κτίρια μηδενικού ενεργειακού και μηδενικού ανθρακικού ισοζυγίου

Οι Ferrante et al. [20] διερεύνησαν την επίτευξη μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου και μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σπίτια στο μεσογειακό κλίμα. Αναφορικά με μια πόλη στη νότια Ιταλία, οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η δημιουργία σπιτιών με μηδενικό ενεργειακό ισοζύγιο και μηδενικές εκπομπές CO₂ είναι εφικτή στη λεκάνη της Μεσογείου. Μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες, τοπικά υλικά και παραδοσιακές κατασκευαστικές διαδικασίες. Ο Βουρδουμπάς [21] αναφέρεται στη δημιουργία κτιρίων με μηδενικές εκπομπές CO₂ στην Κρήτη. Ο συγγραφέας δήλωσε ότι με το συνδυασμό διαφόρων τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας μπορούν να δημιουργηθούν κτίρια με μηδενικές εκπομπές άνθρακα. Αναφέρει ότι η ηλιακή θερμική ενέργεια, τα φωτοβολταϊκά, η στερεή βιομάζα και οι αντλίες θερμότητας εδάφους σε συνδυασμό, μπορούν να παράγουν όλη τη θερμότητα και την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτούνται από ένα κτίριο, μηδενίζοντας το ανθρακικό του αποτύπωμα εξαιτίας της χρήσης ενέργειας. Η δημιουργία κτιρίων κατοικιών με μηδενικές εκπομπές CO₂ μέσω της λειτουργίας και ενσωματωμένης χρήσης ενέργειας έχει αναφερθεί από τον Βουρδούμπα[22]. Ο συγγραφέας δήλωσε ότι ο συνδυασμός διαφόρων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας θα μπορούσε να μηδενίσει τις εκπομπές CO₂ που προκαλούνται από την ενεργειακή κατανάλωση. Ανέφερε επίσης ότι, προκειμένου να μηδενιστεί η ενσωματωμένη χρήση ενέργειας στο κτίριο, απαιτείται η παραγωγή επιπλέον ηλιακού ηλεκτρισμού που εισάγεται στο δίκτυο. Οι Nielsen et al. [23] αναφέρονται στην πλεονάζουσα παραγωγή θερμότητας των μελλοντικών κτιρίων μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου (NZEB) στις περιοχές τηλεθέρμανσης στη Δανία. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι τα περισσότερα κτίρια στη Δανία συνδέονται με ηλεκτρικά δίκτυα και περίπου τα μισά με συστήματα τηλεθέρμανσης γεγονός που επιτρέπει την ανταλλαγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των κτιρίων και των δικτύων. Διαπίστωσαν ότι η πλεονάζουσα θερμότητα, που παράγεται από τα ηλιακά θερμικά συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κτίρια μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου, μπορεί να σταλεί στο σύστημα τηλεθέρμανσης μειώνοντας τη χρήση καυσίμων για την παραγωγή θερμότητας.

Παρόλο που πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στη χρήση διαφόρων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας σε κτίρια, δεν έχει δώσει μέχρι στιγμής καμία προσοχή στη δυνατότητα δημιουργίας κτιρίων μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου που αντικαθιστούν τα ορυκτά καύσιμα με αξιόπιστες και οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας. Ωστόσο, στην τρέχουσα εποχή της βιώσιμης ανάπτυξης και της κλιματικής αλλαγής, είναι ύψιστης σημασίας η ελαχιστοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε διάφορους τομείς. Η παρούσα μελέτη δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η χρήση καλά αποδεδειγμένων

τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία οικιστικών κτιρίων μηδενικού ανθρακικού ισοζυγίου στην Ελλάδα.

Οι στόχοι της παρούσας εργασίας είναι:

- 1) Η παρουσίαση διαφόρων τεχνολογιών αειφόρου ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα,
- 2) προκαταρκτική μέτρηση των τεχνολογιών αειφόρου ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ένα τυπικό κτίριο κατοικιών για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και
- 3) Αξιολόγηση της σκοπιμότητας δημιουργίας κτιρίων κατοικιών με μηδενικές εκπομπές άνθρακα στη βόρεια Ελλάδα.

2. Χρήση ενέργειας σε οικιστικά κτίρια

Τα οικιστικά κτίρια καταναλώνουν ενέργεια σε διάφορους τομείς, μεταξύ των οποίων:

- 1) Θέρμανση χώρου,
- 2) Ψύξη χώρου,
- 3) Παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης,
- 4) Φωτισμός, και
- 5) Λειτουργία διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών.

Η κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς σε κτίρια κατοικιών εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως:

- 1) Το τοπικό κλίμα,
- 2) Η ποιότητα κατασκευής του κτιρίου, που χαρακτηρίζει την ενεργειακή του απόδοση, και
- 3) Η συμπεριφορά των κατοίκων

Η τυπική ενεργειακή χρήση σε διάφορους τομείς σε κτίριο κατοικιών στην Κρήτη παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1**.

Πί — Πηγ	Τομέας	% Χρήση ενέργεια	Κατανάλωση ενέργειας (KWh/μ ² χρόνο)
	Θέρμανση χώρου	63%	107.1
	Παραγωγή Ζεστού νερού	9%	15.3
	Ηλεκτρισμός	12%	20.4
	Διάφορες χρήσεις, όπως		
	ψύξη χώρου	16%	27.2
	Σύνολο	100%	170

3. Προαπαιτούμενα για τη δημιουργία κτιρίων μηδενικών εκπομπών άνθρακα μέσω χρήσης ενέργειας

Ένα οικιστικό κτίριο συνδεδεμένο σε δίκτυο θα μηδένιζε τις εκπομπές άνθρακα που προκύπτουν από τη χρήση ενέργειας, εάν πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις.

- 1) Όλες οι ανάγκες θέρμανσης χώρων και παραγωγής ζεστού νερού να καλύπτονται από ανανεώσιμη ενέργεια ή άλλους ενεργειακούς πόρους από μη ανθρακικές πηγές ενέργειας, αντί για ορυκτά καύσιμα, και
- 2) Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο να αντισταθμίζεται ετησίως με πράσινη ηλεκτρική ενέργεια, όπως η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά πάνελ που θα βρίσκονται στην οροφή του κτιρίου.

Εάν πληρούνται αυτές οι δύο προϋποθέσεις, το ισοζύγιο των ανθρακικών εκπομπών που προκύπτουν από τη χρήση ενέργειας του κτιρίου κατοικιών θα είναι μηδενικό. Θεωρείται πως όλη η ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου παράγεται από ορυκτά καύσιμα που εκπέμπουν CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, μέρος της ενέργειας του δικτύου στην Ελλάδα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων υδροηλεκτρικών, αιολικών και φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Εκτός από την ενέργεια που καταναλώνεται κατά τη λειτουργία του κτιρίου, καταναλώνεται επιπλέον ενέργεια κατά την κατασκευή, την ανακαίνιση και την κατεδάφισή του. Ο Βουρδουμπάς, το 2017, επανεξετάζοντας τα αποτελέσματα από διάφορες μελέτες, έδειξε ότι η λειτουργική χρήση ενέργειας ενός κτιρίου αντιστοιχεί περίπου στο 85% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κύκλου ζωής του και το υπόλοιπο 15% είναι η ενσωματωμένη ενέργεια. Για να μηδενιστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κτιρίου, απαιτείται και μπορεί να εγκατασταθεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μεγαλύτερου μεγέθους. Ωστόσο, οι υφιστάμενοι κανονισμοί στην Ελλάδα για την καταμέτρηση καθαρής ενέργειας αντισταθμίζουν μόνο την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που αντιστοιχεί στην ετήσια κατανάλωση του κτιρίου. Η πλεονάζουσα παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποστέλλεται στο δίκτυο ενώ ο παραγωγός-καταναλωτής δεν λαμβάνει καμία οικονομική αποζημίωση γι' αυτό.

4. Διαθεσιμότητα ηλιακής ενέργειας, στερεής βιομάζας και απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας στη Βόρεια Ελλάδα

Η ηλιακή ενέργεια είναι άφθονη στη βόρεια Ελλάδα και χρησιμοποιείται ήδη για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας με ηλιοθερμικά και ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Και τα δύο χρησιμοποιούνται σήμερα σε κτίρια για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι ανεπτυγμένα, αξιόπιστα και οικονομικά αποδοτικά. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα

κτίρια που συνδέονται σε δίκτυο επιτρέπεται σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία σχετικά με τους κανονισμούς καταμέτρησης καθαρής ενέργειας. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ελλάδα για την παραγωγή ζεστού νερού. Ωστόσο, η χρήση τους για θέρμανση και ψύξη χώρου είναι μάλλον περιορισμένη. Στη Βόρειο Ελλάδα, υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα σε στέρεη βιομάζα, συμπεριλαμβανομένων γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων, υπολειμμάτων και αποβλήτων. Χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή θερμότητας, συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης χώρων και της παραγωγής ζεστού νερού οικιακής χρήσης, σε κτίρια κατοικιών. Διάφοροι τύποι στερεής βιομάζας χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων καυσόξυλων, πελλέτων και ξύλινων πλίνθων (μπρικέτες), που τροφοδοτούν ξυλόσομπες, τζάκια και συστήματα κεντρικής θέρμανσης. Παρόλο που η χρήση στερεής βιομάζας σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα είναι καλά ανεπτυγμένη, η χρήση της στην τροφοδότηση των συστημάτων τηλεθέρμανσης είναι ελλιπής. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημερινή σοβαρή οικονομική κρίση στην Ελλάδα, η θέρμανση οικιστικών κτιρίων με στερεή βιομάζα, αντί συμβατικών καυσίμων, θεωρείται μια φθηνή και προσιτή μέθοδος θέρμανσης πολλών ανθρώπων. Η διαθεσιμότητα απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας στη βόρεια Ελλάδα είναι υψηλή σε περιοχές με θερμοηλεκτρικούς σταθμούς που λειτουργούν με λιγνίτη. Αυτές οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγουν μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού που θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν σε συστήματα τηλεθέρμανσης που παρέχουν θερμότητα σε κτίρια και σε άλλες δραστηριότητες. Αν και η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα από αυτές τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορεί να θεωρηθεί πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, η επαναχρησιμοποίησή της είναι επιθυμητή, προωθώντας την κυκλική οικονομία, αυξάνοντας τη συνολική απόδοση των ηλεκτρικών σταθμών, αποφεύγοντας τη θερμική ρύπανση των δεξαμενών νερού και εξαλείφοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Προς το παρόν, τα συστήματα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παρέχουν θέρμανση σε λίγες πόλεις της Βόρειας Ελλάδας, συμπεριλαμβανομένων Κοζάνη και Πτολεμαΐδα που βρίσκονται κοντά στους σταθμούς. Η ηλιακή ενέργεια, η στερεή βιομάζα και η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα, αν συνδυαστούν, μπορούν να καλύψουν όλες τις ενεργειακές ανάγκες σε κτίρια κατοικιών μηδενίζοντας εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από τη λειτουργική χρήση της ενέργειας. Η χρήση ηλιακής ενέργειας, στερεάς βιομάζας και απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε κτίρια κατοικιών παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2**.

5. Χρήση της Στερεάς Βιομάζας και της Ηλιακής Ενέργειας για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών σε οικιστικά κτίρια

Όλες οι ανάγκες θέρμανσης σε οικιστικά κτίρια μπορούν να καλυφθούν με τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας, ενώ φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τοποθετημένες στην οροφή μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ίση με την ποσότητα που καταναλώνεται ετησίως από το κτίριο. Η στερεή βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεμονωμένα συστήματα θέρμανσης χώρων και παραγωγής ζεστού νερού, ενώ τα ηλιακά θερμικά συστήματα με συλλέκτες επίπεδης πλάκας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ζεστού νερού. Και οι δύο τεχνολογίες είναι αξιόπιστες, ανεπτυγμένες και οικονομικά αποδοτικές και χρησιμοποιούνται ήδη σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να χρησιμοποιούνται πρόσφατα σε κτίρια συνδεδεμένα σε δίκτυο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αντισταθμίζοντας τον ηλεκτρισμό του δικτύου που καταναλώνεται από το κτίριο ετησίως, σύμφωνα με τους κανονισμούς καταμέτρησης καθαρής ενέργειας. Η χρήση τους έχει προωθηθεί τα τελευταία χρόνια, χάρη στο γεγονός πως οι τιμές τους έχουν μειωθεί σημαντικά και η χρήση τους είναι οικονομικά αποδοτική. Εναλλακτικά, τα συστήματα τηλεθέρμανσης που τροφοδοτούνται με στερεά βιομάζα μπορούν να παράσχουν όλη την απαιτούμενη θερμότητα στα κτίρια.

Πίνακας 2. Χρήση ηλιακής ενέργειας, στερεής βιομάζας και απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε κτίρια κατοικιών.

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση χώρου	Παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης	Παραγωγή ηλεκτρισμού
Ηλιακή θερμική ενέργεια		+	
Ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια			+
Στέρεη βιομάζα σε συστήματα ατομικά ή τηλεθέρμανσης	+	+	
Απωλεσθείσα θερμότητα σε συστήματα τηλεθέρμανσης	+	+	

Δυστυχώς τα συστήματα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν στερεά βιομάζα δεν χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα. Ως εκ τούτου, η συνδυασμένη χρήση στερεής βιομάζας, ηλιοθερμικής ενέργειας και φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές ανάγκες σε οικιστικά κτίρια που συνδέονται σε δίκτυο, οδηγώντας σε ουδέτερο ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα από τη λειτουργική χρήση ενέργειας. Τα χαρακτηριστικά των προαναφερομένων τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας παρουσιάζονται στον **Πίνακα 3**.

Το μέγεθος των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας για την παροχή της απαιτούμενης ενέργειας σε ένα κτίριο κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα που θα οδηγούσε σε ουδέτερο ισοζύγιο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει υπολογιστεί σύμφωνα με τις ακόλουθες παραδοχές.

- 1) Η καλυμμένη επιφάνεια του σπιτιού είναι 150τ.μ.,
- 2) Η κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς του σπιτιού είναι παρόμοια με αυτή που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Ως εκ τούτου, οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρου είναι 14.175KWhth / έτος, για παραγωγή ζεστού νερού 2025KWhth/ έτος και για ηλεκτρική ενέργεια 6300KWhel/ έτος, συνολικά 22.500 KWh / έτος,
- 3) Η στερεή βιομάζα χρησιμοποιείται σε μεμονωμένα συστήματα που καλύπτουν όλες τις ανάγκες για θέρμανση του χώρου και το 50% των αναγκών για ζεστό νερό οικιακής χρήσης. Η στερεή βιομάζα θα πρέπει να παρέχει 15.187,5KWhth / έτος, υποθέτοντας ότι θα λειτουργήσει 1000 ώρες το χειμώνα.
- 4) Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα καλύπτει το υπόλοιπο 50% των αναγκών του για ζεστό νερό οικιακής χρήσης παρέχοντας 1012,5KWhth/ έτος. Θα παρέχει ζεστό νερό κατά τη διάρκεια των ζεστών ημερών όταν δεν απαιτείται θέρμανση χώρου. Ένα σύστημα με συλλέκτες επίπεδης πλάκας στα 2 τ.μ. μπορεί να το καλύψει. Θεωρείται ότι το ηλιακό θερμικό σύστημα θα παράγει το καλοκαίρι 600 KWh ανά τ.μ. των συλλεκτών επίπεδης πλάκας
- 5) Ένα ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα εγκατεστημένο στην οροφή και συνδεδεμένο με το δίκτυο παράγει ετησίως την ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος που καταναλώνεται στο κτίριο, σύμφωνα με

Table 3. Χαρακτηριστικά διαφόρων τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας και απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα.

Πηγή Ενέργειας/ Τεχνολογία	Παραγόμενη Ενέργεια	Χρήση ενέργειας στο κτίριο	Φερεγγυότητα τεχνολογίας	Οικονομική απόδοση της τεχνολογίας	Η χρήση της σήμερα στη Β. Ελλάδα
Στέρηση βιομάζας σε ατομικό σύστημα	Θέρμανση Θέρμανση χώρου, παραγωγή ζεστού νερού	Θέρμανση	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
Στέρηση βιομάζας σε σύστημα τηλεθέρμανσης	Θέρμανση Θέρμανση χώρου, παραγωγή ζεστού νερού	Θέρμανση	Υψηλή	Ικανοποιητική	Όχι δεν έχει μελετηθεί
Ηλιοθερμικοί συλλέκτες επίπεδης πλάκας	Θέρμανση Παραγωγή ζεστού νερού	Θέρμανση	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
Φωτοβολταϊκό σύστημα	Ηλεκτρισμός και χρήση ηλεκτρικών συσκευών	Ηλεκτρισμός	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
Πλειονάζουσα (απολεσθείσα) θερότητα από διάφορες εγκαταστάσεις	Θέρμανση Θέρμανση χώρου, παραγωγή ζεστού νερού	Θέρμανση	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι

την πρωτοβουλία καταμέτρησης καθαρής ενέργειας, παρέχοντας 6300 KWhel/έτος.

Θεωρείται ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στη βόρεια Ελλάδα παράγει ετησίως 1400 KWh ανά KWp. Το μέγεθος των απαιτούμενων συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας στο κτίριο κατοικιών είναι:

- 1) Ένα σύστημα καύσης στέρεης βιομάζας με θερμική ισχύ 15 KWh,
- 2) Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα με συλλέκτες επίπεδης πλάκας πλάτους 2 τ.μ., και
- 3) Φωτοβολταϊκό σύστημα με ονομαστική ισχύ 4,5 KWp.

Το κόστος κεφαλαίου των προαναφερθέντων ενεργειακών συστημάτων εκτιμάται, ανάλογα με το κόστος ανά μονάδα, ότι είναι: για το σύστημα καύσης βιομάζας, 300 € ανά Kwh, για το ηλιακό θερμικό σύστημα, 400 € ανά τ.μ. ηλιακού συλλέκτη και για το φωτοβολταϊκό σύστημα 1200 € ανά KWp. Ως εκ τούτου το κόστος για το σύστημα καύσης βιομάζας είναι 4500 €, για το ηλιακό θερμικό σύστημα 800 € και για το φωτοβολταϊκό 5400 €. Συνολικά 10.700 € ή 71.33 € ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου.

6. Χρήση απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας και ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών ενέργειας σε οικιστικά κτίρια

Η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα που από τις θερμοηλεκτρικές εγκαταστάσεις στη βόρεια Ελλάδα, χρησιμοποιείται σήμερα σε συστήματα τηλεθέρμανσης για την παροχή θερμότητας σε κτίρια κατοικιών. Αν και η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα δεν μπορεί να θεωρηθεί ανανεώσιμη πηγή ενέργεια, οι επιπτώσεις της είναι παρόμοιες με αυτές της ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς η χρήση της δεν σχετίζεται με εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ αποφεύγεται η θερμική ρύπανση σε δεξαμενές. Επιπλέον, η τιμολόγηση της απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας είναι πολύ χαμηλή και το κόστος της θερμότητας για τα κτίρια κατοικιών είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με ένα σύστημα τηλεθέρμανσης που τροφοδοτείται από στερεά βιομάζα. Τα συστήματα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν στερεά βιομάζα ή θερμότητα που παράγεται από την αποτέφρωση διαφόρων αποβλήτων. Θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιούν τη θερμότητα που παράγεται από ηλιακά θερμικά συστήματα. Αναφορικά με ένα σπίτι 150 τ.μ. που αναφέρεται παραπάνω, η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας σε συνδυασμό με ένα ηλιακό σύστημα θέρμανσης. Ένα ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να παρέχει όλο τον ηλεκτρισμό δικτύου που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του έτους από ένα σπίτι. Στην περίπτωση αυτή, τα απαιτούμενα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας στο κτίριο κατοικιών περιλαμβάνουν μόνο το ηλιακό θερμικό σύστημα και το ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα ενώ η θερμότητα θα παρέχεται και από το σύστημα τηλεθέρμανσης.

- 1) Το σύστημα τηλεθέρμανσης θα παρέχει ετησίως 15.187,5KWhth/ έτος,
- 2) Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα με συλλέκτες επίπεδης πλάκας των 2 τ.μ. που παρέχουν 1012,5KWhth/ έτος, και
- 3) Ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα με ονομαστική ισχύ 4,5KWp που παρέχει 6300KWhel/ έτος.

Το κεφαλαιακό κόστος των ενεργειακών συστημάτων εκτιμήθηκε πολλαπλασιάζοντας το μέγεθός τους με το κόστος ανά μονάδα που αναφέρεται παραπάνω. Στην περίπτωση παροχής θέρμανσης από ένα σύστημα τηλεθέρμανσης δεν χρειάζεται ατομικό σύστημα θέρμανσης χώρου και το κόστος των ηλιακών θερμικών και ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι 6200 € ή 41,33 € ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου. Το κεφαλαιακό κόστος των συστημάτων αειφόρου ενέργειας που παρέχουν όλη την απαιτούμενη ενέργεια ενός κτίριο κατοικιών παρουσιάζεται στον **Πίνακα 4**.

Πίνακας 4. Κεφαλαιακό κόστος των συστημάτων αειφόρου ενέργειας που καλύπτουν όλες τις ενεργειακές ανάγκες ενός σπιτιού, με καλυμμένη επιφάνεια 150 τ.μ., στη βόρεια Ελλάδα.

Σύστημα ενέργειας	Κόστος χρήσης συστήματος στέρεης βιομάζας, ηλιακού θερμικού συστήματος και ηλιακών φωτοβολταϊκών	Κόστος χρήσης συστήματος τηλεθέρμανσης απολεσθείσας θερμότητας, ηλιακού θερμικού συστήματος και ηλιακών φωτοβολταϊκών
Σύστημα κάυσης στέρεης βιομάζας	4500	-
Ηλιακό θερμικό σύστημα	800	800
Ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα	5400	5400
Σύστημα τηλεθέρμανσης απολεσθείσας θερμότητας	-	0
Σύνολο	10,700	6200
Σύνολο ανά τ.μ. καλυφθέντος χώρου	71.33	41.33

κανονισμούς καταμέτρησης καθαρής ενέργειας και το δίκτυο αστικής θέρμανσης που τροφοδοτείται με απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα. Η σύνδεση του κτιρίου με τα δύο δίκτυα του επιτρέπει να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα με φωτοβολταϊκά πάνελ και να το εγχέει στο δίκτυο. Μπορεί επίσης να παράγει θερμότητα με ηλιακά θερμικά συστήματα εγκατεστημένα στην οροφή του και να την εγχέει στο δίκτυο τηλεθέρμανσης όταν δεν είναι απαραίτητη για το σπίτι. Ως εκ τούτου, το κτίριο θα μπορούσε να συμπεριφέρεται σαν ένας παραγωγός-καταναλωτής που παράγει και καταναλώνει ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Η

χρήση ηλιακής θερμικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης και η χρήση τοπικών πόρων βιομάζας για θέρμανση χώρων σε κτίρια κατοικιών είναι πολύ συχνή στη Βόρεια Ελλάδα λόγω της διαθεσιμότητας της ανανεώσιμης ενέργειας και του χαμηλού κόστους τους σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Η χρήση βιομάζας είναι πιο προσοδοφόρα στις αγροτικές περιοχές σε σύγκριση με τις αστικές λόγω του χαμηλότερου κόστους μεταφοράς. Επιπλέον, οι γεωργοί θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν υπολείμματα βιομάζας από τα δικά τους κτήματα σε πολύ χαμηλό κόστος. Εκτός από τη χρήση στερεάς βιομάζας και απωλεσθείσας (πλεονάζουσας) θερμότητας σε κτίρια κατοικιών, μια εναλλακτική λύση για τη θέρμανση του χώρου είναι η χρήση αντλιών θερμότητας υψηλής απόδοσης, μιας αξιόπιστης και οικονομικά αποδοτικής τεχνολογίας. Ωστόσο, οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια και το αρχικό τους κόστος είναι υψηλό. Εάν πρόκειται, ωστόσο, να χρησιμοποιηθούν το ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα που απαιτείται θα πρέπει να είναι υψηλότερης χωρητικότητας για να παράγει την πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από αυτές. Η χρήση τεχνικών και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης της, δεν έχει εξεταστεί μέχρι στιγμής και δόθηκε έμφαση μόνο στην εκμείνιση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και των εκπομπών CO₂. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο κατοικιών θα οδηγήσει σε μικρότερο μέγεθος των απαιτούμενων ενεργειακών συστημάτων και σε χαμηλότερο κεφαλαιακό κόστος για τον μηδενισμό των εκπομπών άνθρακα λόγω της χρήσης ενέργειας. Ωστόσο, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ και την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία, σχετικά με αυτές τις οδηγίες, η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας είναι ύψιστης προτεραιότητας. Στην περίπτωση που η θέρμανση χώρου στο κτίριο παρέχεται από το σύστημα τηλεθέρμανσης, το κεφαλαιακό κόστος των συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας είναι χαμηλότερο σε σχέση με το κόστος στην περίπτωση χρήσης στερεάς βιομάζας για παραγωγή θερμότητας. Τα υπάρχοντα συστήματα τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα χρησιμοποιούν σήμερα βιομηχανική απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα λόγω χαμηλού κόστους. Εντούτοις, αν οι μακρόχρονοι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με λιγνίτη πρέπει να κλείσουν λόγω της ευρωπαϊκής νομοθεσίας, τα υφιστάμενα συστήματα τηλεθέρμανσης θα πρέπει να χρησιμοποιούν τοπικά διαθέσιμους πόρους βιομάζας για παραγωγή θερμότητας. Ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις το κεφαλαιακό κόστος των ενεργειακών συστημάτων είναι χαμηλό σε σύγκριση με το κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο υπερβαίνει τα 1000€ ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου. Οι προαναφερόμενες ανανεώσιμες ενέργειες, συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ενέργειας και της στερεάς βιομάζας, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και σε οικιστικά κτίρια εκτός Ελλάδος, ιδίως σε περιοχές με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και υψηλή διαθεσιμότητα πόρων βιομάζας όπως σε διάφορες μεσογειακές χώρες και σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

8. Συμπέρασμα

Η συνδυασμένη χρήση διαφόρων ανανεώσιμων και μη-ανθρακικών πηγών ενέργειας, σε κτίρια κατοικιών στη βόρεια Ελλάδα, θα μπορούσε να εκμεινίσει

τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Λόγω της υψηλής διαθεσιμότητας διαφόρων βιώσιμων ενεργειών στη βόρεια Ελλάδα, η δημιουργία κτιρίων κατοικιών με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι εφικτή. Η ηλιακή ενέργεια, η στερεή βιομάζα και η απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα θερμοηλεκτρικούς σταθμούς που λειτουργούν στην περιοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό. Οι τεχνολογίες τους για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανεπτυγμένες, αξιόπιστες και οικονομικά αποδοτικές. Το νομικό πλαίσιο επιτρέπει τη χρήση τους σε οικιστικά κτίρια για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Έχουν αναλυθεί δύο διαφορετικές επιλογές.

Στην πρώτη, η ηλιακή θερμική ενέργεια, η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια και η στερεή βιομάζα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου. Ενώ στη δεύτερη, η ηλιακή θερμική ενέργεια, η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια και η βιομηχανική απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό. Το κεφαλαιακό κόστος των προαναφερθέντων συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας για τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του σπιτιού λόγω της χρήσης ενέργειας κυμαίνεται από 6200 € έως 10.700 € ή από 41,33 έως 71,33 € ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου. Οι τρέχουσες εργασίες δείχνουν ότι η δημιουργία κτιρίων με μηδενικές εκπομπές CO₂ λόγω της λειτουργικής χρήσης ενέργειας στη βόρεια Ελλάδα με χρήση βιώσιμων ενεργειών σε τοπικό επίπεδο είναι τεχνικά εφικτή και οικονομικά ελκυστική. Περαιτέρω εργασίες θα πρέπει να επικεντρωθούν στην υλοποίηση ενός κτιρίου κατοικιών με ουδέτερο ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα στη βόρεια Ελλάδα χρησιμοποιώντας τα προαναφερθέντα συστήματα αειφόρου ενέργειας και να επιβεβαιώνει την ύπαρξη ουδέτερου ισοζυγίου διοξειδίου του άνθρακα καταγράφοντας το ενεργειακό της ισοζύγιο.

Σύγκρουση συμφερόντων

Ο συγγραφέας δηλώνει πως δεν υπάρχουν αντικρουόμενα συμφέροντα σχετικά με τη δημοσίευση αυτού του εγγράφου.

Αναφορές

- [1] Carlini, M., Castellucci, S., Cocchi, S., Allegrini, E. and Li, M. (2013) Italian Residential Buildings: Economic Assessment for Biomass Boilers Plants. *Mathematical Problems in Engineering*, **2013**, Article ID 823851. <https://doi.org/10.1155/2013/823851>
- [2] Dwyer, T. (2006) A Review of Biomass Heating for UK Homes and Commercial Applications. *International Journal of Low Carbon Technologies*, **1**, 329-335. <https://doi.org/10.1093/ijlct/1.4.329>
- [3] Las-Heras-Casas, J., Lopez-Ochoa, L.M., Paredes-Sanchez, J.P. and Lopez-Gonzalez, L.M. (2018) Implementation of Biomass Boilers for Heating and Hot Water in Mul-ti-Family Buildings in Spain: Energy, Environmental and Economic Assessment. *Journal of Cleaner Production*, **176**, 590-603. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.061>
- [4] Ericsson, K. and Werner, S. (2016) The Introduction and Expansion of Biomass Use in Swedish District Heating Systems. *Biomass and Bioenergy*, **94**, 57-65, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.011>

- [5] Valios, I. and Tsoutsos, Th. (2007) Design of Biomass District Heating Systems. 15th *European Biomass Conference*, Berlin, Germany, 7-11 May 2007, 1525-1535.
- [6] Chatzistougianni, N., Giagozoglou, E., Sentzas, K., katastergios, E., Tsiamitros, D., Stimoniari, D., Stomoniari, A. and Maropoulos, S. (2016) Biomass District Heat-ing Methodology and Pilot Installations for Public Buildings Groups. 20th *Innova-tive Manufacturing Engineering and Energy Conference*, Kozani, Greece, 23-25 September 2016, 633-640. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012083>
- [7] Margaritis, N., Rakopoulos, D., Mylona, E. and Grammelis, P. (2014) Introduction of Renewable Energy Sources in the District Heating System of Greece. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, **4**, 43-56. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.2014.4.5>
- [8] Doracic, B., Novosel, T., Puksec, T. and Duic, N. (2018) Evaluation of Excess Heat Utilization in District Heating Systems by Implementing Levelized Cost of Excess Heat. *Energies*, **11**, 575. <https://doi.org/10.3390/en11030575>
- [9] Karlopoulos, E., Pekopoulos, D. and Kakaras, E. (2004) District Heating Systems from Lignite-Fired Power Plants—Ten Years Experience in Greece. *Proceedings of the International Workshop on Promotion of CHP/Trigeneration and Collaborative Potentials in Chinese Market*, Hangzhou, China, 26-28 April 2004.
- [10] Fang, H., Xia, J., Zhu, K., Su, Y. and Jiang, Y. (2013) Industrial Waste Heat Utiliza-tion for Low Temperature District Heating. *Energy Policy*, **62**, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.104>
- [11] Greening, B. and Azapagic, A. (2014) Domestic Solar Thermal Water Heating: A Sustainable Option for the UK? *Renewable Energy*, **63**, 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.07.048>
- [12] Vinubhai, T.S., Vishal, R.J. and Thakkar, K. (2014) A Review: Solar Water Heating Systems. *The National Conference on Emerging Vista of Technology in the 21st Century*, Limda, Vadodara, 1-8. <https://doi.org/10.13140/2.1.1910.5281>
- [13] Aelenei, L., Smyth, M., Platzer, W., Norton, B., Kennedy, D., Kalogirou, S. and Maurer, Ch. (2016) Solar Thermal Systems: Towards a Systematic Characterization of Building Integration. *Energy Procedia*, **91**, 897-906. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.256>
- [14] Tian, Y. and Zhao, C.Y. (2013) A Review of Solar Collectors and Thermal Energy Storage in Solar Thermal Applications. *Applied Energy*, **104**, 538-553. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.051>
- Kalogirou, S. (2009) Thermal Performance, Economic and Environmental Life Cycle Analysis of Thermosiphonic Solar Water Heaters. *Solar Energy*, **83**, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.06.005>
- [16] Salem, T. and Kinab, E. (2015) Analysis of Building-Integrated Photovoltaic Sys-tems: A Case Study of Commercial Buildings under Mediterranean Climate. *Proce-dia Engineering*, **118**, 538-545. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.473>
- [17] Hayter, S., Torcellini, P. and Deru, M. (2002) Photovoltaics for Buildings: New Ap-plications and Lessons Learnt. *American Council for an Energy Efficient Economy. Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, Pacific Grove, California, USA, 18-23 August 2002, 1-14. <https://www.nrel.gov/docs/fy02osti/32158.pdf>
- [18] Biyik, E., Araz, M., Hepbasli, A., Shahrestani, M., Yao, R., Shao, L., Essah, E., Oli-veira, C.A., Del Cano, T., Rico, E., Lechon, J.L., Andrade, L., Mendes, A. and Atli, Y.B. (2017) A Key Review of Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Systems. *En-gineering Science and Technology, an International Journal*, **20**, 833-858. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2017.01.009>

- [19] Tselepis, S. (2015) The PV Market Developments in Greece, Net-Metering Study Cases. <http://www.cres.gr/kape/publications/photovol/new/S%20%20Tselepis%20%20The%20PV%20Market%20Developments%20in%20Greece%20%20Net-Metering%20Study%20Cases%2031st%20EUPVSEC%202015%20Hamburg%20%207DV.4.26.pdf>
- [20] Ferrante, A. and Cascella, M.T. (2011) Zero Energy Balance and Zero On-Site CO₂ Emission Housing Development in Mediterranean Climate. *Energy and Buildings*, **43**, 2002-2010. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.04.008>
- [21] Vourdoubas, J. (2016) Creation of Zero CO₂ Emission Residential Building Due to Energy Use: A Case Study in Crete, Greece. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, **3**, 1251-1259.
- [22] Vourdoubas, J. (2017) Creation of Zero CO₂ Emissions Residential Buildings Due to Operating and Embodied Energy Use on the Island of Crete, Greece. *Open Journal of Energy Efficiency*, **6**, 141-154. <https://doi.org/10.4236/ojee.2017.64011>
- [23] Nielsen, S. and Moller, B. (2012) Excess Heat Production of Future Net Zero Energy Buildings within District Heating Areas in Denmark. *Energy*, **48**, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.04.012>

Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece

John Vourdoubas

Mediterranean Agronomic Institute of Chania Agrokippio, Chania, Crete, Greece

Email: vourdoubas@maich.gr

How to cite this paper: Vourdoubas, J. (2018) Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece. Open Journal of Energy Efficiency, 7, 75-87.
<https://doi.org/10.4236/ojee.2018.73005>

Received: August 13, 2018

Accepted: September 25, 2018

Published: September 28, 2018

Copyright © 2018 by author and Scientific Research Publishing Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The necessity to cope with the global threats of climate change has increased our concern on the energy sources used increasing the share of renewable energies and shifting from fossil fuels to benign energy sources. European Union through various directives aims at increasing sustainability in buildings reducing their energy consumption, fossil fuels use and carbon emissions. In this context, the use of renewable energies covering all the energy needs and zeroing the carbon footprint in a residential building located in northern Greece has been investigated. Use of locally available sustainable energies including solar energy, solid biomass and waste heat rejected from power plants has been proposed for covering all the energy needs in a house. Their technologies for heat and power generation are mature, reliable and cost effective. Results have indicated that the combined use of the abovementioned sustainable energies can cover all the energy needs in the building, zeroing its carbon emissions due to operating energy use. The investment cost for a house at 150 m² varies between 6200 € to 10,700 € or 41.33 to 71.33 € per m² of the building covered surface, which is relatively low compared with its construction cost. Therefore, the creation of zero CO₂ emissions residential buildings due to energy use in northern Greece is technically and economically feasible.

Keywords

Carbon Emissions, Electricity, Greece, Renewable Energy, Residential Buildings

1. Introduction

1.1. Biomass Use in the Residential Sector

Carlini et al. [1] have reported on the economic assessment of biomass boiler

plants for heating Italian residential buildings. The authors have stated that solid biomass, including wood and pellet boilers, can provide heat for space heating and domestic hot water in a house. They concluded that the installation of a biomass boiler resulted in economic benefits which would be higher if a governmental subsidy was offered. A review of biomass heating for UK homes has been presented by Dwyer [2]. The author has stated that the use of biomass for heating should be considered in the early stages of the building's design. A study of biomass boilers heat generation in residential buildings in Spain has been reported by Las-Heras-Casas et al. [3]. The authors have stated that biomass use in residential sector could assist in the achievement of EU's 2020 goals for climate and energy. They also claimed that biomass use could reduce primary non-renewable energy consumption in buildings by 93% and CO₂ emissions by 94%.

1.2. Use of Solid Biomass in District Heating Systems

Ericsson et al. [4] have reported on the introduction and expansion of biomass use in Swedish district heating systems. The authors stated that district heating satisfies about 60% of the heat demand in Swedish buildings and biomass alone accounts for about half of the heat supply. Design of biomass district heating systems has been reported by Vallios et al. [5]. The authors have presented a methodology for designing biomass fuelled district heating systems using a parametric logic which assists an inexperienced engineer to be able to design such systems. Biomass district heating in pilot installations for public buildings has been presented by Chatzistougianni et al. [6]. The authors have proposed a methodology for heating public buildings with district heating systems fuelled by biomass. They concluded that the benefits for rural municipalities are important in terms of operating costs and environmental protection. Margaritis et al. [7] have reported on the introduction of renewable energies in the district heating system in Greece. The authors have stated that various district heating systems in northern Greece are utilizing waste heat rejected from the lignite fuelled thermal power stations. However, these power stations are going to close down in the coming years. They have estimated that solid biomass, locally available, could be used instead of waste heat in the existing district heating systems and that the fuel replacement is cost effective.

1.3. Use of Waste Heat in District Heating Systems

Dorasic et al. [8] have reported on excess heat utilization in district heating systems. The authors have stated that district heating systems offer many economic and environmental benefits compared with individual heating systems. They also reported that excess heat can be easily utilized in an operating district heating system depending on the available excess heat supply and its distance from the heat demand. Karlopoulos et al. [9] have reported on the experience of the district heating systems operating in northern Greece using waste heat rejected

from the lignite fired thermal power plants. The authors have stated that many economic and environmental benefits have resulted, during the last ten years, due to the operation of these systems in northern Greece. Fang et al. [10] have investigated the industrial waste heat utilization for low temperature district heating. The authors have proposed a holistic approach to the integrated and efficient utilization of low grade industrial waste heat. They mentioned four important advantages including: 1) The improvement of thermal energy efficiency in the factories, 2) more cost-efficient heating than the traditional, 3) reduction of greenhouse gas emissions, and 4) reduction of heat pollution due to industrial waste heat discharge.

1.4. Use of Solar Thermal Energy for Domestic Hot Water Production

Greening et al. [11] have reported on domestic solar water heating in United Kingdom. Taking into account the low solar irradiance in U.K. the authors have concluded that the potential of solar thermal systems to contribute to a more sustainable domestic energy supply in U.K. is limited. A review of solar water heating systems has been presented by Vinubhai et al. [12]. The authors have stated that solar water heating is one of the most effective technologies to convert solar energy into thermal energy and it is currently a developed and commercialized technology. However, they concluded, there exists opportunities to further improve the system performance and increase its reliability and efficiency. Aelenei et al. [13] have reported on systematic characterization of solar thermal systems installed in buildings. The authors have stated that apart from their energy performance characterization, additional criteria for assessing these systems should include structural, functional and aesthetical aspects. Tian et al. [14] have reviewed solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications. The authors have reviewed various types of concentrated and non-concentrated solar collectors with or without sun tracking systems. They have also reviewed solar thermal energy storage as sensible heat, latent heat and in chemical heat storage materials. The authors concluded that among the non-concentrated collectors the photovoltaic-thermal collectors show the best overall performance. Kalogirou [15] has reported on thermal performance, economic and environmental life cycle analysis of thermosiphonic solar water heaters. The author has studied a simple thermosiphonic system producing hot water for a family of four persons. His results indicated that it can cover up to 79% of the annual needs in domestic hot water of the family. The payback period of the investment varies between 2.7 - 4.5 years, depending on the back-up system used, while greenhouse gas savings obtained are at 70%.

1.5. Use of Solar-PV Systems

Salem et al. [16] have reported on building integrated photovoltaics in Mediterranean countries. The authors have stated that Mediterranean basin is characterized by high solar irradiance, at 7.5 - 8 KWh/m² annually, and high tempera-

tures which decrease the efficiency of the solar cells. They concluded that solar-PVs placed on commercial buildings, which mainly operate during the day, can cover the most of their electricity needs. Hayter et al. [17] have reported on applications of solar-PVs in buildings. The authors have investigated the performance of three solar-PV systems, at 7 KWp to 60 KWp, installed in three commercial buildings. They concluded that these systems have reduced the electricity loads in the buildings suggesting that they should be integrated into the building in its initial design phase. Biyik et al. [18] have reported on building integrated photovoltaic systems (BIPV). The authors have stated that BIPVs have attracted the last decade an increasing interest and they are considered as a feasible technology to cover part of the electricity load in buildings. They have also investigated the possibility of ventilating the solar-PV system in order to decrease the temperature of the panels and to increase their efficiency. Tselepis [19] has reported on the PV market developments in Greece with reference to net-metering case studies. The author has stated that net metering regulations were introduced in Greece in the end of 2014. The two case studies presented for a household and a commercial enterprise indicated their attractiveness and the viability of the net-metering program in Greece.

1.6. Net Zero Energy and Zero Carbon Emission Buildings

Ferrante et al. [20] have investigated the creation of zero energy balance and zero on-site CO₂ emission houses in Mediterranean climate. With reference a town in southern Italy the authors have stated that houses with zero energy balance and zero CO₂ emissions are feasible in Mediterranean basin. They can be achieved using energy efficient technologies, local materials and traditional construction processes. Vourdoubas [21] has reported on the creation of zero CO₂ emission residential buildings in the island of Crete, Greece. The author has stated that zero carbon emission buildings can be created with the combination of various renewable energy technologies. He reported that solar thermal energy, solar-PV, solid biomass and ground source heat pumps combined, can generate all the heat and electricity required in the building zeroing its carbon footprint due to energy use. Creation of zero CO₂ emissions residential buildings due to operating and embodied energy use has been reported by Vourdoubas [22]. The author has stated that the combination of various renewable energies could zero its CO₂ emissions due to operating energy use. He also stated that in order to zero the embodied energy use in the building, generation of additional solar electricity injected into the grid is required. Nielsen et al. [23] have reported on excess heat production of future net zero energy buildings (NZEBS) within district heating areas in Denmark. The authors have stated that most of the buildings in Denmark are connected to electricity grids and around half of them with district heating systems. This fact allows the exchange of heat and electricity among the buildings and the grids. They found that excess heat produced from solar thermal systems installed in NZEBs can be sent into the district heating system reducing the fuel used for heat generation.

Although many studies have focused on the use of various renewable energies in buildings the possibility of creating net zero energy buildings replacing fossil fuels with reliable and cost effective renewable energy technologies has not paid attention so far. However in the current age of sustainable development and climate change minimizing carbon emissions in various sectors is of paramount importance. Current study indicates the way that the use of well proven renewable energy technologies could result in net zero carbon emission residential building in Greece.

Aims of the current work are:

- 1) The presentation of various sustainable energy technologies which can be used in residential buildings in northern Greece for zeroing their carbon emissions,
- 2) A preliminary sizing of the sustainable energy technologies used in a typical residential building for zeroing its carbon footprint, and
- 3) Assessment of the feasibility of creating net zero carbon emission residential buildings in northern Greece.

2. Energy Use in Residential Buildings

Residential buildings consume energy in various sectors including:

- 1) Space heating,
- 2) Space cooling,
- 3) Domestic hot water production,
- 4) Lighting, and
- 5) Operation of various electric appliances.

Energy consumption in various sectors in residential buildings depend on various parameters including:

- 1) The local climate,
- 2) The quality of the building construction which characterizes its energy performance, and
- 3) The behavior of the residents.

Typical operating energy use in various sectors in a residential building located in Crete, Greece is presented in Table 1.

Table 1. Energy consumption in a residential building located in Crete, Greece¹.

Sector	% Energy used	Energy consumption (KWh/m ² year)
Space heating	63%	107.1
Hot water production	9%	15.3
Lighting	12%	20.4
Operation of various appliances including space cooling	16%	27.2
Total	100%	170

¹Source: Vourdoubas, 2016.

3. Requirements for a Net Zero Carbon Emission Building Due to Energy Use

A grid connected residential building would zero its carbon emissions due to operating energy use if the following conditions are fulfilled.

1) All its heating requirements for space heating and hot water production are covered with renewable energies or other non-carbon emitted energy resources, instead of fossil fuels, and

2) Its grid electricity consumption is offset annually with green electricity, like solar-PV electricity generated by solar-PV panels placed on the roof of the building.

If those two conditions are fulfilled the net carbon emissions due to operating energy use of the residential building would be zero. It has been assumed though that all the grid electricity is generated by fossil fuels emitting CO₂ in the atmosphere. However part of grid electricity in Greece is generated by renewable energies including hydroelectric, wind and solar-PV plants. Apart from the energy consumed during the operation of the building, additional energy is also consumed during its construction, its refurbishment and its demolition. Vourdoubas, 2017, reviewing results from various studies, has indicated that operational energy use in a building corresponds approximately at 85% of its total life cycle energy consumption and the rest 15% is its embodied energy. In order to zero carbon emissions due to life cycle energy consumption in the building a larger size solar-PV system is required and it can be installed. However the existing net-metering regulations in Greece compensate only the PV's electricity generated which is equal to the annual consumption in the building. Excess electricity generated is sent into the grid while the producer-consumer does not receive any financial compensation for that.

4. Availability of Solar Energy, Solid Biomass and Waste Heat in Northern Greece

Solar energy is abundant in northern Greece and it is already used for heat and power generation with solar thermal and solar-PV systems. Both of them are currently used in buildings for covering their energy needs. The systems used are mature, reliable and cost-effective. The use of solar-PV systems for electricity generation in grid connected buildings is allowed according to the Greek legislation with the net metering regulations. Solar thermal systems are broadly used in Greece for domestic hot water production. However their use for space heating and cooling is rather limited. Availability of solid biomass in northern Greece is high, including agricultural and forest by-products, residues and wastes. It is broadly used for heat generation, including space heating and domestic hot water production, in residential buildings. Various types of solid biomass are used for energy generation including fire-woods, pellets and wood briquettes, feeding wood stoves, fire places and central heating systems. Although the use of solid biomass in residential buildings in northern Greece is well developed,

its

use

in

fuelling district heating systems is lacking. Taking into account the current severe economic crisis in Greece heating residential buildings with solid biomass, instead of conventional fuels, is considered as a cheap and affordable method of heating for many people. The availability of waste heat in northern Greece is high particularly in areas with lignite-fired thermal power stations. These power plants discharge large quantities of hot water which could be recycled and reused in district heating systems providing heat in buildings and in other activities. Although waste heat from these power stations cannot be considered as renewable energy source, its reuse is desirable, promoting circular economy, increasing the overall efficiency of the power stations, avoiding thermal pollution of water reservoirs and eliminating carbon emissions due to fossil fuels use. Currently district heating systems utilizing waste heat discharged from power stations provide heating in few cities in northern Greece including Kozani and Ptolemaida which are located nearby the stations. Solar energy, solid biomass and waste heat, if combined, can cover all the energy needs in residential buildings resulting in zero net carbon emissions due to operational energy use. The use of solar energy, solid biomass and waste heat for covering the energy needs in residential buildings is presented in Table 2.

5. Use of Solid Biomass and Solar Energy for Covering All the Energy Needs in Residential Buildings

Renewable energies can cover all the heating needs in residential buildings while solar-PVs placed on the roof can generate electricity equal to the amount consumed annually in the building. Solid biomass can be used in individual systems for space heating and hot water production while solar thermal systems with flat plate collectors can be also used for hot water production. Both technologies are reliable, mature and cost-effective and they are currently used in residential buildings in northern Greece. Solar-PV systems are recently used in grid connected buildings for electricity generation offsetting annually the grid electricity consumed in the building according to net metering regulations. Their use has been promoted the last few years due to the fact that their prices have been sharply reduced and their use is cost effective. Alternatively district heating systems fuelled with solid biomass can provide all the required heat in the buildings.

Table 2. Use of solar energy, solid biomass and waste heat for covering the energy needs in residential buildings.

Energy source	Space heating	Domestic hot water production	Electricity generation
Solar thermal energy		+	
Solar-PV energy			+
Solid biomass in individual or district heating systems	+	+	
Waste heat in district heating systems	+	+	

Unfortunately district heating systems utilizing solid biomass are not currently used in Greece. Therefore the combined use of solid biomass, solar thermal energy and solar-PV systems can cover all the energy needs in grid connected residential buildings resulting in net zero carbon emissions due to operational energy use in them. The characteristics of the abovementioned renewable energy technologies are presented in Table 3.

The sizing of the required renewable energy systems for providing all the required energy in a residential building in northern Greece resulting in net zero carbon emissions has been calculated according to the following assumptions.

- 1) The covered area of the house is 150 m²,
- 2) Energy consumption in various sectors in the house is similar with that presented in Table 1. Therefore, the energy requirements for space heating are 14,175 KWh_{th}/year, for hot water production 2025 KWh_{th}/year and for electricity 6300 KWh_{el}/year, totally 22,500 KWh/year,
- 3) Solid biomass is used in individual systems covering all its needs in space heating and 50% of its needs in domestic hot water. Solid biomass should provide 15,187.5 KWh_{th}/year assuming that it will operate 1000 hours in the winter time.
- 4) A solar thermal system is covering the rest 50% of its needs in domestic hot water providing 1012.5 KWh_{th}/year. It will provide hot water during the warm days when space heating is not needed. A system with flat plate collectors at 2 m² can provide it. It is assumed that the solar thermal system will produce in the summer 600 KWh per m² of the flat plate collectors.
- 5) A solar-PV system installed on the roof and connected with the grid generates annually the amount of grid electricity consumed in the building, according

Table 3. Characteristics of various renewable energy technologies and waste heat used for energy generation in residential buildings in northern Greece.

Energy source/Technology	Energy generated	Energy use in the building	Reliability of the technology	Cost effectiveness of the technology	Current use in buildings in northern Greece
Solid biomass in individual systems	Heat	Space heating, hot water production	High	Satisfactory	Yes
Solid biomass in district heating systems	Heat	Space heating, hot water production	High	Satisfactory	No, it has not been studied
Solar thermal energy-Flat plate collectors	Heat	Hot water production	High	Satisfactory	Yes
Solar-PV systems	Electricity	Lighting, Operation of electric appliances	High	Satisfactory	Yes
Waste heat rejected from various plants	Heat	Space heating, hot water production	High	Satisfactory	Yes

to the net metering initiative, providing 6300 KWh_{el}/year. It is assumed that a solar-PV system located in northern Greece generates annually 1400 KWh per KW_p.

The size of the required renewable energy systems in the residential building is:

- 1) A solid biomass burning system with thermal power 15 KW_{th},
- 2) A solar thermal system with flat plate collectors of 2 m², and
- 3) A solar-PV system with nominal power 4.5 KW_p.

The capital cost of the abovementioned energy systems is estimated assuming that their unit costs are: for the biomass burning system, 300 € per KW_{th}, for the solar thermal system, 400 € per m² of the solar collector and for the solar-PV system, 1200 € per KW_p. Therefore the cost of the biomass burning system is 4500 €, of the solar thermal system 800 € and for the solar-PV 5400 €, totally 10,700 € or 71.33 € per m² of the building covered surface.

6. Use of Waste Heat and Solar Energy for Covering All the Energy Needs in Residential Buildings

Waste heat rejected from thermal power plants in northern Greece is currently used in district heating systems for providing heat in residential buildings. Although rejected waste heat cannot be considered as a renewable energy source its impacts are similar with renewable energies since its use is not related with emissions of greenhouse gases while thermal pollution to reservoirs is avoided. Additionally the pricing of the waste heat rejected is very low and the cost of heat for the residential buildings is lower compared with a district heating system fuelled with solid biomass. District heating systems using waste heat can also utilize solid biomass or heat produced from incineration of various wastes. They could also utilize heat generated by solar thermal systems. With reference to a house at 150 m² mentioned in the previous section, waste heat can be used for heat production combined with a solar heating system. A solar-PV system can provide all the grid electricity consumed over the year in the house. In this case the required renewable energy systems in the residential building include only the solar thermal system and the solar-PV system while heat will be also provided by the district heating system.

- 1) The district heating system will provide annually 15,187.5 KWh_{th}/year,
- 2) A solar thermal system with flat plate collectors at 2 m² providing 1012.5 KWh_{th}/year, and
- 3) A solar-PV system with nominal power 4.5 KW_p providing 6300 KWh_{el}/year.

The capital cost of the energy systems has been estimated multiplying their

size by their unit costs mentioned in the previous section. In the case of providing heat by a district heating system an individual space heating system is not needed and the cost of the solar thermal and solar-PV energy systems is 6200 € or 41.33 € per m² of the building covered surface. The capital cost of the sustainable energy systems providing all the required energy in the residential building are presented in Table 4.

Table 4. Capital cost of sustainable energy systems covering all the energy needs of a house, with covered area 150 m², in northern Greece¹.

Energy system	Use of solid biomass burning system, solar thermal system and solar-PV (Costs in €)	Use of district heating system fuelled with rejected waste heat, solar thermal system and solar-PV (Costs in €)
Solid biomass burning system	4500	-
Solar thermal system	800	800
Solar-PV system	5400	5400
Waste heat reuse with district heating system	-	0
Total	10,700	6200
Total costs per m ² of covered area	71.33	41.33

¹Unit costs: Solid biomass burning system: 300 € per KW_{th}, Solar Thermal system: 400 € per m² of flat plate collectors, Solar-PV: 1200 € per KW_p.

7. Discussion

Residential buildings in few towns in northern Greece can be connected in two grids including the electric grid, with the net-metering regulations, and the municipal district heating grid fuelled by industrial waste heat. The connection of the building with the two grids allows it to generate electricity with photovoltaic panels and to inject it into the grid. It can also generate heat with solar thermal systems installed on its roof and injected into the district heating network when it is not needed in the house. Therefore the building could behave like a prosumer producing and consuming electric and thermal energy. Use of solar thermal energy for domestic hot water production and local biomass resources for space heating in residential buildings is very common in Northern Greece due to the availability of renewable energies and to their low cost compared with fossil fuels. Biomass use is more cost effective in rural areas compared to urban areas due to lower transportation costs. Additionally farmers could utilize biomass residues from their own farms at a very low cost. Apart from using solid biomass and waste heat in the residential building another alternative for its space heating is the use of high efficiency heat pumps, a reliable and cost effective technology. However heat pumps use electricity and their initial cost is high. If they will be used though the solar-PV system required would be of higher capacity in order to generate additional electricity consumed by them. The use of energy saving techniques and technologies, for reducing its overall energy consumption, has not been considered so far and emphasis has been given only in zeroing fossil fuels use and CO₂ emissions. Reducing though the energy consumption in the residential building will result in smaller sizing of the required energy systems and in lower capital costs for zeroing its carbon emissions due to energy use. However according to the EU directives and the current Greek legislation, complying with these directives, the reduction of electric and thermal energy consumption is of high priority. In the case that space heating in the

building is provided by the district heating system the capital cost of the renewable energy systems is lower compared with the cost in the case of using solid biomass for heat production. Existing district heating systems in Greece currently utilize industrial waste heat due to low cost. However on the long term lignite fired power plants should be closed down due to European legislation. Then the existing district heating systems should utilize locally available biomass resources for heat generation. However in both cases the capital cost of the energy systems is low compared with the construction cost of the building which exceeds 1000 € per m² of the building covered surface. The abovementioned renewable energies including solar energy and solid biomass could be also used in residential buildings outside Greece particularly in areas with high solar irradiance and high availability of biomass resources like in various Mediterranean countries and in Central European countries.

8. Conclusion

The combined use of various renewable and non-carbon emitted energy resources could result in zeroing carbon emissions in residential buildings in northern Greece. Due to high availability of various sustainable energies in northern Greece, the creation of zero carbon emission residential buildings is feasible. Solar energy, solid biomass, and waste heat rejected from thermal power plants, operating in the region, can be used for that. Their technologies for heat and power generation are mature, reliable and cost-effective. The legal framework allows their use in residential buildings for heat and electricity generation. Two different options have been analyzed. In the first solar thermal energy, solar-PV energy and solid biomass are used for covering all the energy needs in the building. In the second, solar thermal energy, solar-PV energy and industrial waste heat are used for that. The capital cost of the above mentioned renewable energy systems for zeroing carbon footprint of the house due to energy use varies between 6200 € to 10,700 € or 41.33 to 71.33 € per m² of the building covered surface. Current work indicates that the creation of zero CO₂ emission buildings due to operational energy use in northern Greece using locally available sustainable energies is technically feasible and economically attractive. Further work should be focused in the realization of a zero net carbon emissions residential building in northern Greece using the above mentioned sustainable energy systems and recording its energy balance over time verifying its carbon neutrality.

Conflicts of Interest

The author declares no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

References

- [1] Carlini, M., Castellucci, S., Cocchi, S., Allegrini, E. and Li, M. (2013) Italian Residential Buildings: Economic Assessment for Biomass Boilers Plants. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, Article ID 823851.

- <https://doi.org/10.1155/2013/823851>
- [2] Dwyer, T. (2006) A Review of Biomass Heating for UK Homes and Commercial Applications. *International Journal of Low Carbon Technologies*, 1, 329-335. <https://doi.org/10.1093/ijlct/1.4.329>
 - [3] Las-Heras-Casas, J., Lopez-Ochoa, L.M., Paredes-Sanchez, J.P. and Lopez-Gonzalez, L.M. (2018) Implementation of Biomass Boilers for Heating and Hot Water in Multi-Family Buildings in Spain: Energy, Environmental and Economic Assessment. *Journal of Cleaner Production*, 176, 590-603. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.061>
 - [4] Ericsson, K. and Werner, S. (2016) The Introduction and Expansion of Biomass Use in Swedish District Heating Systems. *Biomass and Bioenergy*, 94, 57-65, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.011>
 - [5] Valios, I. and Tsoutsos, Th. (2007) Design of Biomass District Heating Systems. 15th European Biomass Conference, Berlin, Germany, 7-11 May 2007, 1525-1535.
 - [6] Chatzistogianni, N., Giagazoglou, E., Sentzas, K., katastergios, E., Tsiamitros, D., Stimoniaris, D., Stomoniaris, A. and Maropoulos, S. (2016) Biomass District Heating Methodology and Pilot Installations for Public Buildings Groups. 20th Innovative Manufacturing Engineering and Energy Conference, Kozani, Greece, 23-25 September 2016, 633-640. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012083>
 - [7] Margaritis, N., Rakopoulos, D., Mylona, E. and Grammelis, P. (2014) Introduction of Renewable Energy Sources in the District Heating System of Greece. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 4, 43-56. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.2014.4.5>
 - [8] Doracic, B., Novosel, T., Puksec, T. and Duic, N. (2018) Evaluation of Excess Heat Utilization in District Heating Systems by Implementing Levelized Cost of Excess Heat. *Energies*, 11, 575. <https://doi.org/10.3390/en11030575>
 - [9] Karlopoulos, E., Pekopoulos, D. and Kakaras, E. (2004) District Heating Systems from Lignite-Fired Power Plants—Ten Years Experience in Greece. *Proceedings of the International Workshop on Promotion of CHP/Trigeneration and Collaborative Potentials in Chinese Market*, Hangzhou, China, 26-28 April 2004.
 - [10] Fang, H., Xia, J., Zhu, K., Su, Y. and Jiang, Y. (2013) Industrial Waste Heat Utilization for Low Temperature District Heating. *Energy Policy*, 62, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.104>
 - [11] Greening, B. and Azapagic, A. (2014) Domestic Solar Thermal Water Heating: A Sustainable Option for the UK? *Renewable Energy*, 63, 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.07.048>
 - [12] Vinubhai, T.S., Vishal, R.J. and Thakkar, K. (2014) A Review: Solar Water Heating Systems. *The National Conference on Emerging Vista of Technology in the 21st Century*, Limda, Vadodara, 1-8. <https://doi.org/10.13140/2.1.1910.5281>
 - [13] Aelenei, L., Smyth, M., Platzer, W., Norton, B., Kennedy, D., Kalogirou, S. and Maurer, Ch. (2016) Solar Thermal Systems: Towards a Systematic Characterization of Building Integration. *Energy Procedia*, 91, 897-906. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.256>
 - [14] Tian, Y. and Zhao, C.Y. (2013) A Review of Solar Collectors and Thermal Energy Storage in Solar Thermal Applications. *Applied Energy*, 104, 538-553. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.051>
 - [15] Kalogirou, S. (2009) Thermal Performance, Economic and Environmental Life Cycle Analysis of Thermosiphonic Solar Water Heaters. *Solar Energy*, 83, 39-48.

- <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.06.005>
- [16] Salem, T. and Kinab, E. (2015) Analysis of Building-Integrated Photovoltaic Systems: A Case Study of Commercial Buildings under Mediterranean Climate. *Proceedia Engineering*, 118, 538-545. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.473>
 - [17] Hayter, S., Torcellini, P. and Deru, M. (2002) Photovoltaics for Buildings: New Applications and Lessons Learnt. American Council for an Energy Efficient Economy. Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, California, USA, 18-23 August 2002, 1-14. <https://www.nrel.gov/docs/fy02osti/32158.pdf>
 - [18] Biyik, E., Araz, M., Hepbasli, A., Shahrestani, M., Yao, R., Shao, L., Essah, E., Oliveira, C.A., Del Cano, T., Rico, E., Lechon, J.L., Andrade, L., Mendes, A. and Atli, Y.B. (2017) A Key Review of Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20, 833-858. <https://doi.org/10.1016/j.jestech.2017.01.009>
 - [19] Tselepis, S. (2015) The PV Market Developments in Greece, Net-Metering Study Cases. <http://www.cres.gr/kape/publications/photovol/new/S%20%20Tselepis%20%20The%20PV%20Market%20Developments%20in%20Greece%20%20Net-Metering%20Study%20Cases%2031st%20EUPVSEC%202015%20Hamburg%20%207DV.4.26.pdf>
 - [20] Ferrante, A. and Cascella, M.T. (2011) Zero Energy Balance and Zero On-Site CO₂ Emission Housing Development in Mediterranean Climate. *Energy and Buildings*, 43, 2002-2010. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.04.008>
 - [21] Vourdoubas, J. (2016) Creation of Zero CO₂ Emission Residential Building Due to Energy Use: A Case Study in Crete, Greece. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, 3, 1251-1259.
 - [22] Vourdoubas, J. (2017) Creation of Zero CO₂ Emissions Residential Buildings Due to Operating and Embodied Energy Use on the Island of Crete, Greece. *Open Journal of Energy Efficiency*, 6, 141-154. <https://doi.org/10.4236/ojee.2017.64011>
 - [23] Nielsen, S. and Moller, B. (2012) Excess Heat Production of Future Net Zero Energy Buildings within District Heating Areas in Denmark. *Energy*, 48, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.04.012>

Σχολιασμός

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα τη μετάφραση και τον σχολιασμό του επιστημονικού άρθρου «Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece» «Χρήση ανανεώσιμης ενέργειας για τη δημιουργία οικιστικών κτιρίων ουδέτερου ισοζυγίου διοξειδίου του άνθρακα στην Βόρειο Ελλάδα». Το πρωτότυπο κείμενο έχει συνταχθεί από τον Ιωάννη Βουρδούμπα από το τμήμα: Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (ΜΑΪΧ), Χανιά, Κρήτη, Ελλάδα . Δημοσιεύτηκε στο «Open Journal of Energy Efficiency» και αναδημοσιεύτηκε από τον ιστότοπο «Scientific Research Publishing». Ο σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να μεταφραστεί το επιστημονικό άρθρο και να γίνει σχολιασμός και επίλυση των ιδιαιτεροτήτων και των μεταφραστικών προβλημάτων που συναντώνται στο κείμενο.

Το μετάφρασμα και το πρωτότυπο ανήκουν στην κατηγορία των επιστημονικών κειμένων, και πιο συγκεκριμένα των επιστημών ενέργειας, και εντάσσεται στην κατηγορία των κειμένων σχετικά με την πράσινη ενέργεια. Ακόμη πιο συγκεκριμένα, το άρθρο αναφέρεται σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί για τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος μέσω δημιουργίας κτιρίων που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, τόσο για την κατασκευή τους όσο και για τη διάρκεια ζωής τους. Αποτελεί μία αναφορά σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί στο πρόσφατο παρελθόν για τη χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας και εξετάζει την αποδοτικότητα της χρήσης αυτών των τεχνολογιών για τη δημιουργία κτιρίων με μηδενικές εκπομπές άνθρακα στη Βόρειο Ελλάδα. Είναι ένα εξειδικευμένο, επιστημονικό κείμενο, το οποίο απευθύνεται κυρίως σε επιστήμονες στον τομέα της ενέργειας. Ωστόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και από επιστήμονες και ειδικούς στον τομέα της οικονομίας και της ανάπτυξης , όπως και από άτομα που αναλαμβάνουν τον σχεδιασμό και τη δημιουργία νέων κτιρίων. Το παρόν κείμενο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως πηγή σε διαλέξεις και επιστημονικές διατριβές όσο και ως ένα πληροφοριακό κείμενο από ειδικούς στον κατασκευαστικό τομέα.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως λόγω της ελλιπούς βιβλιογραφίας όρων σχετικά με την ενέργεια στην ελληνική γλώσσα, η μετάφραση τέτοιων κειμένων είναι αρκετά δύσκολη και απαιτείται πολύωρη και ενδελεχής έρευνα σε έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές, τόσο ξενόγλωσσες, όσο και ελληνικές. Ενώ, κρίνεται απαραίτητη η σύνταξη γλωσσαρίου το οποίο συντελλει στην επίλυση πολλών μεταφραστικών προβλημάτων και δυσκολιών, ενώ παράλληλα, κατοχυρώνει επαρκώς την εγκυρότητα του μεταφράσματος.

Συνημμένο βρίσκεται ξεχωριστό αρχείο με το γλωσσάρι ειδικών όρων που συναντήθηκαν στο πρωτότυπο, προς μετάφραση κείμενο, όπου παρατίθενται οι όροι αυτούσιοι στην αγγλική, η ακριβής απόδοσή τους στην ελληνική, η οποία προέκυψε μετά από λεπτομερή έρευνα, η έντυπη ή ηλεκτρονική πηγή που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση της κατάλληλότερης απόδοσης του όρου και σε όρισμένες περιπτώσεις, επιπλέον επεξήγηση των όρων ή χρήση παραδειγμάτων, με σκοπό την σχολαστικότερη ανάλυση και καλύτερη κατανόησή τους.

Σε αυτές τις περιπτώσεις η επεξήγηση ή/ και η χρήση παραδειγμάτων κρίθηκε σκόπιμη, είτε διότι ο εκάστοτε όρος συναντάται με περισσότερες από μία αποδόσεις και πρέπει να δικαιολογηθεί η επιλογή που έγινε, ή γιατί ο συγκεκριμένος όρος, χρειάστηκε περεταίρω ανάλυση για να γίνει κατανοητός από τον αναγνώστη.

Μεταφραστική εντολή

Το μετάφρασμα όπως και το πρωτότυπο εντάσσονται στην κατηγορία των επιστημονικών κειμένων και πιο συγκεκριμένα στα κείμενα σχετικά με τις επιστήμες ενέργειας. Αναφέρεται στη δημιουργία οικιστικών κτιρίων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Βόρειο Ελλάδα. Το κοινό στο οποίο απευθύνονται είναι, κατά κύριο λόγο, ειδήμονες και άτομα που εντάσσονται στον κλάδο της οικονομίας και της πράσινης ανάπτυξης λόγω της χρήσης ειδικού λεξιλογίου που συναντάται στο κείμενο. Το εν λόγω κείμενο, θα μπορούσε να διαβαστεί σε διάλεξη ή ακόμα και να χρησιμοποιηθεί σε μία επιστημονική έρευνα ως πηγή.

Ανάλυση κειμένου αφετηρίας

Το κείμενο αφετηρίας, έχει τον τίτλο «Use of Renewable Energies for the Creation of Net Zero Carbon Emission Residential Buildings in Northern Greece», γραμμένο από τον καθηγητή Ιωάννη Βουρδούμπα. Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, πως παρόλο που ο συγγραφέας του παραπάνω επιστημονικού άρθρου είναι έλληνας, μετά από επικοινωνία μαζί του επιβεβαιώθηκε πως το προς μετάφραση κείμενο γράφτηκε ως πρωτότυπο στα αγγλικά και δεν έχει γίνει μετάφρασή του στα ελληνικά κατά τον παρελθόν. Το κείμενο αποτελείται από την αναφορά ερευνών, που έχουν διεξαχθεί σχετικά με τη χρήση, το κόστος και την αποδοτικότητα χρήσης αιεφόρου ενέργειας για την κατασκευεί κτιρίων με μηδενικές ανθρακικές εκπομπές, και από την χρήση των παραπάνω ερευνών για να αποδειχθεί η οικονομική και περιβαλλοντική αποδοτικότητα αυτών των κτιρίων στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στη Βόρειο Ελλάδα. Το πρωτότυπο κείμενο είναι γραμμένο στην αγγλική γλώσσα, η οποία δεν είναι η μητρική του συγγραφέα. Ωστόσο, η συγγραφή του κειμένου στην αγγλική μπορεί να αποδοθεί από το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό βιβλιογραφίας επιστημονικών κειμένων, σήμερα, είναι είτε γραμμένα είτε μεταφρασμένα στην αγγλική, αλλά και επειδή η ορολογία που χρησιμοποιείται στις θετικές επιστήμες και πιο συγκεκριμένα στις επιστήμες σχετικές με την ενέργεια είναι πιο διαδεδομένη αλλά και πιο πλούσια στην αγγλική γλώσσα. Επιπλέον, η αγγλική είναι μία από τις πιο διαδεδομένες γλώσσες παγκοσμίως, έτσι η συγγραφή του σε αυτή, καθιστά το άρθρο κατανοητό σε ένα μεγαλύτερο φάσμα κοινού τόσο στον επιστημονικό χώρο, όσο και εκτός αυτού.

Στο πρωτότυπο δεν παρατηρούνται λάθη και η μεγαλύτερη δυσκολία που συναντάται δεν βρίσκεται ούτε στην σύνταξη ούτε στη δομή αλλά κυρίως στο λεξιλόγιο και την ορολογία. Ωστόσο πέρα από τα προβλήματα που συναντήθηκαν με την ορολογία η κατανόηση του πρωτοτύπου δεν ήταν ιδιαίτερα δύσκολη και περίπλοκη, εφόσον είχε προηγηθεί έρευνα σε έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές, κυρίως στην αγγλική και την ελληνική, για την μετάφραση του ειδικού λεξιλογίου. Ενώ, σημαντική ήταν η συμβολή παράλληλων κειμένων που βοήθησαν τόσο στην κατανόηση και μετάφραση της ορολογίας όσο και, εν γένει, στην

κατανόηση και μετάφραση ολόκληρου του κειμένου. Αφού, λοιπόν, έγινε η απαραίτητη έρευνα και συντάχθηκε το γλωσσάρι που αποτέλεσε βασικό βοήθημα για την εκπόνηση της εργασίας, συνέχισα με τη μετάφραση του άρθρου.

Μεταφραστικά προβλήματα

Στο παραπάνω κείμενο εντοπίστηκαν ορισμένες ιδιαιτερότητες και χρειάστηκε να αντιμετωπιστούν μερικά μεταφραστικά προβλήματα, τα οποία αναφέρονται παρακάτω χωρισμένα σε 5 διαφορετικές κατηγορίες: Λεξιλόγιο, δομή, σύνταξη, ύφος και πίνακες. Έχοντας, λοιπόν, απέναντί μας ένα ειδικό επιστημονικό κείμενο, όπως το παραπάνω, που αποτελεί κείμενο σχετικό με τις επιστήμες της ενέργειας, το λεξιλόγιο και πιο συγκεκριμένα η ορολογία, παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο, και γι' αυτόν τον λόγο θα εστιάσουμε αρχικά σε αυτό.

Λεξιλόγιο

Αρχικά πρέπει να γίνει διαχωρισμός αυτής της μεγάλης κατηγορίας σε υποκατηγορίες, για την καλύτερη παρουσίαση και ανάλυση των προβλημάτων αλλά και της αντιμετώπισής του οι οποίες χωρίζονται στην ορολογία, τις πολλαπλές αποδόσεις και τέλος, τα ακρωνύμια και τα αρκτικόλεξα. Συνημμένο στην εργασία, υπάρχει ένα γλωσσάρι που λειτουργεί ως βάση ορολογίας και μέσω αυτού θα γίνει και ο σχολιασμός της συγκεκριμένης κατηγορίας.

Στα ειδικά κείμενα η ορολογία είναι ένα από τα βασικότερα μέρη της μετάφρασης. Η σωστή μετάφραση των όρων είναι σημαντική για τη σωστή μεταφορά των πληροφοριών από τη μία γλώσσα στην άλλη και για να αποφευχθούν, τυχόν λάθη. Όσον αφορά την ορολογία, στο προς μετάφραση κείμενο, συναντώνται μεμονωμένες λέξεις και λεκτικά σύνολα στα οποία, βάσει του πρωτοτύπου, μπορεί να αποδοθεί μία συγκεκριμένη ερμηνεία. Ιδιαίτερα στο παραπάνω κείμενο που βρίσκεται ορολογίας σχετική με την ενέργεια, η απόδοση κάποιων όρων ήταν πολύ συγκεκριμένη, καθώς έπρεπε να προσεχθεί ιδιαίτερα η μετάφραση/μεταγραφή κάποιων παγιωμένων από την επιστημονική κοινότητα όρων. Παραδείγματα όπως «CO₂», «KWh», «KW_{th}» καθώς και όλοι οι τύποι του KW μεταγράφονται απλώς, αφού έχουμε να κάνουμε με όρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται παγιωμένοι επιστημονική κοινότητα. Σε περίπτωση αλλαγής ή μεταγραφής τους στα ελληνικά προκαλείται διαστρέβλωση της ορολογίας, κάτι το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε λάθος μεταφορά των πληροφοριών. Όλα τα παραπάνω παραδείγματα, έχουν διασταυρωθεί σε ιστοσελίδες ειδικής ορολογίας και έχουν παγιωθεί ως ορισμοί, γεγονός το οποίο δείχνει τις διαφορές στην σκέψη και την έκφραση της επιστημονικής κοινότητας της εκάστοτε γλώσσας, στη συγκεκριμένη περίπτωση στο ζεύγος αγγλικής- ελληνικής.

Εν συνεχεία συναντάμε τη κατηγορία της πολλαπλής απόδοσης. Στο κείμενο συναντήθηκαν λέξεις και συμφράσεις, για τις οποίες βρέθηκαν παραπάνω από μία αποδόσεις όπου χρειάστηκε να επιλεγεί η καταλληλότερη με βάση το συγκεκριμένο. Παραδείγματα όπως, «waste heat» που αποδίδεται ως «απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα», «απωλεσθείσα (πλεονάζουσα) θερμότητα» αλλά και ως «απορριπτόμενη θερμότητα» καθώς και ο όρος «solar cell» που αποδίδεται ως «φωτοβολταϊκό στοιχείο»,

«ηλιακή κυψέλη» και ως «ηλιακό κύτταρο» και πολλά άλλα, αποτελούν ορολογία η οποία είναι δόκιμη και με περισσότερους από έναν τρόπους μετάφρασής τους. Η επιλογή των επικρατέστερων όρων έγινε με βάση την συχνότητά τους στις βιβλιογραφικές αναφορές. Σημαντικό κομμάτι της κατηγορίας αυτής αποτέλεσαν οι όροι-δάνεια. Όροι όπως «biomass» / «βιομάζα» και «energy system»/ «σύστημα ενέργειας». Αυτή η κατηγορία δανεισμού ονομάζεται άμεσος δανεισμός. Στη συνέχεια, έχουμε μια ακόμα κατηγορία τον μεταφραστικό δανεισμό. Τέτοια περίπτωση αποτελεί ο όρος «thermal power plant»/ «θερμοηλεκτρική εγκατάσταση», «solid biomass»/ «στερεή βιομάζα» και «photovoltaic panel»/ «φωτοβολταϊκό πάνελ». Τέλος έχουμε την μετάφραση όρων που πραγματοποιείται με την διατήρηση αγγλικού όρου όπως «pellet boilers»/ «λέβητας πελλετ»(Κεραμίδας 2015).

Τέλος, όσον αφορά στην υποκατηγορία των ακρωνυμίων και αρκτικόλεξων, πρέπει να σημειωθεί πως, έχοντας λάβει υπόψιν το είδος του κειμένου, δεν συναντήθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Πέρα, λοιπόν από όρους όπως KW και όλες της κατηγορίες του που αναφέρονται στο κείμενο δεν συναντώνται άλλα παραδείγματα αρκτικόλεξων, ενώ τα παραπάνω αναλύονται στο γλωσσάρι αλλά στο κείμενο χρησιμοποιείται η σύντομη γραφή τους καθώς είναι όροι παγιωμένοι στην επιστημονική κοινότητα και δεν θεωρήθηκε ότι χρειάστηκε περαιτέρω ανάλυση τους. Περιορισμένα ήταν, επίσης και τα ακρωνύμια που συναντήθηκαν στο κείμενο με παραδείγματα όπως, «building integrated photovoltaic (BIPV)» και «CO₂ ». Σε περιπτώσεις όπως το πρώτο παράδειγμα, τα ακρωνύμια αναλύθηκαν στο γλωσσάρι αλλά δεν μεταφέρθηκαν στο μετάφρασμα, όπου και χρησιμοποιήθηκε ο πλήρης όρος διότι α) η χρήση του πρωτότυπου ακρωνυμίου στην αγγλική δεν θα εξυπηρετούσε κανέναν σκοπό στο μετάφρασμα και β) δεν συναντήθηκαν σε παράλληλα κείμενα μεταφράσεις των ακρωνυμίων αυτών για να χρησιμοποιηθούν στο κείμενο στόχος. Σε περιπτώσεις, ωστόσο, όπως η δεύτερη, επειδή όροι παρόμοιοι με το «CO₂ » έχουν παγιωθεί παγκοσμίως και χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μορφή τόσο σε επιστημονικά όσο και σε καθημερινά κείμενα σε όλες τις γλώσσες, κρίθηκε σκόπιμο να παραμείνουν στην ίδια μορφή με αυτή του πρωτοτύπου, και στο μετάφρασμα.

Σύνταξη και δομή

Η δεύτερη κατηγορία μεταφραστικών προβλημάτων είναι η δομή του κειμένου και η σύνταξη. Σαν επιστημονικό τεχνικό κείμενο η σύνταξη είναι αυστηρή δίχως να αφήνει πολλά περιθώρια για καλολογικά στοιχεία αλλά δίνοντας περισσότερη έμφαση στην μετάδοση της πληροφορίας. Ειδικά όσον αφορά στην περιγραφή ερευνών που έχουν διεξαχθεί και στην παράθεση οικονομικών στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με την ποσότητα ενέργειας και τη χρήση της που η προσοχή στη λεπτομέρεια καθίσταται αναγκαία. «Therefore, the creation of zero CO₂ emissions residential buildings due to energy use in northern Greece is technically and economically feasible», «The authors have stated that biomass use in residential sector could assist in the achievement of EU's 2020 goals for climate and energy» στις συγκεκριμένες φράσεις έχει χρησιμοποιηθεί η μεταφραστική τεχνική της μετατροπίας (VINAY, J.P./ DARBELNET, J.: *Stylistique comparée du français et de l'anglais. Méthode de traduction*, Paris 1958.) καθώς στο μετάφρασμα έχει αποδοθεί ως «Ως εκ τούτου, η δημιουργία οικιστικών κτιρίων με μηδενικές εκπομπές CO₂, λόγω ενεργειακής χρήσης, στη βόρεια Ελλάδα είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτή» και «Οι συγγραφείς δήλωσαν ότι η χρήση βιομάζας στον οικιακό τομέα θα μπορούσε να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων κλιματικής

και ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ για το 2020» αντίστοιχα. Στην πρώτη περίπτωση το κείμενο πηγή πηγαίνει από το ειδικό στο γενικό, ενώ το κείμενο στόχος πηγαίνει από το γενικό στο ειδικό, ενώ στην δεύτερη το κείμενο πηγή πηγαίνει από το γενικό στο ειδικό, ενώ το κείμενο στόχος πηγαίνει από το ειδικό στο γενικό(αντιθετικό ζεύγος παράθεσης-επεξήγησης).

Επιπλέον, όπως συμβαίνει συχνά σε μεταφράσεις από τα μία ξένη γλώσσα στα ελληνικά, πόσο μάλλον από την αγγλική που είναι στην πλειονότητα της γλώσσα με μικροπερίοδο λόγο, η κατά κόρον χρήση μακροπεριόδου λόγου στα ελληνικά δημιουργεί προβλήματα κατά τη μεταφορά από τη μία γλώσσα στην άλλη.. Έτσι, ο μεταφραστής συχνά καλείται να ενώσει δύο ή/και περισσότερες μικρές προτάσεις δημιουργώντας μία μεγαλύτερη ώστε να μπορεί να διατηρηθεί η συνοχή του κειμένου, έχοντας όμως φέρει το μετάφρασμα πιο κοντά στο ύφος, τη δομή και τη σύνταξη της γλώσσας στόχο.

Αναφορικά με τα παραπάνω, στα παρακάτω αποσπάσματα «The authors have stated that most of the buildings in Denmark are connected to electricity grids and around half of them with district heating systems. This fact allows the exchange of heat and electricity among the buildings and the grids» και «However on the long term lignite fired power plants should be closed down due to European legislation. Then the existing district heating systems should utilize locally available biomass resources for heat generation» ο μικροπερίοδος αγγλικός λόγος έχει ενωθεί σε μία μεγαλύτερη περίοδο στο κείμενο στόχος για να εξυπηρετηθεί ο σκοπός της μετάφρασης και να αντιστοιχεί στην ελληνική « Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι τα περισσότερα κτίρια στη Δανία συνδέονται με ηλεκτρικά δίκτυα και περίπου τα μισά με συστήματα τηλεθέρμανσης γεγονός που επιτρέπει την ανταλλαγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των κτιρίων και των δικτύων» και «Εντούτοις, αν οι μακρόχρονοι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με λιγνίτη πρέπει να κλείσουν λόγω της ευρωπαϊκής νομοθεσίας, τα υφιστάμενα συστήματα τηλεθέρμανσης θα πρέπει να χρησιμοποιούν τοπικά διαθέσιμους πόρους βιομάζας για παραγωγή θερμότητας» καθιστώντας το κείμενο περισσότερο δόκιμο και φέρνοντάς το πιο κοντά στα δεδομένα της ελληνικής γλώσσας.

Ωστόσο, συναντήθηκαν και περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκε η ακριβώς αντίθετη τεχνική. Δηλαδή, για να παραμείνει το μετάφρασμα δόκιμο και για να έρθει πιο κοντά στο ύφος, τη δομή και τη σύνταξη της γλώσσας στόχο, μία μεγάλη περίοδος, στα αγγλικά χωρίστηκε σε δύο μικρότερες κατά τη μεταφορά τους στην ελληνική. «Therefore the cost of the biomass burning system is 4500 € of the solar thermal system 800 € and for the solar-PV 5400 € totally 10,700 € or 71.33 € per m² of the building covered surface»/ «Ως εκ τούτου το κόστος για το σύστημα καύσης βιομάζας είναι 4500 €, για το ηλιακό θερμικό σύστημα 800 € και για το φωτοβολταϊκό 5400 €. Συνολικά 10.700 € ή 71.33 € ανά τ.μ. της καλυμμένης επιφάνειας του κτιρίου».

Ύφος

Στην τρίτη κατηγορία, αυτή του ύφους, εντάσσεται η πλειονότητα του πρωτοτύπου και κατά συνέπεια και του μεταφράσματος. Το κείμενο είναι επιστημονικό και σοβαρό, με πλήθος ορολογίας και χαρακτηριστικά όπως η χρήση παθητικής φωνής, το γ' ενικό και η έλλειψη περίτεχνων εκφραστικών μέσων. Αναλυτικότερα, η λειτουργία της γλώσσας είναι αναφορική/δηλωτική, δηλαδή μιλάει για τον πραγματικό

κόσμο με παραδείγματα, παρουσιάζοντας πληροφορίες, αποτελέσματα έρευνας και δεν υπάρχει συναισθηματικά φορτισμένος λόγος και ως εκ τούτου θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε ως πληροφοριακό. Επιπλέον, λόγω του επικοινωνιακού πλαισίου του κειμένου, το κείμενο είναι ακριβές και με σαφήνεια και αυτός είναι και ο στόχος κατά τη δημιουργία του μεταφράσματος.

Πίνακες και Εικόνες

Επιπροσθέτως, το παρών προς μετάφραση κείμενο, διέθετε αρκετούς πίνακες που βοηθούσαν στην εναργέστερη κατανόηση των πληροφοριών και των δεδομένων που αναφέρονται σε αυτό, καθώς λειτουργούσαν σαν παραδείγματα εφαρμογής των παραπάνω στην πραγματική ζωή. Οι πίνακες και οι εικόνες, είναι στοιχεία, τα οποία στο συγκεκριμένο κειμενικό είδος παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην επεξήγηση και στην κατανόηση των επιστημονικών στοιχείων που αναφέρονται στο κείμενο όσο και στην αξιολόγηση των ευρημάτων από τους ειδήμονες που θα το χρησιμοποιήσουν ως πηγή στον τομέα τους. Η μεταφραστική δυσκολία έγκειται αρχικά στην πιστή μεταφορά των πληροφοριών χωρίς να αλλοιωθεί νοηματικά το μετάφρασμα. Σε δεύτερη φάση, έπρεπε να γίνει σωστή μορφοποίηση των παραπάνω στοιχείων για να μεταφερθεί πιστά το περιεχόμενο τους από το κείμενο πηγή στο κείμενο στόχο.

Αξιολόγηση της Μετάφρασης

Η μετάφραση του κειμένου ήταν μία διαδικασίας συνεχούς και σχολαστικής έρευνας που βασίστηκε σε έντυπα και ηλεκτρονικά λεξικά, βάσεις ορολογίας και παράλληλα κείμενα. Διεκπερεώθηκε με αντικειμενικότητα και σε συνάρτηση με το πρωτότυπο. Το αποτέλεσμα, στο κείμενο- στόχο, είναι η κοντινότερη προσέγγιση του πρωτοτύπου στα ελληνικά. Σε αυτό βοήθησε τόσο η δημιουργία του γλωσσαρίου, όσο και η ίδια η φύση του πρωτοτύπου κειμένου, το οποίο ως επιστημονικό κείμενο δεν είχε περίπλοκο και περίτεχνο ύφος, δομή και σύνταξη, ούτε καλολογικά στοιχεία, καθώς αποτελεί ένα καθαρά πληροφοριακό κείμενο με επιστημονικό και ερευνητικό χαρακτήρα. Τα μεταφραστικά προβλήματα που συναντήθηκαν, αντιμετωπίστηκαν μέσα από βιβλιογραφική έρευνα που έγινε σε αξιόπιστα και εξειδικευμένα παράλληλα κείμενα και συγγράμματα σχετικά με την επιστήμη της μετάφρασης. Το κείμενο στόχος δεν παρεκκλίνει από πρωτότυπο και η δομή του παρέμεινε ίδια, διότι δεν υπάρχει μεγάλη ελευθερία σε τέτοια επιστημονικά κείμενα καθώς υπάρχει κίνδυνος ανακρίβειας και μη σωστής μεταφοράς του νοήματος και των θεματικών του πρωτοτύπου.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας, θεωρώ πως, η εκπόνηση της εργασίας αυτής, με καθιστά ικανό να κατανοήσω καλύτερα τα κείμενα επιστημονικής φύσεως, και πιο συγκεκριμένα κείμενα σχετικά με την ενέργεια, καθώς και να αποκτήσω μια εξοικείωση με την ορολογία των θετικών επιστημών. Τα ποικίλα προβλήματα που συναντήθηκαν, βρήκαν τη λύση τους με τη σωστή διαχείριση των πηγών και με την χρήση της κατάλληλης ορολογίας, η οποία βρέθηκε, κατόπιν ενδελεχούς και σχολαστικής έρευνας. Σημαντικό κομμάτι στην παραπάνω μετάφραση αποτέλεσε η χρήση μεταφραστικών των τεχνικών όπως αποτυπώθηκαν από τους

Vinay και Darbelnet, ενώ η δομή που ακολουθήθηκε, δηλαδή η κατηγοριοποίηση των μεταφραστικών προβλημάτων, βοήθησε στη σωστή και ταχύτερη διαχείρισή και επίλυσή τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Κεραμίδας, Σ. Γ. (2015). Ζητήματα Ορολογίας στην Τεχνική Μετάφραση. ΑΘΗΝΑ: ΔΙΑΥΛΟΣ.
- Κελάνδριας, Π. Ι. (2007, November 1-3). Ο ρόλος των μεταφραστικών οδηγιών στη διαμόρφωση της ειδικής ορολογίας. ΕΛΕΤΟ 6ο Συνέδριο «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία», ΑΘΗΝΑ.
- Seel, O. I. (2015). Εισαγωγή στην γενική μετάφραση[PDF, Epub]. ΑΘΗΝΑ: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Creative Commons BY-NC-ND ISBN 978-960-603-081-9
- Χριστοφορίδης, Θ. Ι., & Christoforides, T. I. (2009). Αριθμητική διερεύνηση καύσης υδρογόνου και αερίου σύνθεσης για εφαρμογές σε συστήματα καύσης και μετατροπής ενέργειας(Bachelor's thesis).
- Γαλανοπούλου, Α. Μ. Α. (2012). Ανάλυση κόστους καλλιέργειας, συγκομιδής και μεταφοράς βιομάζας για χρήση ως βιοκαύσιμο σε μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας(Master's thesis).
- Αποστολάκη, Π., & Σπανού, Μ. (2019). Περιβαλλοντικός σχεδιασμός εξοχικής κατοικίας στα Σπάτα.
- Siamanta, Z. C. (2017). Building a green economy of low carbon: the Greek post-crisis experience of photovoltaics and financial'green grabbing'. Journal of Political Ecology, 24(1), 258-276.
- Vinay, J.-P., και Darbelnet, J. (1958/2000). A Methodology for Translation. [Απόσπασμα από το Comparative Stylistics of French and English: A Methodology for Translation, μετάφρ. and επιμέλεια J. C. Sager & M.-J. Hamel, Άμστερνταμ: John Benjamins, 1995, πρώτη έκδοση το 1958 ως Stylistique comparée du français et de l'anglais. Méthode de traduction υπό την επιμέλεια του L. Venuti, The Translation Studies Reader (σελ. 84–93). Λονδίνο: Routledge.

Ηλεκτρονικές πηγές

- <https://iate.europa.eu/home> (Το IATE (Interactive Terminology for Europe) είναι η βάση δεδομένων ορολογίας της ΕΕ)
- <http://www.europarl.europa.eu> (Ιστότοπος του ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου)
- <https://www.didaktorika.gr> (Στο Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών (ΕΑΔΔ) συγκεντρώνεται το σύνολο των διδακτορικών διατριβών που έχουν εκπονηθεί στα ελληνικά Πανεπιστημιακά Ιδρύματα, καθώς και οι διδακτορικές διατριβές που έχουν εκπονηθεί από Έλληνες διδάκτορες σε Πανεπιστημιακά Ιδρύματα του εξωτερικού και έχουν αναγνωριστεί από το ΔΟΑΤΑΠ)
- <https://www.sciencedaily.com> (Το ScienceDaily παρουσιάζει νέα σχετικά με τις τελευταίες ανακαλύψεις στην επιστήμη, την υγεία, το περιβάλλον, την τεχνολογία και πολλά άλλα - από κορυφαία πανεπιστήμια, επιστημονικά περιοδικά και ερευνητικούς οργανισμούς.)

- <https://www.britannica.com> (Αγγλόφωνη εγκυκλοπαίδεια γενικού ενδιαφέροντος)
- <http://www.eleto.gr/gr/termbases.htm> (Ελληνική Εταιρία Ορολογίας με βάση δεδομένων τεχνικής ορολογίας)

Λεξικά

- Collins Cobuild, English Language Dictionary
- Λεξικό τεχνολογίας και επιστημών, εκδόσεις Σταφυλίδη, 3η έκδοση
- Λεξικό οικολογικών & περιβαλλοντικών όρων: αγγλοελληνικό – ελληνοαγγλικό / Κίμων Χατζημπίρος, Παναγιώτης Παναγιωτίδης, Ρένα Καρακατσάνη / 2006