

Μεθοδολογία Υπολογισμού Δείκτη Εκροής CO₂ για νέες μονάδες τηλεθέρμανσης

Για τον υπολογισμό του δείκτη εκροής CO₂, θα πρέπει πρώτα να υπολογισθεί η μείωση της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας δικτύων τηλεθέρμανσης και στη συνέχεια να υπολογιστεί η εκτιμώμενη ετήσια μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου τηλεθέρμανσης.

Ως δεδομένα για τον υπολογισμό της μείωσης της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας δικτύων τηλεθέρμανσης, αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της περιεκτικής αξιολόγησης, η οποία καταρτίστηκε και υποβλήθηκε στην ΕΕ τον Μάρτιο του 2016 σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Άρθρου 14 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που εφαρμόστηκε βασίστηκε στον προσδιορισμό:

- 1) Του εκτιμώμενου θερμαινόμενου πληθυσμού ανά εγκατεστημένη θερμική ισχύ μεταφοράς του δικτύου τηλεθέρμανσης.
- 2) Του μέσου κόστους επέκτασης του υφιστάμενου δικτύου τηλεθέρμανσης ανά εγκατεστημένη θερμική ισχύ μεταφοράς.
- 3) Της μέσης ζήτησης για θέρμανση χώρων τυπικής κατοικίας.
- 4) Του μέσου βαθμού απόδοσης τόσο του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης, όσο και του νέου ενεργειακά αποδοτικού συστήματος.

Επισημαίνεται ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογική εφαρμόστηκε για την περίπτωση επέκτασης δικτύου τηλεθέρμανσης τόσο στην Κλιματική Ζώνη Δ, όσο και στην Κλιματική Ζώνη Γ (παραδοχή στάθμισης κατοικιών: 75% του Π/Υ στην Κλιματική Ζώνη Δ και 25% στην Κλιματική Ζώνη Γ). Επισημαίνεται ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση προβλέπεται η υλοποίηση νέας μονάδας παραγωγής θερμότητας με ΣΗΘΥΑ και καύσιμο ΑΠΕ (βιομάζα).

Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογισμός της μείωσης της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας νέων δικτύων τηλεθέρμανσης μπορεί να πραγματοποιηθεί ως εξής:

Έστω ότι ο διατιθέμενος Π/Υ για την χρηματοδοτική κάλυψη δράσεων στο πλαίσιο του προγράμματος ισούται με 10.000.000 €.

Λαμβάνοντας υπόψη το μέσο κόστος επέκτασης του υφιστάμενου δικτύου τηλεθέρμανσης ανά εγκατεστημένη θερμική ισχύ ισούται με 2.100 €/MWth, προσδιορίζεται ότι η απαιτούμενη θερμική ισχύς μεταφοράς για την επέκταση του δικτύου τηλεθέρμανσης ισούται με 4,8 MWth.

Στο Παράρτημα παρουσιάζεται αναλυτικά τόσο η μεθοδολογική προσέγγιση που εφαρμόστηκε, όσο και οι παραδοχές για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου δείκτη.

Επισημαίνεται ότι ο συγκεκριμένος προσδιορισμός πρέπει να λάβει υπόψη του και τα επιτρεπόμενα ποσοστά επιχορήγησης βάσει των απαιτήσεων των κατευθυντήριων οδηγιών, τα οποία δύναται να ανέλθουν σε ποσοστό 100%.

Δεδομένου ότι ο εκτιμώμενος θερμαινόμενος πληθυσμός ανά εγκατεστημένη θερμική ισχύ μεταφοράς ισούται με 232 άτομα/MWth, υπολογίζεται ότι τα ωφελούμενα νοικοκυριά ισούνται με 460 υπό την προϋπόθεση ότι ένα τυπικό νοικοκυριό αποτελείται από 2,4 άτομα.

Η ωφέλιμη ενέργεια για θέρμανση χώρων προσδιορίζεται ίση με 9.018 MWh για το σύνολο των νοικοκυριών, όπου η ζήτηση για θέρμανση χώρων ανέρχεται σε 19.605 kWh ανά κατοικία¹ για την περίπτωση ισόποσου αριθμού νοικοκυριών σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες.

Δεδομένου ότι ο μέσος βαθμός απόδοσης του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και του νέου συστήματος ισούται με 64% (σύστημα απλού λέβητα πετρελαίου θέρμανσης)² και 99% αντίστοιχα και οι συντελεστές μετατροπής της τελικής ενέργειας σε πρωτογενή ενέργεια ανέρχονται σε 1,1 για την περίπτωση του πετρελαίου θέρμανσης και σε 0,5 για την περίπτωση τηλεθέρμανσης από ΑΠΕ³, η τιμή του δείκτη της μείωσης της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας νέων δικτύων τηλεθέρμανσης, ισούται με:

$$(9.018 \text{ MWh}/64\%) * 1,1 - (9.018 \text{ MWh}/99\%)* 0,5 = 10.946 \text{ MWh}/\text{έτος}$$

Επομένως:

για διατιθέμενο Π/Υ = 10.000.000 €

η μείωση της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας νέων δικτύων τηλεθέρμανσης είναι

10.946 MWh/έτος

Για τον υπολογισμό του δείκτη εκροής CO₂, χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές εκπομπής CO₂ για την περίπτωση του πετρελαίου θέρμανσης και για την περίπτωση τηλεθέρμανσης από ΑΠΕ⁴, οι οποίοι ανέρχονται σε 0,264 tn CO₂/MWh και 0 tn CO₂/MWh αντίστοιχα.

Συνεπώς, η τιμή του δείκτη εκροής CO₂, ισούται με:

$$(9.018 \text{ MWh}/64\%) * 0,264 \text{ tn CO}_2/\text{MWh} - (9.018 \text{ MWh}/99\%)* 0 \text{ tn CO}_2/\text{MWh} = 3.720 \text{ tn CO}_2/\text{έτος}$$

Επομένως:

για διατιθέμενο Π/Υ = 10.000.000 €

η τιμή του δείκτη CO₂ είναι 3.720 tn CO₂/έτος

¹ ΚΑΠΕ, 2017, Εξισώσεις «από τη βάση στην κορυφή» για τον προσδιορισμό της εξοικονόμησης ενέργειας από μέτρα βελτίωσής της ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο του καθεστώτος επιβολής της υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης.

² ΚΑΠΕ, 2017, Εξισώσεις «από τη βάση στην κορυφή» για τον προσδιορισμό της εξοικονόμησης ενέργειας από μέτρα βελτίωσής της ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο του καθεστώτος επιβολής της υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης.

³ Υ.Α. υπ' αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΦΕΚ, Β', 2367, 12-07-2017).

⁴ Υ.Α. υπ' αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΦΕΚ, Β', 2367, 12-07-2017).

Παράρτημα

Μεθοδολογική προσέγγιση

- **Προσδιορισμός ονομαστικής θερμικής απαίτησης οικισμού**

Η ονομαστική θερμική ισχύς (q_{ov}) της εγκατάστασης που καλύπτει τις απαιτήσεις των τυπικών αναγκών θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης ενός οικισμού δύναται να υπολογιστεί σε σχέση με τον πραγματικό πληθυσμό του οικισμού, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$q_{ov} = 0,001 * \pi * 51,398 * \pi^{(-0,2671)}, \quad MW_{th}$$

Όπου: π ο πραγματικός πληθυσμός του οικισμού.

Η παραπάνω εμπειρική εξίσωση αναφέρεται σε οικισμούς της Δυτικής Μακεδονίας, κατά συνέπεια για τις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας η εξίσωση αναπροσαρμόζεται με βάση τις ειδικές καταναλώσεις ανά κλιματική ζώνη και τελική χρήση σύμφωνα με την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ.

- **Προσδιορισμός θερμικής ισχύος μεταφοράς θερμικής ενέργειας**

Η θερμική ισχύς μεταφοράς προσδιορίζεται από την ονομαστική ισχύ με την παρακάτω σχέση:

$$Q_{μετ} = v * q_{ov}$$

Όπου: v το ποσοστό της μεταφερόμενης θερμικής ισχύος

Ως ποσοστό της ονομαστικής ισχύος v του οικισμού στους υπολογισμούς μας λαμβάνεται το 70% της ονομαστικής ισχύος, καθώς αποτελεί το επικρατέστερο ποσοστό κάλυψης σύμφωνα με υφιστάμενες μελέτες εφαρμογής στη Χώρα. Πιο συγκεκριμένα όταν μεταφέρεται θερμική ενέργεια από απόσταση με δίκτυο μεταφοράς, συνήθως από θερμική πηγή χαμηλού κόστους, τότε δεν είναι βέλτιστο να σχεδιάζεται δίκτυο μεταφοράς στο 100% των απαιτήσεων του οικισμού, αλλά κατά ένα μέρος της ονομαστικής ισχύος.

- **Υπολογισμός κόστους δικτύων τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης:**

Για τον προσέγγιση του κόστους του δικτύου διανομής τηλεθέρμανσης (κυρίως δικτύου διανομής, κόστος διασύνδεσης κτιρίου και κόστος υποσταθμού τηλεθέρμανσης) χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα των μελετών από τα δίκτυα τηλεθέρμανσης που είναι σε λειτουργία στην Ελληνική επικράτεια, έχουν ήδη δημοπρατηθεί και είναι στο στάδιο κατασκευής. Συγκεκριμένα τα δίκτυα διανομής των τηλεθερμάνσεων της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου, της Φλώρινας και της Μεγαλόπολης. Από τα δεδομένα των μελετών κατέστη δυνατό να προσεγγιστεί το κόστος των δικτύων διανομής.

Βασικές παραδοχές για την περιγραφόμενη εκτίμηση κόστους είναι:

- Το μέσο μεταφοράς θερμικής ενέργειας είναι το θερμό / υπέρθερμο νερό, με μέγιστη θερμοκρασία τους 130°C και $\Delta T=50^\circ C$.
- Τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ενέργειας είναι υπόγεια και αποτελούνται από προμονωμένους χαλυβδοσωλήνες με μόνωση από πολυουρεθάνη και προστατευτικό περίβλημα από πολυαιθυλένιο, που τοποθετούνται απευθείας εντός του εδάφους.

- Το σύστημα μεταφοράς – διανομής της θερμικής ενέργειας είναι το κλειστό δισωλήνιο.

Για την περίπτωση της τηλεψύξης παρόλο που δεν υπάρχουν δεδομένα από πραγματικά έργα μπορούμε να κάνουμε αναγωγή τόσο βάσει του ΔT όσο και του δυναμικού ψύξης: Συγκεκριμένα, το κόστος του Δικτύου τηλεψύξης $C_{\tau\psi}$ στην περίπτωση αυτή μπορεί κατά προσέγγιση να υπολογιστεί βάσει του κόστους του δικτύου τηλεθέρμανσης του $\Delta T_{\tau\psi}$ αλλά και τον λόγο Δυναμικού ψύξης προς δυναμικό θέρμανσης του οικισμού ο προσεγγιστικό τύπος αναγωγής είναι παρακάτω:

$$C_{\tau\psi} = C_{\tau\theta} \sqrt{\frac{50}{\Delta T_{\tau\psi}}} \cdot \frac{Q_{\tau\psi}}{Q_{\tau\theta}}$$

Το $\Delta T_{\tau\psi}$ στην περίπτωση της τηλεψύξης κυμαίνεται στους 10°C

Σε κάθε περίπτωση, το κόστος των αγωγών τηλεψύξης είναι μικρότερο από το κόστος των αγωγών τηλεθέρμανσης και για τον λόγο αυτό στην ανάλυση που πραγματοποιείται η εγκατάσταση διαστασιολογείται βάση του κόστους των αγωγών τηλεθέρμανσης.

- **Κόστος μονάδων παραγωγής θερμικής ενέργειας και αντλιοστασίων**

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ενδεικτικά κόστη των μονάδων παραγωγής θερμικής ενέργειας:

- Μονάδα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας με λέβητες καύσης φυσικού αερίου: 0,05-0,15 Μ€/MWth
- Μονάδα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας με λέβητες καύσης βιομάζας: 0,4–0,6 Μ€/MWth
- Μονάδα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας με ΣΗΘΥΑ και καύσιμο βιομάζα, μικρής κλίμακας: 1,5-1,9 Μ€/MWth
- Μονάδα τηλεθέρμανσης με παραγωγή θερμικής ενέργειας με ΣΗΘΥΑ και καύσιμο βιομάζα, μεσαίας κλίμακας: 1,2-1,4 Μ€/MWth
- Μονάδα τηλεθέρμανσης με ανάκτηση θερμικής ενέργειας από βιομηχανία (π.χ. ΑΗΣ ΔΕΗ): 0,05-0,12 Μ€/MWth

Το κόστος των αντλιοστασίων καθώς και των υποδομών αποθήκευσης θερμικής ενέργειας προσεγγίζετε με τον παρακάτω πίνακα:

| Είδος οικισμού | Κόστος ως ποσοστό του κόστους δικτύων (μεταφορά + διανομή) |
|-----------------------|--|
| Κωμοπόλεις 2000-10000 | 10% |
| Αστικός ιστός >10000 | 5% |

- **Κόστος δικτύου μεταφοράς θερμικής ενέργειας**

Το κόστος μεταφοράς θερμικής ενέργειας **K** υπολογίζεται σε συνάρτηση με την απόσταση μεταφοράς **L** (Km) ως ακολούθως:

$$K = \kappa * L * Q_{\text{μετ}}$$

Όπου: **κ** το ειδικό κόστος μεταφοράς θερμικής ενέργειας που υπολογίζεται σύμφωνα με τη παρακάτω σχέση:

$$\kappa = 155764 * Q_{\text{μετ}}^{(-0,5199)}, \quad \text{€/MW/Km}$$

Q_{μετ}: η θερμική ισχύς μεταφοράς όπως υπολογίσθηκε παραπάνω, σε MW_{th}.

- **Κόστος δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας**

Το κόστος του δικτύου διανομής **K** σχετίζεται με το μέγεθος του οικισμού και προσδιορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$K = \kappa * \pi \text{ (€)}$$

Όπου: **κ = 7000 * π^(-0,1889)** €/κάτοικο: το ειδικό κόστος και

π: ο πραγματικός πληθυσμός του οικισμού.

Ο υπολογισμός λαμβάνει υπόψη σχεδιασμό για τα κλιματολογικά δεδομένα της Δυτικής Μακεδονίας, κατά συνέπεια για άλλες περιοχές της Ελλάδας το αποτέλεσμα θα πρέπει να ελαττωθεί ανάλογα.

Υπολογισμοί

Οι παραδοχές και οι υπολογισμοί συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| | | |
|---|------------|--------|
| Πραγματικός πληθυσμός του οικισμού | 2.500 | |
| Ονομαστική θερμική απαίτηση οικισμού | 16 | MWth |
| Ποσοστό κάλυψης | 70% | |
| Θερμική ισχύς μεταφοράς θερμικής ενέργειας | 11 | MWth |
| Κόστος δικτύου μεταφοράς θερμικής ενέργειας | 3.657.640 | € |
| Απόσταση μεταφοράς θερμικής ενέργειας | 7,5 | km |
| Κόστος δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας | 3.991.785 | € |
| Κόστος μονάδας παραγωγής | 14.008.107 | € |
| Κόστος αντλιοστασίων | 764.943 | € |
| Συνολικό κόστος επέκτασης τηλεθέρμανσης | 22.422.475 | € |
| Κόστος/ισχύς μεταφερόμενης θερμικής ενέργειας | 2.081 | €/kWth |