

Σύστημα μικρής τηλεθέρμανσης δημοτικών κτιρίων με χρήση βιομάζας. Η περίπτωση των κτιρίων της .Ε. Χασίων του Δήμου Δεσκάτης

Καραστέργιος Ευθύμιος

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μεταπτυχιακός
Φοιτητής ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

tkarastergios@gmail.com std102728@ac.eap.gr

Μαναριώτης Ιωάννης

Πολιτικός Μηχανικός και Κ-Σ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

manariotis.ioannis@ac.eap.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στην αξιολόγηση των ωφελειών που θα προκύψουν από την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης βιομάζας σε μικρές κοινότητες. Τα δημόσια κτίρια είναι οι κοιτίδες - οι πυρήνες από όπου θα ξεκινήσει η διαδικασία.

Το πρώτο βήμα της εργασίας είναι η αξιολόγηση του δυναμικού της τοπικής βιομάζας, για να στηρίξει την αντικατάσταση των παλιών συστημάτων θέρμανσης με σύστημα τηλεθέρμανσης από βιομάζα. Για το σκοπό αυτό, γίνεται εκτεταμένη έρευνα προκειμένου να προσδιοριστεί το πραγματικό δυναμικό της δασικής βιομάζας που είναι διαθέσιμο στην περιοχή, μέσα από στοιχεία που ελήφθησαν από τις Δημόσιες Υπηρεσίες, τη Διαχειριστική Μελέτη του Δημοτικού Δάσους Καρπερού, καθώς και επιτόπιες έρευνες. Παράλληλα, εξετάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα διάφορα προϊόντα που προέρχονται από τη δασική βιομάζα μέσω μιας επισκόπησης της ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας.

Το επόμενο βήμα είναι η καταγραφή του πραγματικού εγκατεστημένου θερμικού φορτίου των κτιρίων καθώς και μελέτη η οποία θα υποδείξει ποιο είδος βιομάζας είναι το καταλληλότερο να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στο εξεταζόμενο σύστημα. Μέσα από τη μελέτη διερευνούνται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα σύγχρονα συστήματα καύσης βιομάζας, παρουσιάζεται το προτεινόμενο σύστημα τηλεθέρμανσης που περιλαμβάνει τη διαστασιολόγηση και τη χωροθέτηση δύο λεβήτων βιομάζας σε παράλληλη σύνδεση, καθώς και τον σχεδιασμό και τον υπολογισμό του δικτύου τηλεθέρμανσης των τεσσάρων δημοτικών κτιρίων και της διασύνδεσής τους με το δίκτυο. Επίσης, διερευνάται η τοποθέτηση ενός συστήματος παραγωγής πέλλετ ή θρυμματισμένου ξύλου για ίδια χρήση και προτείνεται το καταλληλότερο για την περίπτωση του δικτύου τηλεθέρμανσης του Καρπερού.

Τέλος, με στοιχεία που ελήφθησαν από το ελεύθερο εμπόριο και από τα υφιστάμενα δίκτυα τηλεθέρμανσης της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας, παρουσιάζεται ο ενδεικτικός προϋπολογισμός του δικτύου.

Λέξεις-Κλειδιά: Τηλεθέρμανση, βιομάζα

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Στη σημερινή εποχή η προστασία του περιβάλλοντος και η μείωση του κόστους της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση των κτιρίων αποτελούν προτεραιότητα για τους

φορείς του δημοσίου, ενώ η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού με την ταυτόχρονη αύξηση των ενεργειακών αναγκών είναι συνυφασμένη με τη μείωση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων και των συμβατικών-ορυκτών καυσίμων.

Στα πλαίσια της δέσμευσης των ευρωπαϊκών χωρών να μειώσουν τις εκπομπές των αέριων ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ακόμη πιο αναγκαία η στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η χρήση της δασικής βιομάζας.

Η βιομάζα μπορεί να είναι ξυλώδης ή μη, μπορεί να προέρχεται από δασική βιομάζα, υπολείμματα ξυλοβιομηχανιών, υπολείμματα καλλιεργειών κ.α. και αποτελεί έναν από τους πιο οικολογικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας. Σύμφωνα με τον Hakila (2001), μεγάλες ποσότητες ξύλου, που προέρχονται κυρίως από υπολείμματα υλοτομίας, ξυλεία που έχει κριθεί ως μη αποδεκτή ποιότητας για δομική χρήση, ξυλοκατασκευές που έχουν απαξιωθεί λόγω παλαιότητας ή φθοράς, παλιά έπιπλα, κ.α., μένουν ανεκμετάλλευτες ή καταλήγουν να απορρίπτονται ως κοινά οικιακά απορρίμματα. Η προσφορά αυτού του είδους της ξύλινης βιομάζας είναι συνεχής, σε επαρκείς ποσότητες, και θα μπορούσε να καλύψει ενεργειακά ένα μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών μας.

Κατά τα έτη 2000-2013, η παγκόσμια ξυλώδης βιομάζα, συμπεριλαμβανομένων της στρογγυλής ξυλείας, της βιομηχανικής στρογγυλής ξυλείας, του ξυλοπολτού, της πριστής ξυλείας, του κόντρα πλακέ, των καυσίμων από ξύλο, των κορμών ξύλου, των ροκανιδιών, των σωματιδίων ξύλου και των υπολείμματα ξύλου, αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξης του 0,05 Gm3 ανά έτος και έφτασε περίπου 9,78 Gm3 το 2013 (Yanling, et.al.,2016).

Σύμφωνα με μελέτη του ΕΜΠ σε συνεργασία με το ΕΚΕΤΑ (Κακαράς, κ.α.,2013), το κόστος της θερμικής ενέργειας που προέρχεται από λέβητες βιομάζας (πέλλετ ξύλου), ανέρχεται στο 59,18% του αντίστοιχου κόστους ενός συγκροτήματος συνήθη λέβητα-καυστήρα πετρελαίου, γεγονός που ενισχύει την απαίτηση για αντικατάσταση των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης από συστήματα καύσης βιομάζας.

Η αξιοποίηση της βιομάζας με τηλεθέρμανση δεν έχει ακόμη εφαρμοσθεί στη χώρα μας σε ικανοποιητικό βαθμό και σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να συμβάλει στην ανάπτυξη των συστημάτων αυτών και στη διάδοση του συστήματος τηλεθέρμανσης με βιομάζα και σε άλλα κτίρια του δημοσίου ή του ιδιωτικού τομέα.

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται η αξιολόγηση των ωφελειών που θα προκύψουν από την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης βιομάζας σε μικρές κοινότητες.

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

Η μεθοδολογία, που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, περιλαμβάνει :

1. Λήψη στοιχείων για τη διαθέσιμη δασική βιομάζα καθώς και τη βιομάζα από τις αγροτικές καλλιέργειες της περιοχής, από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς του Νομού Γρεβενών, όπως ο Δήμος Δεσκάτης, η Δ/ση Δασών, η Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης, η Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Γρεβενών, η Στατιστική Υπηρεσία κ.α., καθώς και από τη Διαχειριστική Μελέτη Δημοτικού Δάσους Καρπερού 2011-2020.
2. Υπολογισμό του πραγματικού εγκατεστημένου θερμικού φορτίου του συστήματος. Το προτεινόμενο δίκτυο τηλεθέρμανσης με βιομάζα θα τροφοδοτήσει τέσσερα δημοτικά κτίρια που βρίσκονται σε κοντινή σχετικά απόσταση μεταξύ τους στον οικισμό του Καρπερού του Δήμου Δεσκάτης. Τα κτίρια που θα συνδεθούν είναι το Γυμνάσιο-Λύκειο Καρπερού, το πρώην Δημαρχείο, το Δημοτικό Σχολείο και ο Παιδικός Σταθμός. Το λεβητοστάσιο του δικτύου της τηλεθέρμανσης προτείνεται να τοποθετηθεί στον αύλειο χώρο του Γυμνασίου-Λυκείου.
3. Διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, των εναλλακτών θερμότητας καθώς και του δικτύου μεταφοράς και διανομής με χρήση ειδικού υπολογιστικού προγράμματος.
4. Ανασκόπηση των εφαρμοζόμενων τεχνολογιών και εκτίμηση του κόστους εγκατάστασης τόσο του συστήματος θέρμανσης όσο και των δικτύου των σωληνώσεων, με λήψη στοιχείων από το εμπόριο και τις κατασκευαστικές εταιρείες.
5. Παρουσίαση των κυριότερων χαρακτηριστικών των δύο πιο διαδεδομένων εφαρμοζόμενων τεχνολογιών στην αξιοποίηση της ξυλώδους βιομάζας, των συστημάτων παραγωγής πέλλετ και των μηχανών παραγωγής θρυμματισμένου ξύλου, και συγκριτική αξιολόγηση των παραπάνω συστημάτων για την εξυπηρέτηση των αναγκών του εξεταζόμενου δικτύου.

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται η αξιολόγηση των ωφελειών που θα προκύψουν από την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης βιομάζας σε μικρές κοινότητες.

Η χρήση της ξυλώδους βιομάζας είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοποίησης του ξύλου είτε με την παραδοσιακή χρήση των καυσόξυλων, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό 50-67% (Zanchi, et. al., 2012).

Σύμφωνα με τους Herbert & Krishnan (2016), ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας εκτιμά ότι περίπου το 60% της συνολικής ποσότητας ξύλου του κόσμου είχε χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς μέχρι το 2010.

Μέσα από την εργασία παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες ενός συστήματος τηλεθέρμανσης που απαιτούνται για την καλύτερη κατανόηση του προτεινόμενου έργου στο Καρπερό.

Ως τηλεθέρμανση ορίζεται η παροχή και μεταφορά θερμικής ενέργειας από μια κεντρική μονάδα προς έναν αριθμό περιφερειακών καταναλωτών, μέσω ενός δικτύου αγωγών μεταφοράς (Τσούτσος & Μαυραγάνης, χ.χ)

Το θερμό νερό που παράγεται στον κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας από την καύση της βιομάζας, τροφοδοτεί μέσω υπόγειων αγωγών θερμότητας τους χρήστες, για την κάλυψη των αναγκών τους σε θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης. Στη συνέχεια επιστρέφει μέσω του δισωληνίου δικτύου αγωγών στην κεντρική μονάδα όπου επαναθερμαίνεται.

Σε ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης η καύσιμη ύλη μπορεί να είναι:

Πετρέλαιο
Βιοκαύσιμα
Καυσόξυλα
PELLETS
Βιομάζα αγροτικής προέλευσης
Σκουπίδια, κ.α.

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από:

α) Τον σταθμό παραγωγής θερμότητας όπου είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός (λέβητες, καυστήρες, σύστημα τροφοδοσίας, σύστημα αποθήκευσης καυσίμου, αντλίες κυκλοφορίας, εναποθηκευτές θερμότητας (buffers), καλνοδόχος κ.α.)

β) Το δίκτυο διανομής του θερμαίνοντος μέσου (το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό) από το σταθμό παραγωγής θερμότητας προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Οι αγωγοί του συστήματος είναι προμονωμένοι για την ελαχιστοποίηση των απωλειών ενέργειας. Αποτελούνται από εσωτερικό χαλύβδινο αγωγό, με περίβλημα μόνωση πολυουρεθάνης και εξωτερικό προστατευτικό περίβλημα πολυαιθυλενίου.

γ) Τους υποσταθμούς σύνδεσης, μέσω των οποίων γίνεται η σύνδεση των εσωτερικών εγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης. Με τους υποσταθμούς σύνδεσης επιτυγχάνεται :

- Το θερμό νερό της τηλεθέρμανσης να θερμαίνει το νερό του δικτύου καλοριφέρ του κτιρίου
- Να γίνεται αυτόματη ρύθμιση του νερού του καλοριφέρ ανάλογα με τις απαιτήσεις σε θέρμανση του κτιρίου
- Να γίνεται καταμέτρηση της κατανάλωσης του συγκεκριμένου κτιρίου
- Το νερό της τηλεθέρμανσης, αφού έχει θερμάνει το νερό του καλοριφέρ επιστρέφει μέσω των υπόγειων σωληνώσεων πίσω στον κεντρικό σταθμό για να επαναθερμανθεί.

δ) Τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων (δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα, κυκλοφορητές, θερμοπομποί κλπ.).

Σύμφωνα με τους Vallio και Tsoutso (2016), η πλειοψηφία των δικτύων τηλεθέρμανσης χρησιμοποιεί μονωμένους σωλήνες και μεταφέρει ζεστό νερό σε θερμοκρασίες μέχρι 115 °C (υπέρθερμο νερό), ενώ οι αγωγοί μεταφοράς σχεδιάζονται για τη μέγιστη ικανότητα ροής η οποία συμβαίνει κατά την αιχμή της ζήτησης, προκειμένου να ανταποκριθούν στη δυσμενέστερη περίπτωση. Αντίστοιχα, οι αντλίες κυκλοφορίας πρέπει να είναι σε θέση να μεταφέρουν την μέγιστη ροή σε διάφορους καταναλωτές και να εξυπηρετήσουν και τον πιο απαιτητικό κλάδο του δικτύου που χαρακτηρίζεται από την μέγιστη πτώση πίεσης.

Από την εκτεταμένη παρουσίαση των καυσίμων από βιομάζα ανά την Ελλάδα και την Ευρώπη, προκύπτουν στοιχεία που αποδεικνύουν την πολύ μικρή χρήση των καυσίμων αυτών στη χώρα μας σε σχέση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (EurObserv'Er 2016). Η διαφοροποίηση που εμφανίζεται μεταξύ των χωρών της ΕΕ εντοπίζεται σε οριζόντια διάσταση κυρίως στις εθνικές πολιτικές για τη βιοενέργεια σε συνάρτηση με τις εθνικές πολιτικές για τη διαχείριση των δασών, καθώς και σε κάθετη διάσταση στις αλληλεπιδράσεις που εμφανίζει η πολιτική της κάθε χώρας με τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Lindstad, et. al., 2015).

Στον ελληνικό χώρο, έργα του Κ.Α.Π.Ε. που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα VALOREN είχαν επιτυχία (Makrigiannis, Theoharatos & Mavrakakis, 2006). Στη χώρα μας ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ξυλώδης βιομάζα, που προέρχεται κυρίως από τα δάση, και αφορά τόσο στην αξιοποίηση της ξυλώδους βιομάζας, όσο και στην αξιοποίηση των υπολειμμάτων ξύλευσης, όπως είναι τα κλαδιά, οι κορυφές των δέντρων κ.α., που μέχρι σήμερα, σχεδόν εξολοκλήρου, παραμένουν ανεκμετάλλετα, αφού σύμφωνα και με τους

Vallios, Tsoutsos & Papadakis (2014) όσο η βιομάζα που προέρχεται από δασική ξυλεία είναι διαθέσιμη και κοντά στη μονάδα τηλεθέρμανσης, η διάθεση και το κόστος μεταφοράς της παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα εξασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα των εν λόγω ενεργειακών συστημάτων.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της δασικής βιομάζας που βρίσκονται στην περιοχή του Καρπερού, όπως προκύπτουν από επιτόπιες αυτοψίες, στοιχεία από τη Δ/νση Δασών Γρεβενών, τον Δήμο Δεσκάτης, την Στατιστική Υπηρεσία Γρεβενών και τη Διαχειριστική Μελέτη του Δημοτικού Δάσους Καρπερού του Δήμου Δεσκάτης, για τα έτη 2011-2020, αποδεικνύουν την επάρκεια της δασικής βιομάζας για την πλήρη κάλυψη των θερμικών αναγκών του προτεινόμενου συστήματος τηλεθέρμανσης.

Παρουσιάζεται σε χάρτη η προτεινόμενη τοπολογία του συστήματος η οποία περιλαμβάνει τη χωροθέτηση του λεβητοστασίου, τη θέση των κτιρίων που πρόκειται να συνδεθούν, καθώς και την όδευση των υπόγειων σωλήνων τηλεθέρμανσης. Επίσης, δίνονται στοιχεία των κτιρίων που αφορούν στα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά, όπως το είδος των κουφωμάτων και η θερμομόνωσή τους, όσο και στην υφιστάμενη θερμική κατάστασή τους που περιλαμβάνει τους λέβητες, τα θερμαντικά σώματα και τις καταναλώσεις πετρελαίου θέρμανσης κατά την τελευταία πενταετία.

Μέσα από τη διερεύνηση των κυριότερων συστημάτων καύσης βιομάζας όπως οι λέβητες καύσης πέλλετ και οι λέβητες καύσης θρυμματισμένου ξύλου, γίνεται μια συγκριτική αξιολόγηση για την περίπτωση του δικτύου τηλεθέρμανσης των δημοτικών κτιρίων Καρπερού, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής και του τρόπου λειτουργίας του συστήματος, που μεταξύ άλλων είναι:

- Η εξασφάλιση πρώτης ύλης (δασικής βιομάζας)
- Η ύπαρξη χώρου εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης και εξασφάλιση πρόσβασης για τροφοδοσία με καύσιμο υλικό
- Ο επαρκής αποθηκευτικός χώρος καυσίμου
- Το προσωπικό για την επεξεργασία της δασικής βιομάζας (ξύλα, κορμούς, υπολειμματική βιομάζα υλοτομίας κ.α) και την μετατροπή της σε καύσιμη ύλη
- Τα οχήματα μεταφοράς καυσίμου από τον χώρο αποθήκευσης στον χώρο καύσης

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή του προτεινόμενου συστήματος καύσης, που περιλαμβάνει δύο Λέβητες Βιομάζας δυναμικότητας 300.000 KW έκαστος, το Σύδ Αποθήκευσης και Τροφοδοσίας των Λεβήτων με wood chips ή pellet, δύο δοχεία εναποθήκευσης θερμότητας (Buffer tank) συνολικής χωρητικότητας 4m³ και βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπως ηλεκτρικοί πίνακες, πυροσβεστήρες, κλπ.

Το δίκτυο τηλεθέρμανσης, όπως είναι οι σωληνώσεις και οι θερμικοί υποσταθμοί σύνδεσης των κτιρίων με το δίκτυο, καθώς και η διαστασιολόγηση των σωλήνων, υπολογίζονται με χρήση ειδικού υπολογιστικού προγράμματος. Οι προτεινόμενες κατασκευαστικές λεπτομέρειες του δικτύου της τηλεθέρμανσης προέκυψαν από στοιχεία που ελήφθησαν από τα υφιστάμενα δίκτυα τηλεθέρμανσης της Κοζάνης και της Πτολεμαΐδας, ύστερα από επιτόπια αυτοψία και επικοινωνία με συναδέλφους του τμήματος Μελετών της Δημοτικής Επιχείρησης Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας και της Αναπτυξιακής Εταιρείας Κοζάνης (ANKO A.E.).

Η συγκριτική αξιολόγηση των κυριότερων χαρακτηριστικών των δύο πιο διαδεδομένων εφαρμοζόμενων τεχνολογιών στην αξιοποίηση της ξυλώδους βιομάζας, των συστημάτων παραγωγής πέλλετ και των μηχανών παραγωγής θρυμματισμένου ξύλου, οδηγεί στην επιλογή του θρυμματισμένου ξύλου. Οι βασικότεροι παράγοντες που οδηγούν στην επιλογή αυτή είναι οι ακόλουθοι:

- Η απαιτούμενη ποσότητα του συστήματος, η οποία δεν ξεπερνά τους 100 τόνους ξύλου ετησίως,

- Η έλλειψη τεχνογνωσίας παραγωγής πέλλετ και η απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού
- Οι μικρές σχετικά ποιοτικές απαιτήσεις στην παραγωγή καυσίμου,
- Η μικρότερη τιμή αγοράς του απαιτούμενου εξοπλισμού.

Από την ανασκόπηση των οικονομικών στοιχείων της προτεινόμενης επένδυσης, όπως είναι ο ενδεικτικός προϋπολογισμός, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας, ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης καθώς και τα διαθέσιμα χρηματοδοτικά εργαλεία για την υλοποίησή της, προκύπτει ότι τα συστήματα τηλεθέρμανσης με βιομάζα αποτελούν μια εξαιρετική επιλογή για τους φορείς του δημοσίου ή του ιδιωτικού τομέα που βρίσκονται στην επαρχία, κοντά σε δάση και σε αγροτικές περιοχές, ώστε να αξιοποιηθεί η τοπική βιομάζα για τη θέρμανση των ενεργοβόρων εγκαταστάσεων όπως είναι τα σχολεία, οι αθλητικές εγκαταστάσεις, τα ξενοδοχεία, τα θερμοκήπια κ.α.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Με την παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των σημαντικότερων παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος μικρής τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Με στόχο τα αποτελέσματα που θα προκύψουν να είναι κατά το δυνατόν ρεαλιστικά και υλοποιήσιμα, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται τόσο από επιτόπιες αυτοψίες και μετρήσεις, όσο και από απογραφές της ΕΣΥΕ, στοιχεία από δημόσιες Υπηρεσίες, προμηθευτές, το διαδίκτυο και χρήση της ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να συμβάλει στην ανάπτυξη των συστημάτων αυτών και στη διάδοση του συστήματος τηλεθέρμανσης με βιομάζα και σε άλλα κτίρια του δημοσίου ή του ιδιωτικού τομέα. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν αφορούν στην διαθεσιμότητα της βιομάζας που προέρχεται από το δημοτικό δάσος Καρπερού, στην επιλογή του είδους του συστήματος θέρμανσης και του τρόπου διασύνδεσης των τεσσάρων κτιρίων, στην επιλογή του καυσίμου υλικού και τέλος στη διαστασιολόγηση και βιωσιμότητα του συστήματος τηλεθέρμανσης.

Με βάση τη Διαχειριστική Μελέτη του Δημοτικού Δάσους Καρπερού, η ετήσια απαιτούμενη ποσότητα ξυλώδους βιομάζας που απαιτείται για την εξυπηρέτηση του εξεταζόμενου συστήματος τηλεθέρμανσης, η οποία υπολογίζεται σε περίπου 90 τόνους/έτος, μπορεί άνετα να καλυφθεί από τα διαθέσιμα καυσόξυλα που διατίθενται προς καύση.

Αν σε αυτήν την ποσότητα ξυλείας προστεθεί και η βιομάζα από τα υπολείμματα υλοτομίας που μέχρι σήμερα παραμένει ανεκμετάλλευτη, συμπεραίνουμε ότι η βιωσιμότητα του συστήματος τηλεθέρμανσης των τεσσάρων δημοτικών κτιρίων Καρπερού με χρήση βιομάζας είναι εξασφαλισμένη.

Το καύσιμο υλικό που κρίνεται καταλληλότερο είναι το θρυμματισμένο ξύλο (wood chips), και υπερτερεί τόσο έναντι των καυσόξυλων που απαιτούν μεγάλο όγκο αποθήκευσης και καθημερινή απασχόληση αρκετών ατόμων, όσο και έναντι του πέλλετ, το οποίο μπορεί μεν να διαθέτει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη, αλλά οι ποιοτικές απαιτήσεις του, κυρίως από πλευράς υγρασίας, πολύ δύσκολα θα μπορέσουν να επιτευχθούν από το εργατικό προσωπικό του Δήμου.

Το σύστημα καύσης που προτείνεται αποτελείται από συστοιχία δύο λεβήτων 300 KW ο καθένας, με καυστήρα παλινδρομικής εσχάρας από χυτοσίδηρο με υψηλή περιεκτικότητα σε χρώμιο, για μεγαλύτερη αντοχή, με δυνατότητα καύσης υλικών ακόμα και με υγρασία, που όμως δεν ξεπερνά το 45%, ώστε να μπορεί να καίει ακόμη και υλικό με μεγάλη υγρασία όπως είναι το θρυμματισμένο ξύλο χωρίς ξήρανση. Οι παραπάνω προτεινόμενοι λέβητες έχουν την δυνατότητα να καίνε και άλλα είδη βιομάζας όπως είναι το πέλλετ, το οποίο θα μπορεί είτε να παραχθεί μελλοντικά με ίδια μέσα, είτε να γίνει προμήθειά του

από το εμπόριο. Για την πιο εύρυθμη λειτουργία των καυστήρων προτείνεται η τοποθέτηση μιας σειράς αυτοματισμών (αυτόματη έναυση και τροφοδοσία, τηλεχειρισμός, αντιστάθμιση κλπ) ώστε να επιτυγχάνεται ταυτόχρονα και η οικονομικότερη λειτουργία τους.

Επίσης προτείνεται η χρήση δύο δοχείων εναποθήκευσης ενέργειας (buffer tank). Ο λόγος που προτείνεται η χρήση δύο λεβήτων και δύο δοχείων αδρανείας εναποθήκευσης ενέργειας είναι ότι δεν υπάρχει ταυτοχρονισμός της λειτουργίας των κτιρίων. Έτσι, ανάλογα με τη ζήτηση θα χρησιμοποιείται ο ένας μόνο λέβητας ή και οι δύο ταυτόχρονα, ενώ τα δοχεία θα βελτιώνουν την απόκριση του συγκροτήματος θέρμανσης στις ανάγκες του συστήματος.

Το προτεινόμενο δίκτυο διανομής αποτελείται από προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς τοποθετημένους σε όρυγμα με ένα συνολικό μήκος 670μ. περίπου.

Η διασύνδεση των τεσσάρων κτιρίων με το δίκτυο της τηλεθέρμανσης προτείνεται να γίνει μέσω θερμικών υποσταθμών με έμμεσο σύστημα σύνδεσης, ώστε το κάθε κτίριο να αποτελεί και ένα αυτόνομο σύστημα που οποιαδήποτε ενδεχόμενη δυσλειτουργία του δεν θα επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο της τηλεθέρμανσης.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης υπολογίστηκε σε περίπου 240.000€, το οποίο, με βάση τη μέση κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης των κτιρίων των τελευταίων πέντε ετών, εκτιμάται ότι θα αποσβέσει πλήρως σε περίπου 8 έτη.

Ως μελλοντική πρόταση προτείνεται η διερεύνηση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης δημοσίων κτιρίων με διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα η διασύνδεση ορισμένων σχολείων, ενός κλειστού Γυμναστηρίου, ενός Κέντρου Υγείας, της πισίνας ενός κολυμβητηρίου κλπ, τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικά ωράρια λειτουργίας και διαφορετική θερμική απαίτηση. Θα μπορούσε επίσης, αντί της χρήσης βιομάζας να χρησιμοποιείται ως καύσιμο το βιοαέριο ή το φυσικό αέριο με χρήση δεξαμενών αποθήκευσης στις περιοχές που δεν υπάρχει αγωγός φυσικού αερίου. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διερεύνηση ενός συστήματος τηλεθέρμανσης με καύση βιομάζας με ταυτόχρονη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού (ΣΗΘ), τόσο για ιδιοκατανάλωση όσο και για εμπορική χρήση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Κακαράς, Ε. , Καρέλλας, Σ. , Βουρλιώτης, Π. , Γραμμέλης, Π., Πάλλης, Π. & Καραμπίνης, Ε. (2013). *Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Τσουτσός, Θ., Μαυρογιάννης, Ι. (χ.χ). *Τεχνικός Οδηγός. Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας*, Πικέρμι: ΚΑΠΕ
- EurObserv'Er, Solid Biomass Barometer. (2016). <https://www.eurobserv-er.org/solid-biomass-barometer-2016>
- Hakkila, P. (2001). Wood Energy in the Nordic Countries. Woody Biomass as an Energy Source-Challenges in Europe, *Joensuu 2000, Finland. EFI proceedings, Volume 39*, p.7-19
- Herbert, J. & Krishnan, U. (2015). Quantifying environmental performance of biomass energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, Volume 59*, p. 292–308
- Lindstad, B., Pistorius, T., Ferranti, F., Dominguez, G., Gorriz-Mifsud, E., Kurttila, M., Leban, V., Navarro, P., Peters, D., Pezdevsek, M., Prokofieva, I., Schuck, A., Solberg, B., Viiri H., Zadnik Stim, L. & Krc, J. (2015). Forest-based bioenergy policies in five European countries: An explorative study of interactions with national and EU policies, *Biomass and Bioenergy, 2015, Volume 8*, p. 102-113
- Makrigiannis, G., Theoharatos, G. & Mavrakakis, A. (2006). Development strategies and problems of renewable energy sources in Greece, In *International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006, Milos island, Greece*

Vallios, I., Tsoutsos, T. & Papadakis, G. (2014). An applied methodology for assessment of the sustainability of biomass district heating systems, *International Journal, 2016, Volume 35, Issue 3*, p.267-294.

Vallios, I. & Tsoutsos, T. (2016). Design of biomass district heating systems, *Biomass and Bioenergy, 2009, Volume 33, Issue 4*, p.659-678

Yaning, Z., Xiangyu, Y., Bingxi, L., Haochun, Z., Jieheng L. & Yongji L. (2016). Exergy characteristics of woody biomass. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Volume 38, Issue 16*, p. 2438-2446

Zanchi, G., Frieden, D., Pucker, J., Neil Bird, D., Buchholz, T. & Windhorst, K. (2012). Climate benefits from alternative energy uses of biomass plantations in Uganda, *Biomass and Bioenergy, 2012, Volume XXX*, p.1-9