

σύγχρονη

Τεύχος 304 Ιανουάριος - Φεβρουάριος 2022

ΤΕΧΝΙΚΗ

ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

31ος χρόνος
κυκλοφορίας



Προσωποποιημένες
ενεργειακές
μελέτες κτηρίων



Δείκτες ενεργειακής
επίδοσης ελληνικών
κτιρίων τριτογενούς τομέα

Επαγόμενες
τάσεις & ρεύματα
σε υπόγεια καλώδια



Μπουμπουλίνας 29, 153 54 Γλυκά Νερά

www.mte.gr



Προσωποποιημένες ενεργειακές μελέτες κτηρίων

η λύση για την έγκυρη
ενεργειακή αναβάθμισή τους

Τις τελευταίες δεκαετίες ο κτηριακός τομέας μαζί με τους τομείς της ηλεκτροπαραγωγής και των μεταφορών αποτελούν τις κύριες αιτίες που επιτείνουν τη κλιμακούμενη κλιματική και περιβαλλοντική μεταβολή. Χαρακτηριστικά, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η ενεργειακή κατανάλωση του Κτηριακού Τομέα (οικιακού και τριτογενή) αντιπροσωπεύει περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, συνεισφέροντας στην αύξηση της συνολικής παραγωγής των αερίων του θερμοκηπίου κατά 36%. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ενεργειακή φτώχεια του Κτηριακού Τομέα, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία εξαιτίας της χρήσης δομικών υλικών χαμηλών ενεργειακών προδιαγραφών. Επιπρόσθετα, τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού (ΘΨΚ) είναι ρυπογόνα και εξαιρετικά ενεργοβόρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συντριπτική πλειονότητα των κτηρίων να εντάσσεται σε πολύ χαμηλές ενεργειακές κλάσεις (κλάσεις Δ έως Η). Πέρα από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ενεργειακή φτώχεια του Κτηριακού Τομέα καθιστά ευάλωτες μεγάλες

πληθυσμιακές ομάδες σε παγκόσμιες ενεργειακές κρίσεις (υπαρκτές ή τεχνητές) και σε κερδοσκοπικές επιθέσεις. Χαρακτηριστική είναι η παρούσα ενεργειακή κρίση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με τις γνωστές βαρύτατες επιπτώσεις στην κοινωνία και στη λειτουργία των ενεργειακών αγορών. Η λύση που προωθείται σε Ευρωπαϊκό επίπεδο στο φλέγον ζήτημα της ενεργειακής φτώχειας του Κτηριακού Τομέα, είναι η επένδυση στις τεχνολογίες των κτηρίων σχεδόν μηδενικής και μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings, nZEBs / ZEBs). Τα κτήρια αυτά χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα μειωμένες ενεργειακές απώλειες και επομένως από πολύ χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση (χάρη την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας). Επίσης, διαθέτουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για την κάλυψη των ετήσιων αθροιστικών ενεργειακών τους αναγκών, συμβάλλοντας έτσι στην περιβαλλοντική αειφορία και την ενεργειακή ασφάλεια.

Η δημιουργία των nZEB αποτελεί πλέον προτεραιότητα της ενεργειακής στρατηγικής και συμβαδίζει με τον μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το θεσμικό πλαίσιο αυτών των τεχνολογιών αναλύεται στο πρόσφατο σύγγραμμα «Ανάπτυξη θεσμικού πλαισίου σχεδιασμού σύγχρονων



Προσωποποιημένες μελέτες

έργων ΑΠΕ», εκδόσεις Τζιόλα, το οποίο αποτελεί ένα εργαλείο για τον Μελετητή και Εγκαταστάτη Μηχανικό.

Διάφορα λογισμικά προγράμματα προσομοίωσης έχουν αναπτυχθεί με σκοπό τη μελέτη της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων, καθώς και την ενεργειακή αναβάθμιση αυτών. Ωστόσο, όπως είναι γνωστό από τη σχετική βιβλιογραφία, διαπιστώνονται σημαντικές αποκλίσεις στα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών που καταλήγουν εναλλακτικά λογισμικά εργαλεία για τα ίδια κτήρια και τις ίδιες ενεργειακές αναβαθμίσεις. Οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται κυρίως στην αρχιτεκτονική των λογισμικών εργαλείων (κατά πόσον χρησιμοποιούν αναλυτικά μοντέλα ενεργειακής συμπεριφοράς και αξιόπιστα περιβαλλοντικά δεδομένα).

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην ανάδειξη της ανάγκης αξιοποίησης εργαλείων, τα οποία μελετούν την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων προσωποποιημένα (προγράμματα αναλυτικής προσομοίωσης), έναντι των ευρέως χρησιμοποιούμενων εργαλείων προσομοίωσης μέσης τιμής. Συγκεκριμένα, στόχος αυτής της εργασίας είναι να προτείνει τον εξορθολογισμό του τρόπου διεξαγωγής των μελετών ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων μέσω της εκπόνησης αναλυτικών, προσωποποιημένων μελετών, διασφαλίζοντας έτσι το άρτιο – τεχνικά – αποτέλεσμα με το ελάχιστο ύψος επένδυσης και παράλληλα την εναρμόνιση του θεσμικού πλαισίου εκπόνησης αυτών των μελετών.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, μία βασική διαφορά των δύο κατηγοριών λογισμικού προσομοίωσης αφορά τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιούν, με σκοπό την ορθή προσομοίωση σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες κάθε περιοχής. Συγκεκριμένα, ενώ στα λογισμικά μέσης τιμής (όπως το TEE-KENAK) χρησιμοποιούνται μέσες μηνιαίες τιμές, στις αναλυτικές προσομοιώσεις αξιοποιούνται ωριαία περιβαλλοντικά δεδομένα σε ετήσια βάση, με αποτέλεσμα να υπολογίζονται με υψηλή ακρίβεια οι ενεργειακές ανάγκες του υπό μελέτη κτηρίου. Επιπρόσθετα, σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται στον τρόπο διαστασιολόγησης του κελύφους και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ΘΨΚ του κτηρίου, καθώς και στις παραμέτρους ρύθμισης της λειτουργίας των συστημάτων αυτών για την επίτευξη των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών άνεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξαγωγή αποτελεσμάτων, τα οποία βασίζονται σε χονδρικούς υπολογισμούς που οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις στην εκτίμηση της πραγματικής ενεργειακής κατανάλωσης και επομένως στην εσφαλμένη τελική αποτύπωση της ενεργειακής κατανάλωσης (και της κλάσης σε πολλές περιπτώσεις) του κτηρίου. Τα προαναφερθέντα μπορούν να οδηγήσουν σε μη ορθή εκτίμηση των απαραίτητων μέτρων για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων (υπό /

υπερδιαστασιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης) και επομένως σε πολλές περιπτώσεις σε περιττή αύξηση του κόστους αυτής. Επιπρόσθετα, όπως θα αναδειχθεί και στη συνέχεια, τα εργαλεία μέσων τιμών αποτυγχάνουν στην εφαρμογή του NET METERING (η οικονομική αξιολόγηση του οποίου εξ ορισμού προϋποθέτει ανάλυση σε ωριαία βάση λειτουργίας). Τέλος, παρά το γεγονός ότι η σχετική νομοθεσία έχει ενσωματώσει σύγχρονες τεχνολογικές τάσεις στις κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως τα νέα φορτία της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και της εγκατάστασης συσσωρευτών (οι οποίες θα αλλιάξουν τα προφίλ κατανάλωσης και ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων), εντούτοις αυτά δεν συμπεριλαμβάνονται στις ενεργειακές μελέτες. Αυτή η δυσαρμονία πηγάζει από την αδυναμία των προγραμμάτων μέσης τιμής να αναλύσουν τέτοιου είδους φορτία και – μοιραία – να διαστασιολογήσουν με αξιοπιστία τις εγκαταστάσεις συσσωρευτών. Σε αυτό το πλαίσιο, τα προγράμματα αναλυτικής προσωποποιημένης προσομοίωσης κτηρίων αποτυπώνουν με υψηλή ακρίβεια την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων (σε ωριαία βάση), εφαρμόζουν με ακρίβεια το NET METERING και παράλληλα είναι σε θέση να αξιολογήσουν το αποτύπωμα των νέων φορτίων ηλεκτροκίνησης και να διαστασιολογήσουν με ακρίβεια τις εγκαταστάσεις συσσωρευτών. Επομένως, διασφαλίζουν την αρτιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης με το ελάχιστο ύψος επένδυσης και εν τέλει τη σωστή ταξινόμηση των κτηρίων στις ενεργειακές κλάσεις (διασφαλίζοντας έτσι την αξία του ακινήτου).

Περιγραφή της μελέτης περίπτωσης

Προκειμένου να αναδειχθούν οι διαφορές και οι σημαντικές αποκλίσεις που μπορεί να εμπεριέχουν οι μελέτες που βασίζονται σε εργαλεία προσομοίωσης μέσων τιμών (συγκριτικά με το προτεινόμενο εργαλείο αναλυτικής προσωποποιημένης προσομοίωσης), στην παρούσα εργασία εξετάζεται (ως ένα απλοποιημένο



Σχήμα 1: Ενεργειακή κλάση συμβατικού κτηρίου – Σενάριο 0α – Σενάριο βάσης (η ενεργειακή κατανάλωση αποτυπώνεται σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας).

Προσωποποιημένες μελέτες

➤ παράδειγμα) η περίπτωση ενός μεμονωμένου κτηρίου ενός ορόφου (μονοκατοικία) του οικιακού τομέα προς ενεργειακή αναβάθμιση. Στο σενάριο βάσης, το κτήριο διαθέτει συμβατικό σύστημα ΘΨΚ και χαρακτηρίζεται από επαρκές επίπεδο θερμικής μόνωσης του κτηριακού κελύφους. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου, καθώς και των συστημάτων ΘΨΚ ακολουθούν τις προδιαγραφές του KENAK που ορίζει η νομοθεσία. Για τον λόγο αυτόν, τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας, όπως για παράδειγμα οι θερμοκρασιακές τιμές αναφοράς (setpoint temperatures), οι ώρες λειτουργίας των συστημάτων κ.λπ., καθορίζονται βάσει των προκαθορισμένων προτύπων του TEE-KENAK, προκειμένου να έχουμε (κατά το δυνατό) αξιόπιστη σύγκριση μεταξύ των εξεταζόμενων λογισμικών προγραμμάτων προσομοίωσης. Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι στην παρούσα μελέτη δεν διενεργείται ενεργειακή



Σχήμα 2: Ενεργειακή κλάση συμβατικού κτηρίου – Σενάριο 0β (η ενεργειακή κατανάλωση αποτυπώνεται σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας).

αναβάθμιση του κελύφους του κτηρίου, δεδομένου του προαναφερθέντος επαρκούς επιπέδου μόνωσης. Τέλος, δεδομένου ότι η νομοθεσία περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων δεν λαμβάνει υπόψη τα εσωτερικά ηλεκτρικά φορτία των κατοικιών (ηλεκτρικές συσκευές και φώτα), στην παρούσα μελέτη αυτά έχουν εξαιρεθεί από τους υπολογισμούς και των δύο λογισμικών προγραμμάτων.

Για τις ανάγκες αυτής της συγκριτικής μελέτης εξετάζονται τα εξής σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης:

- **Αρχικό κτήριο (Σενάριο 0):**

- Το αρχικό κτήριο διαθέτει συμβατικό σύστημα ΘΨΚ και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) – Σενάριο βάσης (Σενάριο 0α).

- **Αρχικό κτήριο (Σενάριο 0):**

- Το αρχικό κτήριο διαθέτει συμβατικό σύστημα ΘΨΚ και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX) – Σενάριο βάσης (Σενάριο 0α).

- Αντικατάσταση του συστήματος παραγωγής ZNX με σύστημα υψηλών θερμομονωτικών προδιαγραφών (Σενάριο 0β).

- **Σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης (Σενάριο 1):**

- Εγκατάσταση συστήματος γεωθερμίας και Φ/Β, ενώ παράλληλα διατηρείται το αρχικό σύστημα παραγωγής ZNX (Σενάριο 1α).

- Αντικατάσταση του συστήματος παραγωγής ZNX με σύστημα υψηλών θερμομονωτικών προδιαγραφών – Επιθυμητή ενεργειακή αναβάθμιση (Σενάριο 1β).

Αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης

Αρχικό κτήριο (Σενάριο 0)

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, το εξεταζόμενο συμβατικό κτήριο τόσο με το εργαλείο μέσης τιμής του TEE-KENAK, όσο και με αυτό της αναλυτικής προσωποποιημένης προσομοίωσης κατατάσσεται στην ενεργειακή κλάση Η, γεγονός το οποίο το χαρακτηρίζει ως ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του κτηριακού αποθέματος της Ελλάδας. Παρότι η δομή του κτηριακού κελύφους και του συστήματος ΘΨΚ που διαστασιολογήθηκαν στα δύο λογισμικά προγράμματα είναι η ίδια, υπάρχει σημαντική απόκλιση στους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ των δύο λογισμικών προγραμμάτων, της τάξης του 7,2%. Η απόκλιση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι το TEE-KENAK (εργαλείο μέσης τιμών) δεν προσομοιώνει τη λειτουργία του κτηρίου σε ωριαία βάση (που συνεπάγεται απόκλιση στις θερμικές απώλειες του κτηρίου), καθώς και στην ελλιπή (χονδρική) περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών τόσο των δομικών στοιχείων του κελύφους, όσο και του συστήματος ΘΨΚ. Αν και αυτή η απόκλιση δεν επηρεάζει την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου (λόγω της χαμηλής ταξινόμησής του), εντούτοις προκύπτει ένα σημαντικό σφάλμα υποεκτίμησης της ενεργειακής κατανάλωσης, κατά περίπου 1.300 kWh / έτος. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα η όποια παρέμβαση ενεργειακής αναβάθμισης να βασίζεται σε εσφαλμένα στοιχεία. Επιπρόσθετα, τέτοιου ύψους αποκλίσεις στην εκτίμηση της ενεργειακής συμπεριφοράς δημιουργούν στρεβλώσεις στην αγορά ακινήτων (αγοραπωλησίες ή νοικοκυριάσεις).

Η απόκλιση αυτή γίνεται ιδιαίτερα αισθητή στην περίπτωση του Σεναρίου 0β (Σχήμα 2), όπου η αναβάθμιση του συστήματος παραγωγής ZNX, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, συνεπάγεται εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 3.870 kWh/έτος. Ωστόσο, η διαφορά αυτή γίνεται αντιληπτή μόνο στο λογισμικό πρόγραμμα αναλυτικής προσομοίωσης, δεδομένου ότι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα διαστασιολόγησής του πραγματικού μοντέλου ενός θερμοσίφωνα (η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που προκύπτει από το TEE KENAK είναι ίδια με αυτή του Σεναρίου 0α).

Σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης (Σενάριο 1)

Προφανώς, η ενεργειακή αναβάθμιση που



επιτυγχάνεται σε αυτό το Σενάριο βελτιώνει την ενεργειακή κλάση του κτηρίου. Όμως, σύμφωνα με το Σχήμα 3 γίνεται υποεκτίμηση της ενεργειακής κλάσης από το TEE-KENAK (ενεργειακή κλάση B+ έναντι A). Η απόκλιση αυτή αντιστοιχεί σε περίπου 800 kWh πραγματικής ενέργειας (45% απόκλιση στους ενεργειακούς υπολογισμούς μεταξύ των δύο προγραμμάτων).

Η σημαντική απόκλιση στους υπολογισμούς μεταξύ των δύο προγραμμάτων οφείλεται, κατ' αρχάς, στην υποεκτίμηση (εκ μέρους του TEE-KENAK) της πραγματικής ετήσιας παραγόμενης ενέργειας κατά 7,2%. Στο παρόν Σενάριο, η απόκλιση αυτή στους υπολογισμούς έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην αξιολόγηση των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης και στην κατάταξη του κτηρίου. Επιπρόσθετα, μεγάλο μερίδιο ευθύνης στη σημαντική απόκλιση των υπολογισμών των ενεργειακών καταναλώσεων κατέχει το γεγονός ότι τα προγράμματα μέσης τιμής, όπως και το TEE-KENAK, δεν διενεργούν το NET METERING σε ωριαία βάση. Επίσης, δεδομένου ότι σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία μόνο η παραγόμενη ενέργεια που καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση, ψύξη και ZNX αξιοποιείται (ενώ δεν αξιολογείται η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την κάλυψη ηλεκτρικών φορτίων), δεν λογίζεται ένα μεγάλο ποσό της παραγόμενης ενέργειας από το Φ/Β

σύστημα (περίπου 30%), ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Έτσι, η συνεισφορά των Φ/Β για θέρμανση, ψύξη και ZNX (όπως αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 3), που αντιστοιχεί μόλις στο 70% της παραγόμενης ενέργειάς τους, είναι αυτή που καθορίζει τελικά την ενεργειακή κλάση του κτηρίου. Επομένως, αναδεικνύεται η αποτυχία εφαρμογής του NET METERING χωρίς τη χρήση αναλυτικών εργαλείων προσομοίωσης, καθώς και η ανάγκη αναθεώρησης της νομοθεσίας αναφορικά με την αντιμετώπιση των ηλεκτρικών φορτίων των κτηρίων.

Αναφορικά με το Σενάριο 1β (Σχήμα 4), προφανώς η αντικατάσταση του παλιού θερμοσίφωνα με καινούριο, βελτιωμένων ενεργειακών προδιαγραφών, οδηγεί σε μείωση της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου, καθώς το ZNX αποτελεί σημαντικό τμήμα της κατανάλωσης των κατοικιών. Συγκεκριμένα, το λογισμικό αναλυτικής προσομοίωσης αναγνωρίζει αυτή τη σημαντική μείωση στην κατανάλωση, με αποτέλεσμα να οδηγεί στην επιλογή ενός Φ/Β συστήματος μικρότερης εγκατεστημένης ισχύος για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου. Αυτό συνεπάγεται άμεση μείωση του κόστους, δεδομένης της εγκατάστασης μικρότερου Φ/Β συστήματος, ενώ επιπρόσθετα παρατηρείται και βελτίωση της ενεργειακής κλάσης (ενεργειακή κλάση A+). Επισημαίνεται δε, ότι η μείωση αυτού του κόστους γίνεται ιδιαίτερα αισθητή σε κτήρια μεγαλύτερης κλίμακας, όπου το κόστος της Φ/Β εγκατάστασης αποτελεί σημαντικό τμήμα της σχετικής επένδυσης. Εντούτοις, αυτή η



Προσωποποιημένες μελέτες

ενεργειακή μείωση του απαιτούμενου μεγέθους της Φ/Β μονάδας δεν αποτυπώνεται στη μελέτη με το λογισμικό TEE-KENAK. Αντίθετα, η εγκατάσταση της μικρότερης Φ/Β μονάδας αποτρέπεται από το συγκεκριμένο λογισμικό, καθώς οι ενεργειακοί υπολογισμοί του καταλήγουν στο εσφαλμένο συμπέρασμα ότι η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου επιβαρύνεται.

Όσον αφορά την ενεργειακή κλάση που προκύπτει από το TEE-KENAK (δεδομένου ότι δεν γίνεται αντιληπτή από το πρόγραμμα η επιλογή του συστήματος παραγωγής ΖΝΧ βελτιωμένων ενεργειακών προδιαγραφών), είναι

ενεργειακής κατανάλωσης (ηZEB). Με άλλα λόγια, όπως και στο προηγούμενο Σενάριο, οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου υποεκτιμούνται από το λογισμικό TEE-KENAK, με άμεση επίπτωση στο κόστος της ενεργειακής αναβάθμισης και εν τέλει στην ενεργειακή κατάταξη και στην αξία του κτηρίου.

Επιπρόσθετα, από τα αποτελέσματα του Σεναρίου 1 αναδεικνύεται εκ νέου η ανάγκη αναθεώρησης της νομοθεσίας ως προς το σκέλος της αντιμετώπισης των ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου, προκειμένου να διαστασιοποιηθούν σωστά οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ και συσσωρευτών. Με αυτόν τον τρόπο θα αποφευχθούν περιττά κόστη επενδύσεων και θα περιοριστούν οι επιπτώσεις των ZEB στη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.

Συμπεράσματα

- Τα προγράμματα μελέτης της προσωποποιημένης ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων (προγράμματα αναλυτικής προσομοίωσης) πληθονεκτούν, καθώς η διαστασιολόγηση οποιουδήποτε συστήματος γίνεται με λεπτομέρεια και σαφήνεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξάγονται ακριβέστερα αποτελέσματα.

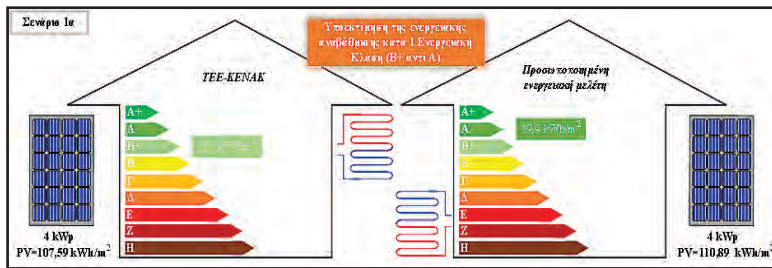
- Η παρούσα εργασία ανέδειξε ότι τα σφάλματα στους ενεργειακούς υπολογισμούς των προγραμμάτων προσομοίωσης μέσης τιμής (όπως το TEE=KENAK) είναι σημαντικά, παρόλο που το εξεταζόμενο κτήριο είναι η απλούστερη των περιπτώσεων ενεργειακής αναβάθμισης (χωρίς πολλούς ορόφους και περίτεχνα συστήματα).

- Τα σφάλματα στις περιπτώσεις μελετών κτηρίων / ακινήτων μεγαλύτερου μεγέθους και πιο σύνθετων συστημάτων ΘΨΚ (τα οποία απαιτούν και μεγαλύτερο όγκο δεδομένων), είναι ακόμη μεγαλύτερα.

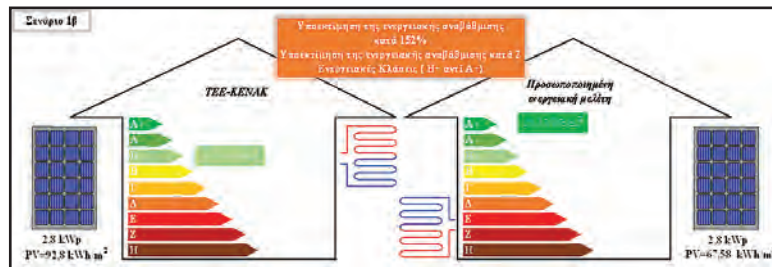
- Τα σφάλματα οφείλονται σε αποκλίσεις τόσο στους υπολογισμούς των τελικών ενεργειακών καταναλώσεων του κτηρίου, όσο και στις εκτιμήσεις της παραγωγικής ικανότητας των συστημάτων παραγωγής ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες οφείλονται κυρίως στην εσφαλμένη πρόβλεψη της ηλεκτροπαραγωγής που προκύπτει τόσο από τη διαστασιολόγηση του συστήματος, όσο και από την αξιοποίηση μηνιαίων μετεωρολογικών δεδομένων.

- Η εφαρμογή του NET METERING στο TEE-KENAK (όπως και σε όλα τα προγράμματα μέσης τιμής) διενεργείται σε μηνιαία βάση, με αποτέλεσμα να μη λαμβάνονται υπόψη μεγάλα ποσά της παραγόμενης ενέργειας από το Φ/Β σύστημα, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου υπάρχει περίσσεια παραγόμενης ενέργειας.

- Το NET METERING που λαμβάνει υπόψη η νομοθεσία είναι ένας συμβιβασμός, προκειμένου να συγκεραστεί το όφελος του NET METERING [ενεργειακό



Σχήμα 3: Ενεργειακή κλάση ενεργειακά αναβαθμισμένου κτηρίου – Σενάριο 1α (οι τιμές της ενέργειας είναι ανηγμένες σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας).



Σχήμα 4: Ενεργειακή κλάση ενεργειακά αναβαθμισμένου κτηρίου – Σενάριο 1β – Επιθυμητή ενεργειακή αναβάθμιση (οι τιμές της ενέργειας είναι ανηγμένες σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας).

άξιο παρατήρησης ότι παραμένει η ίδια με αυτήν του Σεναρίου 1α. Δηλαδή, έχουμε μία ξεκάθαρη περίπτωση ενεργειακής αναβάθμισης η οποία δεν αναγνωρίζεται από το TEE-KENAK και επομένως δεν πιστώνεται στην ενεργειακή ταυτότητα του ακινήτου. Επομένως, παρά το γεγονός ότι το κτήριο έχει μετατραπεί σε κτήριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (ZEB), τούτο δεν προκύπτει από τους υπολογισμούς με το λογισμικό TEE-KENAK – το οποίο κατατάσσει το κτήριο σε σχεδόν μηδενικής



και οικονομικό). Εντούτοις, η τεχνική αδυναμία των προγραμμάτων προσομοίωσης μέσης τιμής επιφέρει σημαντικά σφάλματα στην εκτίμηση του NET METERING και εν τέλει στην αποτίμηση της ενεργειακής ταυτότητας των κτηρίων.

- Η εξαίρεση των ηλεκτρικών φορτίων στην ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων από τη νομοθεσία εμποδίζει την πρόβλεψη των ανταλλαγών ενέργειας με το δίκτυο, την πλήρη οικονομική αποτίμηση του NET METERING και την ακριβή διαστασιολόγηση της εγκατάστασης συσσωρευτών. Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη αναθεώρησης της σχετικής νομοθεσίας ως προς αυτό το σκέλος, και η πρόβλεψη των αναλυτικών (προσωποποιημένων) ενεργειακών μελετών ως το απαραίτητο εργαλείο για τη μετατροπή των κτηρίων σε ZEB.

- Τα προαναφερθέντα σφάλματα έχουν επίπτωση τόσο στην αποτύπωση της τελικής ενεργειακής κλάσης του κτηρίου (ανακριβές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης), όσο και στη μετέπειτα ενεργειακή αναβάθμισή του.

- Οι περιπτώσεις υπερδιαστασιολόγησης των σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης έχουν άμεση επίδραση στο ύψος της απαιτούμενης επένδυσης, με αποτέλεσμα να μην επιλέγεται η βέλτιστη τεχνοοικονομικά αναβάθμιση των κτηρίων.

- Στον αντίποδα, οι περιπτώσεις

υποδιαστασιολόγησης οδηγούν σε εσφαλμένη εκτίμηση της αξίας του κτηρίου, με αποτέλεσμα να μην καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του.

Βιβλιογραφία

EU Directive 2010/31/EU (2010) European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (recast) Official Journal of the European Union pp 13-35.

Κοταρέθα Φ., Παπανικολάου Ν., (2021). Ανάλυση θεσμικού πλαισίου σχεδιασμού σύγχρονων έργων ΑΠΕ (Τόμ. Έκδοση 1η). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα. Ανάκτηση από ISBN: 978-960-418-845-1

Τεχνική Οδηγία TOTEE 20701-1 (2017). Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Αθήνα.

Συγγραφείς:

Φρειδερίκη Κοταρέθα, Υπ. Διδάκτωρ Δ.Π.Θ.

Νικόλαος Παπανικολάου, Δρ.-Μηχ., Αν. Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Αναστάσιος Κυρίτσος, Δρ.-Μηχ., Επ. Καθηγητής Ιόνιου Πανεπιστημίου

Ιωάννης Γκόνοσ, Δρ.-Μηχ. Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Χρήστος Χριστοδούλου, Δρ.-Μηχ. Τομέαρχης Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. Α.Ε.

