

Δυνατότητες και προοπτική για την ενεργειακή αναβάθμιση του ελληνικού κτιριακού αποθέματος

D3.2b/P07(NOA) Τελική έκδοση

Ε.Γ. Δασκαλάκη, Κ.Α. Μπαλαράς, Κ. Δρούτσα, Σ. Κοντογιαννίδης



Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας
Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

ΑΘΗΝΑ 2016



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Contract N°: IEE/12/695/SI2.644739 – EPISCOPE

Coordinator:



Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt / Germany

Project duration: April 2013 - March 2016

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors.

It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities.

The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Το Πρόγραμμα EPISCOPE	3
2	Η Ελληνική Πιλοτική Μελέτη.....	3
	2.1 Στόχοι πιλοτικής μελέτης.....	4
	2.2 Πηγές.....	5
	2.3 Ελληνικό Κτιριακό Απόθεμα – Γενικά χαρακτηριστικά	5
3	Ενεργειακή Αποτύπωση του Οικιακού Τομέα.....	6
4	Διορθωτικοί Συντελεστές Προσαρμογής Υπολογισμών σε Πραγματικές Τιμές Κατανάλωσης Ενέργειας.....	9
	4.1 Υπολογιζόμενη & πραγματική κατανάλωση ενέργειας από ΠΕΑ.....	10
	4.2 Έρευνα πεδίου - Πραγματική απόδοση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας	17
	4.3 Έρευνα πεδίου - Προσδιορισμός συνθηκών θέρμανσης στις κατοικίες	20
	4.4 Συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	25
5	Μοντέλο Κτιριακού Αποθέματος.....	28
	5.1 Δείκτες υπάρχουσας κατάστασης στον οικιακό τομέα (state indicators)	29
	5.2 Βασικό σενάριο - Αποτελέσματα	33
	5.3 Εθνικοί στόχοι.....	33
	5.4 Χαρακτηριστικά κτιρίου KENAK+	38
6	Δείκτες Παρακολούθησης Ενεργειακών Χαρακτηριστικών του Κτιριακού Αποθέματος.....	39
	6.1 Δείκτες παρακολούθησης (monitoring indicators).....	39
	6.2 Θεωρητικοί δείκτες (model indicators).....	40
7	Σενάρια (Scenario Analysis).....	40
	7.1 Δείκτες παρακολούθησης ενεργειακής απόδοσης (EPIs)	42
8	Συμπεράσματα.....	43
9	Ευχαριστίες – Αποποίηση Ευθύνης	46
10	Η Ταυτότητα του EPISCOPE & TABULA	47

1 Το Πρόγραμμα EPISCOPE

Το EPISCOPE υλοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος “Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη” της Ε.Ε. με σκοπό την ανάπτυξη ενός κοινού συστήματος δεικτών ενεργειακής απόδοσης για την παρακολούθηση και τη συνεχή βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των ανακαινιστικών διεργασιών στο ευρωπαϊκό κτιριακό απόθεμα κατοικιών. Ακολουθώντας τη μεθοδολογία του προγενέστερου ευρωπαϊκού προγράμματος TABULA (<http://episcope.eu/building-typology>) δημιουργήθηκαν επιμέρους εθνικές τυπολογίες σε 17 Ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ των οποίων και για την Ελλάδα) συμβάλλοντας στην οργάνωση και ταξινόμηση του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος, ώστε να διευκολυνθεί η μελέτη και η κατανόηση των ενεργειακών χαρακτηριστικών του.

Στα πλαίσια του προγράμματος εκπονήθηκαν **πιλοτικές μελέτες** σε εθνική ή τοπική κλίμακα για καθεμιά από τις συμμετέχουσες χώρες. Σκοπός ήταν να δημιουργηθούν μοντέλα κτιριακού αποθέματος για τη συνεχή αποτύπωση της ενεργειακής ποιότητας κτιρίων του οικιακού τομέα αλλά και για τη ρεαλιστική εκτίμηση της αποδοτικότητας μελλοντικών δράσεων αναβάθμισής τους, ώστε να προσεγγίζονται οι εκάστοτε στόχοι για εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τον πιο αποτελεσματικό και οικονομικά ανταποδοτικό τρόπο. Με χρήση των μοντέλων κτιριακού αποθέματος που δημιουργήθηκαν, μελετήθηκαν σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων κατοικίας και αξιολογήθηκε η αποδοτικότητά τους ως προς τους στόχους μέχρι το 2020 και μετέπειτα.

2 Η Ελληνική Πιλοτική Μελέτη

Για την περίοδο μέχρι το 2020 η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική επικεντρώνεται στην επίτευξη συγκεκριμένων επιμέρους στόχων για το σύνολο των Κρατών-Μελών, οι οποίοι για την Ελλάδα εξειδικεύονται σε μείωση κατά 4% των εκπομπών αερίων ρύπων του θερμοκηπίου στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005 και σε 18% διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση. Με τον Ν.3851/2010, η Ελλάδα προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% σε θέρμανση και ψύξη και 10% στις μεταφορές. Σύμφωνα με τα πλέον πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας (EUROSTAT), η διείσδυση των ΑΠΕ σαν ποσοστό επί της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης έφτασε το 15,0% το 2013 από 13,8% το 2012 (ξεπερνώντας τον ενδιάμεσο στόχο για 9,1%).

Η **μείωση της κατανάλωσης ενέργειας** αποτελεί **βασικό στόχο της εθνικής ενεργειακής πολιτικής** της χώρας. Σύμφωνα με το **Εθνικό Σχέδιο Δράσης** για την **Ενεργειακή Απόδοση** (Δεκέμβριος 2014) στα πλαίσια εναρμόνισης με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, ο **στόχος** εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο **2014-2020** είναι **συνολικά ~3,33 ΜΤΙΠ** (εκατ. τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου), δηλαδή περίπου το 19,3% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2012 στην Ελλάδα, που ήταν η χρονιά με τα πιο πρόσφατα¹ δημοσιευμένα στοιχεία την περίοδο της παρούσας πιλοτικής μελέτης. Μεταξύ των διάφορων μέτρων πολιτικής, η εξοικονόμηση στον τομέα των κτιρίων αναμένεται να έχει την πιο σημαντική συμβολή στην επίτευξη του εθνικού στόχου. Η προώθηση επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης στον οικιακό τομέα γίνεται με υποστηρικτικές διατάξεις, όπως επιχειρήσεις ενεργειακών υπηρεσιών (ESCO), συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης και χρηματοδότησης από τρίτους (TPF), «Πράσινα Δάνεια» από τράπεζες, ενώ περιοδικά ανακοινώνονται και άλλα προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης. Η υπολογιζόμενη εξοικονόμηση τελικής ενέργειας στα **κτίρια κατοικιών** εκτιμάται σε **~0,6 ΜΤΙΠ** ως αποτέλεσμα διαφόρων μέτρων, όπως: το πρόγραμμα “Εξοικονόμηση Κατ’ Οίκον” όπου προβλέπεται η ενεργειακή αναβάθμιση περίπου 70,000 κατοικιών την περίοδο 2011-2015 και 150,000 κατοικιών την περίοδο 2014-2020, η εγκατάσταση ευφυών συστημάτων

¹ Το 2013, η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας ήταν 15.3 ΜΤΙΠ (3,8 ΜΤΙΠ στις κατοικίες)

μέτρησης ενέργειας σε όλα τα κτίρια (2014-2020), η αύξηση του ειδικού φόρου κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης (2014-2020), και οι δράσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης σε 75,000 νοικοκυριά.

Για τη χάραξη μιας ρεαλιστικής στρατηγικής για την επίτευξη των εθνικών στόχων είναι απαραίτητη η γνώση των ενεργειακών χαρακτηριστικών του κτιριακού αποθέματος αλλά και η συνεχής παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας ώστε να επιλέγονται στοχευμένες δράσεις με βέλτιστη απόδοση κόστους-οφέλους.

2.1 Στόχοι πιλοτικής μελέτης

Η πιλοτική μελέτη EPISCOPE στην Ελλάδα στοχεύει στην υποστήριξη των αρμοδίων φορέων στο σχεδιασμό στοχευμένων δράσεων σε στρατηγικά επιλεγμένες περιοχές ή/και κατηγορίες κτιρίων με την ανάπτυξη εργαλείων για:

- την ενεργειακή χαρτογράφηση του κτιριακού τομέα
- την αποτίμηση της αποδοτικότητας διαφόρων μέρων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια
- την παρακολούθηση της δυναμικής εξέλιξης του κτιριακού αποθέματος με το κοινό σύστημα Δεικτών Ενεργειακής Απόδοσης που προσδιορίστηκαν στο πρόγραμμα EPISCOPE.

Η μελέτη βασίζεται στην εθνική τυπολογία TABULA η οποία επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει και τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί κατά KENAK (νέα κτίρια) και αρχικά αποτελείται από **32 τύπους κατοικιών** συνολικά. Με την αξιοποίηση των στοιχείων από τη βάση δεδομένων των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) της πλατφόρμα buildingcert, προσδιορίστηκαν τα πιο δημοφιλή μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης στον οικιακό τομέα καθώς και ο ρυθμός εφαρμογής τους. Χρησιμοποιώντας την εθνική τυπολογία υπολογίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας από την εφαρμογή των μέτρων ανά τύπο κτιρίου και στη συνέχεια γίνεται αναγωγή της στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος. Το **μοντέλο κτιριακού αποθέματος (ΜΚΑ)** που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του EPISCOPE παρέχει μια ρεαλιστική προσέγγιση για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα ενσωματώνοντας:

- τα πιο πρόσφατα στατιστικά δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (κεφ. 2.3)
- παράγοντες προσαρμογής των θεωρητικών εκτιμήσεων σε πραγματικές τιμές τελικής ή πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας, όπως προκύπτουν (κεφ.4)
 - ο από την ανάλυση στοιχείων της επίσημης βάσης δεδομένων ΠΕΑ στην πλατφόρμα buildingcert και τον προσδιορισμό των αποκλίσεων που παρατηρούνται ανάμεσα στις πραγματικές τιμές και τις θεωρητικές εκτιμήσεις (κεφ.4.1)
 - ο από τη διενέργεια έρευνας σε επιλεγμένα νοικοκυριά (περίπου 80) για τον προσδιορισμό της πραγματικής μείωσης στην τελική κατανάλωση από την εφαρμογή των δημοφιλέστερων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (κεφ.4.2)
 - ο από τη διενέργεια έρευνας σε 210 νοικοκυριά για τον προσδιορισμό του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης από τους χρήστες (πχ. ώρες λειτουργίας, θερμοστατική ρύθμιση, επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων) ανά κτίριο, ο οποίος συνήθως αποκλίνει από τις προδιαγραφές των υπολογιστικών πακέτων και προσαρμόζεται σε οικονομικά κυρίως κριτήρια (κεφ.4.3)
- παράγοντες για το ρυθμό κατεδάφισης/ανέγερσης και τις επικρατούσες τάσεις στην ανακαίνιση υπαρχόντων κτιρίων

Επιπρόσθετα, η Ελληνική πιλοτική μελέτη περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός ηλεκτρονικού εργαλείου, το οποίο βασίζεται στην εφαρμογή Google Maps για να παρέχει τη γεωγραφική απεικόνιση της κατανομής των ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στατιστικής ανάλυσης στοιχείων της βάσης δεδομένων ΠΕΑ από την πλατφόρμα buildingcert ή δυνητικά παρόμοιων περιφερειακών ή τοπικών βάσεων δεδομένων.

Η πιλοτική εφαρμογή είναι εθνικής κλίμακας και εστιάζει στα κτίρια του οικιακού τομέα. Ανάλογη μεθοδολογία θα μπορούσε να εφαρμοστεί και στον τριτογενή τομέα.

2.2 Πηγές

Η χάραξη μιας αποτελεσματικής στρατηγικής για την επίτευξη των εθνικών στόχων στην ενέργεια προϋποθέτει την αξιοποίηση όλων των πηγών πληροφορίας που είναι διαθέσιμες και αφορούν στα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος. Για τη διενέργεια της Ελληνικής πιλοτικής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τις παρακάτω πηγές:

- **Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ, <http://www.statistics.gr>)**
 1. Έρευνα Οικογενειακών Προϋπολογισμών (ετήσια, 2008-2012)
 2. Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά 2011-2012 (Δελτίο τύπου Οκτ. 2013)
 3. Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά 1987-1988 (Νοεμ. 1991)
 4. Απογραφή κτιρίων και οικοδομών 2001 και 2011 (Δελτίο τύπου 2013, 2014, <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-census2011>)
 5. Στατιστική οικοδομικής δραστηριότητας
- **Βάση δεδομένων ΠΕΑ (πλατφόρμα buildingcert)**
Στοιχεία που ήταν διαθέσιμα μέχρι τα μέσα του 2015 (~514.000 ΠΕΑ για κατοικίες).
- **EUROSTAT (Energy Balance Sheets, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/publications>)**
- **Έρευνα πεδίου**
Για τη συλλογή στοιχείων που δεν ήταν διαθέσιμα από τις παραπάνω πηγές, διενεργήθηκε **έρευνα πεδίου** σε 80 περίπου επιλεγμένες κατοικίες, όπου σε συνεργασία με τους ενοίκους προσδιορίστηκαν οι πραγματικές καταναλώσεις για θέρμανση πριν και μετά την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Για τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης και τον προσδιορισμό του ποσοστού θερμαινόμενων χώρων διενεργήθηκε έρευνα πεδίου σε 210 νοικοκυριά.

2.3 Ελληνικό Κτιριακό Απόθεμα – Γενικά χαρακτηριστικά

Η πλειοψηφία του Ελληνικού κτιριακού αποθέματος είναι κτίρια κατοικιών (περίπου 77%) και το 23% είναι κτίρια του τριτογενή τομέα. Σύμφωνα με τα στοιχεία που ανακοινώθηκαν το 2013 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) για την κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα, στην οποία συμπεριλήφθηκαν 3600 περίπου Ελληνικά νοικοκυριά, 60% των ελληνικών κτιρίων κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, στην πλειοψηφία τους δεν διαθέτουν επαρκή θερμομόνωση στο κέλυφος, είναι εξοπλισμένα με παλιές ηλεκτρομηχανολογικές (H/M) εγκαταστάσεις και γενικά παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ) τέθηκε σε ισχύ το 1979, καθορίζοντας τα μέγιστα όρια για τη θερμοπερατότητα των διαφόρων στοιχείων (τοίχοι, οροφή, παράθυρα) και του κελύφους του κτιρίου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας της εφαρμογής του ΚΘΚ (1980-1990), η πλειοψηφία των κτιρίων δεν είχαν πλήρη θερμομόνωση και μόνο οι πρόσφατες κατασκευές έχουν θερμομόνωση του φέροντα οργανισμού για την αποφυγή των θερμογεφυρών. Από το 2011, με την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ και των σχετικών ΤΟΤΕΕ για την θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) των δομικών στοιχείων συμπεριλαμβανομένων και των θερμογεφυρών (Ψ), και ο μέγιστος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (U_m) του κτιρίου, έτσι ώστε να διαθέτουν καλύτερα θερμομονωμένα εξωτερικά δομικά στοιχεία και μειωμένες θερμικές απώλειες (αφού πληρούν τις νέες και πιο αυστηρές τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου U , και του μέγιστου επιτρεπόμενου U_m).

Όπως προέκυψε από την έρευνα της ΕΛΣΤΑΤ, κάθε Ελληνικό νοικοκυριό καταναλώνει 13.994 kWh ετησίως κατά μέσο όρο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του (73,2% θερμική και 26,8% ηλεκτρική ενέργεια). Ανάλογα με την τελική χρήση, 63,7% της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, 17,3% για μαγείρεμα, 10,2% για ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, 5,7% για ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ), 1,7% για φωτισμό, και 1,3% για ψύξη.

Κατά μέσο όρο, το καύσιμο που χρησιμοποιείται περισσότερο για την κάλυψη των συνολικών ετήσιων ενεργειακών αναγκών θερμικής ενέργειας είναι το πετρέλαιο (60%) και ακολουθούν τα καυσόξυλα (23,8%). Η χρήση του φυσικού αερίου παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (7,4%). Για την παραγωγή ΖΝΧ, το 74,5% των νοικοκυριών χρησιμοποιεί ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, το 37,6% ηλιακό θερμοσίφωνα και το 25,2% σύστημα συνδεδεμένο με την κεντρική θέρμανση (boiler).

Τα υφιστάμενα κτίρια κατοικίας καταναλώνουν πάνω από 50% της ηλεκτρικής ενέργειας και πάνω από 90% της θερμικής ενέργειας του κτιριακού τομέα της Ελλάδας. Η τυπική ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση σε κτίρια κατοικιών πριν το 1980 είναι περίπου 140 kWh/m² σε μονοκατοικίες και 96 kWh/m² σε πολυκατοικίες, ενώ για τα νεότερα κτίρια υπολογίζεται σε 92-123 kWh/m² και 75-94 kWh/m², αντίστοιχα.

Τα κτίρια κατοικιών προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες για μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας αν λάβει κανείς υπόψη τα αποτελέσματα της Απογραφής Πληθυσμού - Κατοικιών 2011 και τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ που δημοσιοποιήθηκαν το 2014:

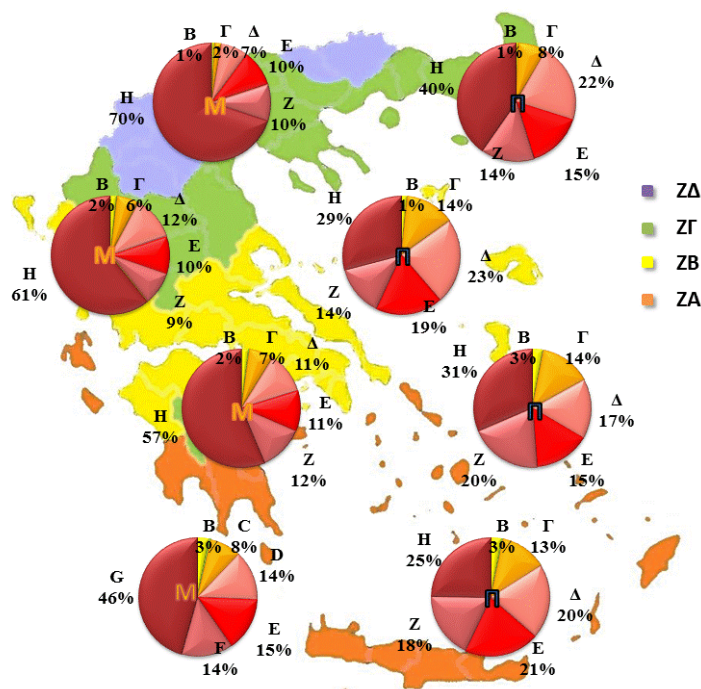
- 45,6% δεν διαθέτει κανένα είδος θερμομόνωσης
- 54,4% διαθέτει κάποιο είδος θερμομόνωσης, η οποία αναλύεται ως εξής
 - 26,0% διαθέτει διπλά τζάμια
 - 14,4% διαθέτει διπλά τζάμια και θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας
 - 1,4% διπλά τζάμια, θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας και άλλο είδος θερμομόνωσης
 - 1,0% διπλά τζάμια και άλλο είδος θερμομόνωσης
 - 6,3% θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας
 - 0,3% θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας και άλλο είδος θερμομόνωσης
 - 5,0% άλλο είδος θερμομόνωσης.

3 Ενεργειακή Αποτύπωση του Οικιακού Τομέα

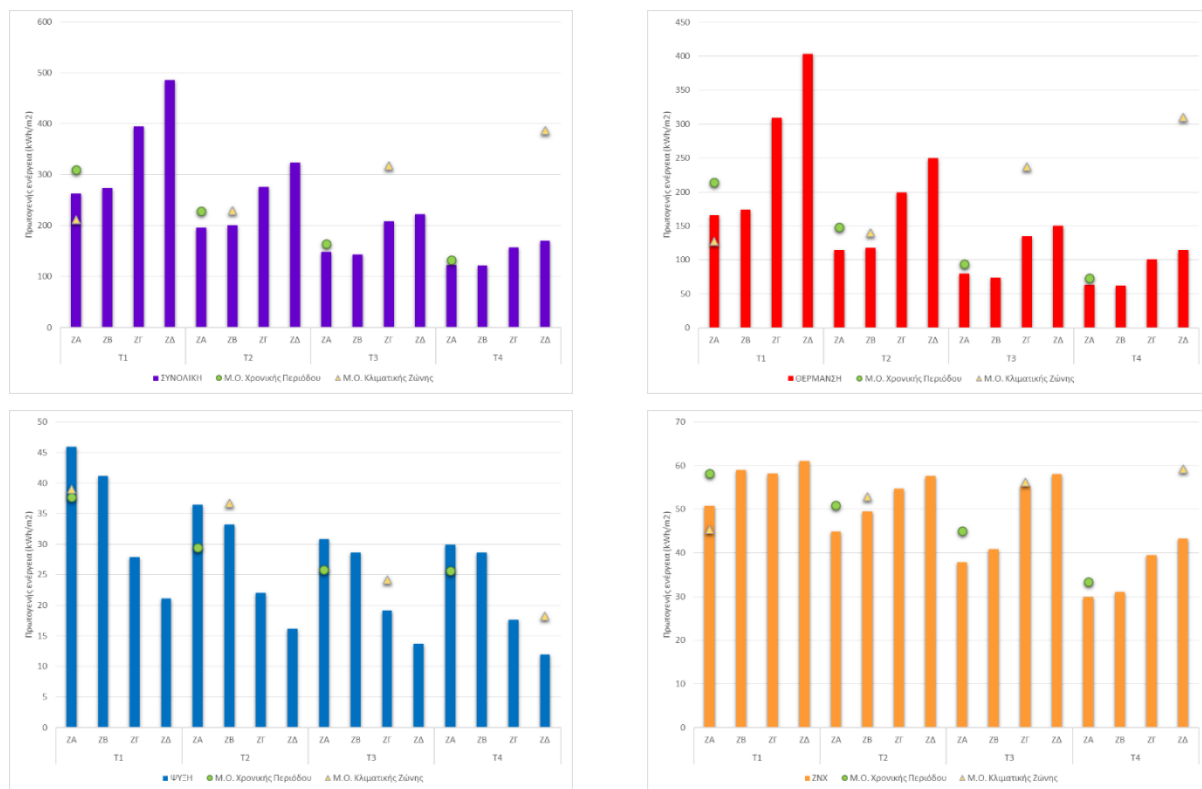
Η γνώση των ειδικών χαρακτηριστικών του κτιριακού αποθέματος και η παρακολούθηση της ενεργειακής του συμπεριφοράς, αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για τη λήψη των κατάλληλων μέτρων σε τοπικό ή και εθνικό επίπεδο, που θα οδηγήσουν στην ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Από τον Ιανουάριο του 2011, που ξεκίνησε στην Ελλάδα η διαδικασία έκδοσης των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ), μέχρι και τον Αύγουστο του 2015, είχαν εκδοθεί περίπου 650,000 ΠΕΑ για διάφορες χρήσεις κτιρίων. Η συντριπτική τους πλειοψηφία (85%) αφορά σε κτίρια κατοικιών (μονοκατοικίες / πολυκατοικίες) ενώ μόλις το 15% αφορά σε κτίρια του τριτογενή τομέα, με τα γραφεία, τα καταστήματα και τους χώρους μαζικής εστίασης να έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά. Η πλειοψηφία των ΠΕΑ του οικιακού τομέα έχει εκδοθεί για κατοικίες που βρίσκονται στην Β κλιματική ζώνη, με την εξής κατανομή: Α (10%), Β (59%), Γ (28%) και Δ (3%).

Στο **Σχήμα 1** απεικονίζονται οι ενεργειακές κλάσεις των κατοικιών στην χώρα, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα δεδομένα από το εθνικό πληροφοριακό σύστημα buildingcert (Αύγουστος 2015). Η επικρατέστερη ενεργειακή κατηγορία στις μονοκατοικίες είναι «Η», που αντιστοιχεί στο κατώτερο όριο της ενεργειακής κλίμακας κατάταξης που αντιστοιχεί στα πλέον ενεργοβόρα κτίρια. Οι πολυκατοικίες εμφανίζουν μια σχετικά βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά.

Η μέση υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για τις διάφορες τυπολογίες κατοικιών (**Σχήμα 2**) κυμαίνεται από 132 kWh/m² για τα νεότερης κατασκευής κτίρια έως 310 kWh/m² για της πρώτης περιόδου κτίρια (χωρίς θερμομόνωση). Σε σχέση με την τελική χρήση, η θέρμανση χώρων αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της υπολογιζόμενης κατανάλωσης, με δεύτερη ΖΝΧ και σχετικά μικρότερη συνεισφορά για την ψύξη.

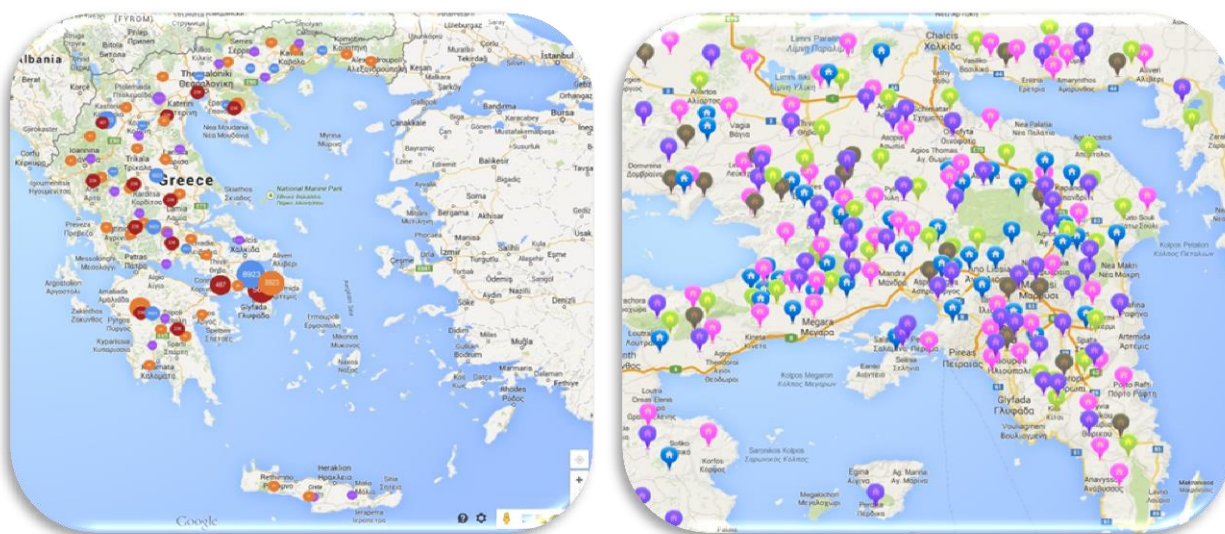


Σχήμα 1. Κατανομή των ενεργειακών κλάσεων των μονοκατοικιών (Μ) και των πολυκατοικιών (Π) ανά κλιματική ζώνη (Α-Δ). Πηγή δεδομένων: *buildingcert* (Αύγουστος 2015).



Σχήμα 2. Μέση υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για διαφορετικές χρονικές περιόδους (1:πριν το 1980, 2:1981-2000, 3:2001-2010, 4: μετά το 2011) και τις τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α-Δ). Πηγή δεδομένων: *buildingcert* (Αύγουστος 2015).

Για να διευκολυνθεί η ανάλυση, επεξεργασία και προβολή των δεδομένων από τα χιλιάδες ΠΕΑ αναπτύχθηκε μια ηλεκτρονική εφαρμογή με χρήση της πλατφόρμας Google Maps (**Σχήμα 3**). Με την χρήση διαφόρων φίλτρων (πχ περίοδος κατασκευής, τύπος κτιρίου, ενεργειακή κατηγορία, δήμος κλπ) γίνεται η επιλογή και ανάλυση των διαθέσιμων πληροφοριών από τα ΠΕΑ για τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος και της ενεργειακής του απόδοσης σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Η εύκολη πλοήγηση μέσω της εφαρμογής, επιτρέπει στον χρήστη την επιλογή μιας γεωγραφικής περιοχής για την οποία γίνεται η ανάλυση και η απεικόνιση των διαθέσιμων στοιχείων. Η χρωματική επιλογή των συμβόλων αντιστοιχεί στην κλίμακα της ενεργειακής κατάταξης, επιτρέποντας την εύκολη αναγνώριση της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κατοικιών στις διαφορετικές ζώνες της χώρας ή της επιλεγμένης περιοχής.



Σχήμα 3. Ενδεικτική απεικόνιση των ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί στην Ελλάδα (αριστερά) ή σε διάφορους δήμους της Αττικής (δεξιά) στον ψηφιακό χάρτη μέσω της εφαρμογής Google Maps.

4 Διορθωτικοί Συντελεστές Προσαρμογής Υπολογισμών σε Πραγματικές Τιμές Κατανάλωσης Ενέργειας

Για την χάραξη πολιτικής και την ιεράρχηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (MEE) διεξάγονται κατά καιρούς διάφορες έρευνες και γίνονται εκτιμήσεις για το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Όλες καταλήγουν στο ίδιο βασικό συμπέρασμα: *Τα κτίρια υπερκαταναλώνουν και υπάρχει ένα τεράστιο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας*. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι **εκτιμήσεις** μπορεί να αστοχήσουν γιατί εξαρτώνται από την **ακρίβεια των υπολογισμών** σε σχέση με τα υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται και μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα την υπερ- ή υπό-εκτίμηση της πραγματικής ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και της εξοικονόμησης. Έχουν ήδη τεκμηριωθεί διεθνώς προβλήματα ακόμη και για κτίρια υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, που πιθανώς να οφείλονται στην παρέκκλιση της κατασκευής ή λειτουργίας του κτιρίου από την αρχική μελέτη. Επιπλέον αποκλίσεις μπορούν να προκληθούν λόγω της διαφοροποίησης των δεδομένων εισόδου από τα πραγματικά τεχνικά χαρακτηριστικά των κτιρίων ή εξαιτίας της ελλιπούς γνώσης του κτιριακού αποθέματος. Ιδιαίτερα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα νέων ενεργειακών κανονισμών, πολλές φορές δεν προκρίνεται το αναμενόμενο θετικό αποτέλεσμα εξαιτίας της χαλαρής εφαρμογής, ελέγχου και παρακολούθησης, ή αδράνεια της αγοράς. Από τους πλέον καθοριστικούς παράγοντες είναι ο **ρόλος του χρήστη** και η αλληλεπίδρασή του με τα ενεργητικά-παθητικά χαρακτηριστικά του κτιρίου ή των Η/Μ εγκαταστάσεων, που δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Επιπλέον, η ανελαστικότητα της θέρμανσης εξαιτίας της αύξησης των τιμών της ενέργειας, της οικονομικής ύφεσης ή της ενεργειακής φτώχειας, έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντική μείωση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας (θυσιάζοντας τις συνθήκες άνεσης) σε σχέση με τους υπολογισμούς (θεωρώντας τις βέλτιστες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες).

Οι υπολογισμοί με το TEE-KENAK γίνονται σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες και τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς, με μια σειρά από παραδοχές και συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας. Για παράδειγμα, συνεχή λειτουργία (18 ώρες ημερησίως, για όλο τον χρόνο), περίοδο θέρμανσης ανάλογα την κλιματική ζώνη (από τον Νοέμβριο μέχρι μέσα Απριλίου για τις Ζώνες Α & Β, και μέσα Οκτωβρίου μέχρι τον Απρίλιο για τις Ζώνες Γ & Δ), με εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία 20°C (με διορθωτικούς συντελεστές για τον θερμοστατικό έλεγχο), συγκεκριμένη κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (27,38 m³/υπνοδωμάτιο στους 45°C), διείσδυση αέρα και φυσικό αερισμό (0,75 m³/h/m² θερμαινόμενης επιφάνειας), εσωτερικά θερμικά κέρδη (από τον φωτισμό 0,1 W/m², τους ανθρώπους 4 W/m² και τις συσκευές 2 W/m²), χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η χρήση κινητής εσωτερικής ή εξωτερικής ηλιοπροστασίας.

Η διαφορά μεταξύ της υπολογιζόμενης & πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει εξαρτάται από το μέγεθος της απόκλισης των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας από τις παραδοχές των υπολογισμών. Για την προσαρμογή των αποτελεσμάτων από τους υπολογισμούς προτείνεται μια σειρά **εμπειρικών διορθωτικών συντελεστών**, οι οποίοι προκύπτουν από την ανάλυση δεδομένων:

1. Πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας από τα ΠΕΑ της εθνικής βάσης δεδομένων του buildingcert,
2. Πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας (Πριν & Μετά) από έρευνα πεδίου σε ελληνικές κατοικίες που έχουν ανακαινιστεί,
3. Πραγματικές συνθήκες χρήσης και λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης από έρευνα πεδίου σε ελληνικά νοικοκυριά.

Τα στοιχεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να προσαρμοστούν οι εκτιμήσεις των δεικτών κατανάλωσης ενέργειας, πχ κανονικοποιημένων τιμών κατανάλωσης ανά μονάδα επιφάνειας θερμαινόμενων χώρων (kWh/m²) κατά τη σύγκριση υπολογισμών (σύμφωνα με τον KENAK) με τις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας ή την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών στο κτιριακό απόθεμα.

4.1 Υπολογιζόμενη & πραγματική κατανάλωση ενέργειας από ΠΕΑ

Στα πλαίσια της παρούσας πιλοτικής έρευνας, η βάση δεδομένων από το εθνικό πληροφοριακό σύστημα buildingcert, περιελάμβανε ~514.000 ΠΕΑ για κατοικίες από τα οποία επιλέχθηκαν ~460.000 έγκυρα πιστοποιητικά εξαιρώντας τα ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί για τη δεύτερη φάση του προγράμματος "Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον" ή από τιμωρημένους επιθεωρητές, όσα δεν έχουν υποβληθεί οριστικά ή δεν είχαν πλήρη στοιχεία (πχ διεύθυνση, έτος κατασκευής, ημερομηνία υποβολής, στοιχεία επιθεωρητή, αποτελέσματα υπολογισμών). Από αυτά, περίπου 16.000 συμπεριελάμβαναν πλήρη στοιχεία για την πραγματική ετήσια κατανάλωση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Εξαιρέθηκαν οι περιπτώσεις με μεικτή χρήση θερμικής ενέργειας ή θερμική ενέργεια από άλλα καύσιμα ώστε να είναι δυνατή η διόρθωση της υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας που περιλαμβάνεται στο ΠΕΑ. Τελικά, τα **ανεπεξέργαστα δεδομένα** που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ~11.800 περιπτώσεις (από τα οποία 15% για μονοκατοικίες).

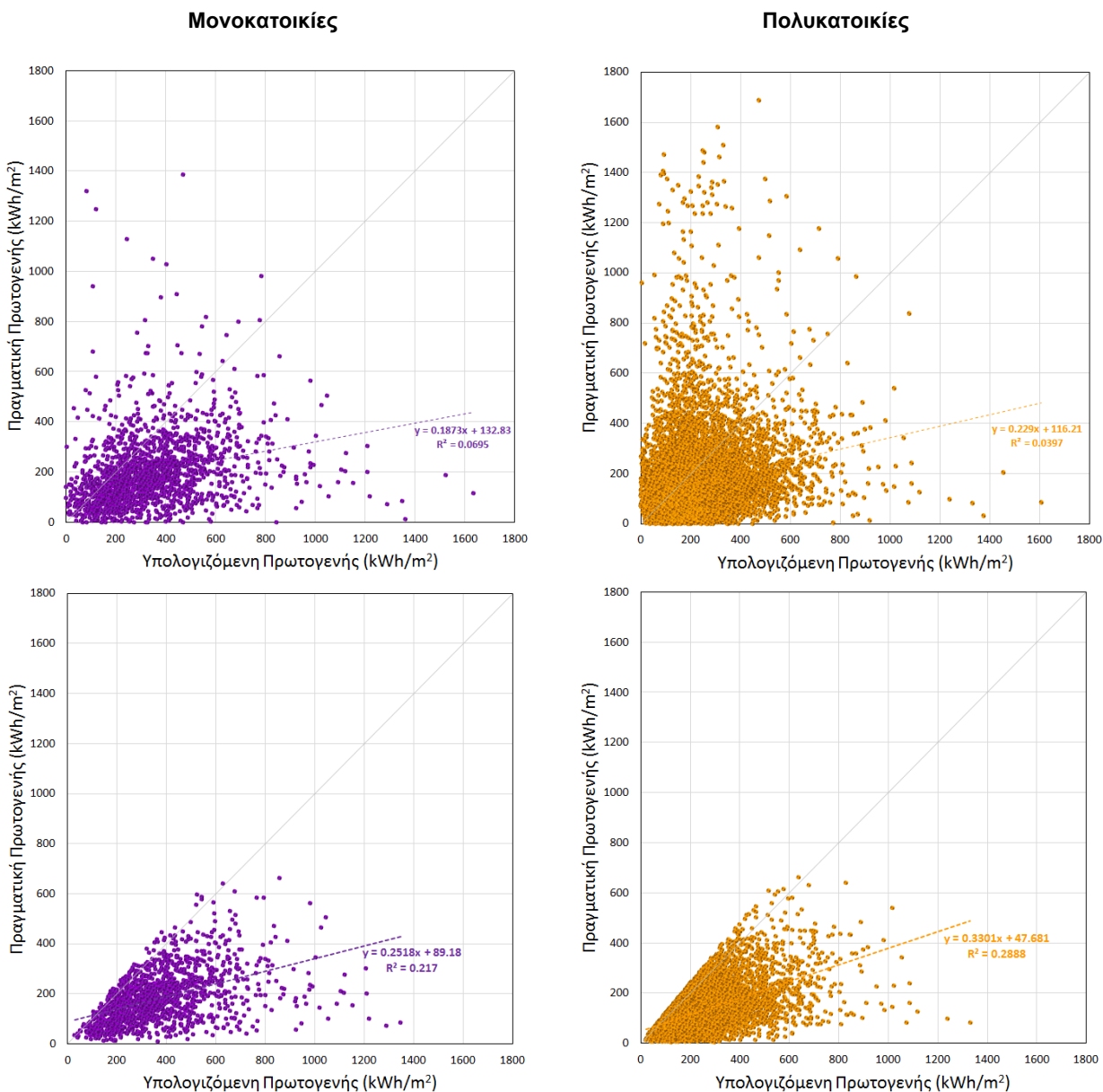
Για να είναι δυνατή η σύγκριση της πραγματικής κατανάλωσης με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τη θέρμανση χώρων και ΖΝΧ, στην οποία δεν περιλαμβάνονται οι άλλες χρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας (πχ φωτισμός, μαγείρεμα, ψύξη), έγιναν κάποιες παραδοχές για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ΖΝΧ. Οι παραδοχές βασίζονται στα αποτελέσματα έρευνας της ΕΛΣΤΑΤ για την κατανάλωση ενέργειας των νοικοκυριών (Δελτίο τύπου, Οκτ. 2013). Συγκεκριμένα, α) όταν η παραγωγή ΖΝΧ γίνεται αποκλειστικά από ηλεκτρική ενέργεια, θεωρείται ότι 9,4% της συνολικής ηλεκτρικής κατανάλωσης χρησιμοποιείται για ΖΝΧ και β) όταν η παραγωγή ΖΝΧ γίνεται από ηλεκτρική ενέργεια και ηλιακά, θεωρείται ότι το 2,8% της συνολικής ηλεκτρικής κατανάλωσης χρησιμοποιείται για ΖΝΧ.

Σε δεύτερη φάση, έγινε μια περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων φιλτράροντας αμφισβητούμενες τιμές πολύ υψηλών ή πολύ χαμηλών καταναλώσεων θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι προκύπτει μια βάση **επεξεργασμένων δεδομένων** με ~8.500 περιπτώσεις (από τα οποία 17% για μονοκατοικίες). Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα από την σύγκριση υπολογιζόμενης και πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ παρουσιάζονται στο **Σχήμα 4**.

Η συγκριτική παρουσίαση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων γίνεται με τον υπολογισμό του δείκτη έντασης κατανάλωσης ενέργειας (**ΔΕΚΕ**), που εκφράζει την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου προς την θερμαινόμενη επιφάνεια (kWh/m^2). Οι **ΔΕΚΕ** για τις υπολογιζόμενες και πραγματικές τιμές παρουσιάζουν σημαντική διασπορά, επιβεβαιώνοντας τον ρόλο διαφόρων παραμέτρων (πχ επικρατούσες εξωτερικές μετεωρολογικές συνθήκες), των χρηστών επί των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας (πχ ώρες λειτουργίας, εσωτερική θερμοκρασία, θερμαινόμενη επιφάνεια) σε σχέση με τις προβλέψεις των υπολογισμών. Είναι προφανές ότι κάποιες από τις αποκλίσεις οφείλονται και στις πιθανές διαφοροποιήσεις των τεχνικών χαρακτηριστικών που εισάγονται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς σε σχέση με την πραγματικότητα.

Ο μέσος εμπειρικός συντελεστής της πραγματικής προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση για τις μονοκατοικίες είναι 0,90 με τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (πραγματική κατανάλωση μικρότερη κατά 10% από την υπολογιζόμενη) και 0,54 με τα επεξεργασμένα δεδομένα (μικρότερη κατά 46% από την υπολογιζόμενη). Για τις πολυκατοικίες, οι αντίστοιχες τιμές είναι 1,42 με τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (μεγαλύτερη κατά 42% από την υπολογιζόμενη) και 0,57 με τα επεξεργασμένα δεδομένα (μικρότερη κατά 43%). Για όλες τις κατοικίες, οι αντίστοιχες τιμές είναι 1,35 με τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (μεγαλύτερη κατά 35% από την υπολογιζόμενη) και 0,56 με τα επεξεργασμένα δεδομένα (μικρότερη κατά 44%).

Γενικά, υψηλότεροι υπολογιζόμενοι ΔΕΚΕ αντιστοιχούν σε χαμηλότερες πραγματικές καταναλώσεις. Αυτό είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα από άλλες μελέτες για τα νοικοκυριά σε Γερμανία, Ολλανδία, Βρετανία, Βέλγιο και Γαλλία, όταν η πραγματική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι κατά μέσο όρο 30% μικρότερη της υπολογιζόμενης. Το φαινόμενο αυτό αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως "*prebound*" και είναι πιο εμφανές σε κατοικίες με ένα υπολογιζόμενο υψηλό-ΔΕΚΕ (κατοικίες με χαμηλή ενεργειακή απόδοση). Το αντίθετο φαινόμενο αναφέρεται ως "*rebound*" (αναπήδηση) και είναι ιδιαίτερα εμφανές σε περιπτώσεις κτιρίων με χαμηλό-ΔΕΚΕ (κατοικίες με καλή ενεργειακή απόδοση), με αποτέλεσμα η πραγματική κατανάλωση ενέργειας να είναι υψηλότερη από την υπολογιζόμενη.



Σχήμα 4. Συγκριτική παρουσίαση της υπολογιζόμενης και της πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m²) ελληνικών μονοκατοικιών (αριστερά) και πολυκατοικιών (δεξιά), χρησιμοποιώντας τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (πάνω σειρά) και τα επεξεργασμένα δεδομένα (κάτω σειρά). Σε όλες τις περιπτώσεις περιλαμβάνεται η απλή γραμμική παλινδρόμηση. Η διχοτόμος ($x=y$) αντιστοιχεί στην περίπτωση που η υπολογιζόμενη ισούται με την πραγματική κατανάλωση ενέργειας (πλήρης συμφωνία). Πηγή δεδομένων: *buildingcert* (Αύγουστος 2015).

Από την ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων προκύπτουν δυο εμπειρικοί διορθωτικοί συντελεστές (**Πίνακας 1**), ανάλογα με το αν έχουν χρησιμοποιηθεί όλα (f_1^*) ή μόνο τα επεξεργασμένα (f_1^{**}) δεδομένα από τα ΠΕΑ. Οι συντελεστές έχουν ομαδοποιηθεί για **24 επιμέρους τύπους κτιρίων** που τελικά υιοθετήθηκαν στο μοντέλο κτιριακού αποθέματος (ενότητα 5), ανάλογα με την περίοδο ανέγερσης (πριν το 1980, 1981-2010, μετά το 2011), τις τέσσερις κλιματικές ζώνες, για μονοκατοικίες και πολυκατοικίες. Ο μέσος όρος στην τελευταία γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε όλα τα δεδομένα των μονοκατοικιών ή πολυκατοικιών. Οι συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσαρμογή της υπολογιζόμενης από το λογισμικό TEE-KENAK τελικής κατανάλωσης για την καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης. Η «διόρθωση» ουσιαστικά κανονικοποιεί τις υπολογιζόμενες τιμές με τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας (πχ περίοδος και ώρες λειτουργίας, ρύθμιση εσωτερικής θερμοκρασίας, εσωτερική θερμαινόμενη επιφάνεια).

Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας: $f_1(\frac{\text{Πραγματική}}{\text{Υπολογιζόμενη}})$



Δεν περιλαμβάνονται τιμές για ορισμένες τυπολογίες που δεν υπάρχουν ακόμη διαθέσιμα στοιχεία από τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τα ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί.



Προτείνεται η ενίσχυση της προσπάθειας συλλογής στοιχείων για την πραγματική κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων, τουλάχιστον στα πλαίσια του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον»



Προτείνεται η περιοδική ανάλυση της βάσης δεδομένων των ΠΕΑ η οποία συνεχώς εμπλουτίζεται με νέα στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων, για την επικαιροποίηση των συντελεστών, συμπλήρωση τυχών κενών περιπτώσεων αλλά και εμπλουτισμό του πληθυσμού των δεδομένων σε όλες τις κατηγορίες.

Πίνακας 1. Εμπειρικοί συντελεστές για την προσαρμογή της υπολογιζόμενης με το TEE-KENAK πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας στην πραγματική, f_1^* χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα από τα ΠΕΑ, f_1^{**} χρησιμοποιώντας τα επεξεργασμένα δεδομένα από τα ΠΕΑ. Στις παρενθέσεις σημειώνεται ο αντίστοιχος αριθμός δεδομένων (N) για κάθε περίπτωση.

Περίοδος Ανέγερσης	Κλιματική Ζώνη	Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες		Κατοικίες	
		f_1^* (N)	f_1^{**} (N)	f_1^* (N)	f_1^{**} (N)	f_1^* (N)	f_1^{**} (N)
πριν το 1980		0,62 (1.075)	0,50 (909)	0,95 (5.196)	0,52 (4.041)	0,89 (6.271)	0,52 (4.950)
	A	0,57 (66)	0,53 (54)	0,87 (213)	0,55 (154)	0,80 (279)	0,55 (208)
	B	0,69 (500)	0,52 (422)	1,06 (3.276)	0,51 (2.482)	1,01 (3.776)	0,51 (2.904)
	Γ	0,59 (382)	0,51 (315)	0,75 (1.386)	0,53 (1.136)	0,71 (1.768)	0,52 (1.451)
	Δ	0,48 (127)	0,44 (118)	0,79 (321)	0,54 (269)	0,70 (448)	0,51 (387)
1981-2010		1,34 (700)	0,62 (500)	1,93 (4.810)	0,63 (3.067)	1,85 (5.510)	0,63 (3.567)
	A	1,00 (101)	0,57 (68)	1,72 (360)	0,2 (213)	1,56 (461)	0,61 (281)
	B	1,99 (295)	0,61 (196)	2,49 (2.660)	0,60 (1.665)	2,44 (2.955)	0,60 (1.861)
	Γ	0,84 (227)	0,63 (166)	1,14 (1.451)	0,68 (953)	1,10 (1.678)	0,67 (1.119)
	Δ	0,75 (77)	0,64 (70)	1,09 (339)	0,62 (236)	1,03 (416)	0,62 (306)
μετά το 2011		1,03 (7)	0,71 (5)	2,64 (36)	0,62 (19)	2,38 (43)	0,64 (24)
	A	1,55 (3)	0,52 (2)	0,66 (9)	0,71 (6)	0,88 (12)	0,66 (8)
	B	0,87 (2)	0,87 (2)	3,57 (21)	0,61 (11)	3,33 (23)	0,65 (13)
	Γ			2,37 (5)	0,35 (2)	2,37 (5)	0,35 (2)
	Δ	0,40 (2)	0,79 (1)	2,38 (1)		1,06 (3)	0,79 (1)
Μέσος όρος		0,90 (1.782)	0,54 (1.414)	1,42 (10.042)	0,57 (7.127)	1,35 (11.824)	0,56 (8.541)

Στο **Σχήμα 5** παρουσιάζεται η υπολογιζόμενη κατανάλωση κανονικοποιημένη με τους συντελεστές f_1^* και f_1^{**} σε σχέση με την πραγματική κατανάλωση ενέργειας για τις επιμέρους τυπολογίες. Τα δεδομένα του νέφους προέρχονται από τα πραγματικά στοιχεία των ΠΕΑ από τα οποία προκύπτει η απλή γραμμική παλινδρόμηση για το αντίστοιχο πλήθος τιμών από τα ανεπεξέργαστα και επεξεργασμένα δεδομένα. Η κανονικοποίηση της υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας προκύπτει ως το γινόμενο με τους αντίστοιχους εμπειρικούς συντελεστές από τον Πίνακα 1. Η κλίση της γραμμικής παλινδρόμησης που προκύπτει, όπως ήταν αναμενόμενο, ισούται με το f_1 της αντίστοιχης τυπολογίας.

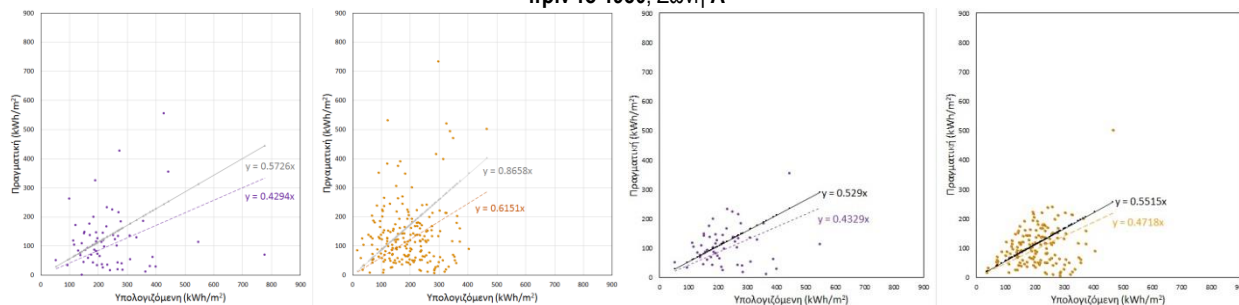
Σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τους εμπειρικούς συντελεστές f_1^{**} (που προέκυψαν από τα επεξεργασμένα δεδομένα) μετατοπίζουν την κλίση της συνάρτησης πιο κοντά στην γραμμική παλινδρόμηση ελαχίστων τετραγώνων. Συνεπώς, αυτή η προσέγγιση για την εκτίμηση της πραγματικής χρήσης της ενέργειας από τις υπολογιζόμενες τιμές, αντικατοπτρίζει καλύτερα την τάση της γραμμικής παλινδρόμησης των πραγματικών δεδομένων. Ωστόσο, οι διαφορές μεταξύ των ανεπεξέργαστων και επεξεργασμένων δεδομένων, υπογραμμίζουν την ανάγκη εφαρμογής κατάλληλων ελέγχων ποιότητας των διαθέσιμων στοιχείων από τα ΠΕΑ προκειμένου να εντοπιστούν και να εξαιρεθούν ενδεχόμενες ακραίες τιμές έτσι ώστε να προκύψει μια αξιόπιστη βάση δεδομένων για την εξαγωγή των εμπειρικών συντελεστών. Δυστυχώς, κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης δεν ήταν δυνατόν να γίνει μια τέτοια λεπτομερής ανάλυση, δεδομένου ότι δεν χορηγήθηκε πρόσβαση στα πρωτογενή δεδομένα για τη δημιουργία του πιστοποιητικού, αλλά περιορίστηκε στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στο ίδιο το ΠΕΑ. Κατά συνέπεια, οι προσπάθειες περιορίστηκαν σε ορισμένους διαισθητικούς (βασικούς) ελέγχους της ποιότητας των δεδομένων σχετικά με την πραγματική χρήση της ενέργειας για την εξαγωγή των επεξεργασμένης βάσης δεδομένων.

Τα ανεπεξέργαστα δεδομένα με τις πραγματικές καταναλώσεις από τα ΠΕΑ παρουσιάζουν μια μετατόπιση προς υψηλότερες τιμές, αποδίδοντας ένα ανώτερο όριο καταναλώσεων. Πιθανώς προέρχονται από στοιχεία για μεγαλύτερη περίοδο κατανάλωσης από ένα έτος (χωρίς να έχει υπολογιστεί ο μέσος όρος όπως απαιτείται) ή για την κατανάλωση ολόκληρης της πολυκατοικίας χωρίς αναγωγή και κατανομή στο διαμέρισμα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που ο καταμερισμός των δαπανών θέρμανσης γίνεται με τα χιλιοστά και όχι με ωρομέτρηση ή θερμιδομέτρηση. Τα επεξεργασμένα δεδομένα παρουσιάζουν μια πιο ρεαλιστική συμπεριφορά. Στα πλαίσια της παρούσας ανάλυσης, διατηρήθηκαν τα αποτελέσματα από τις δυο προσεγγίσεις και συγκρίνονται στην ενότητα 4.4.

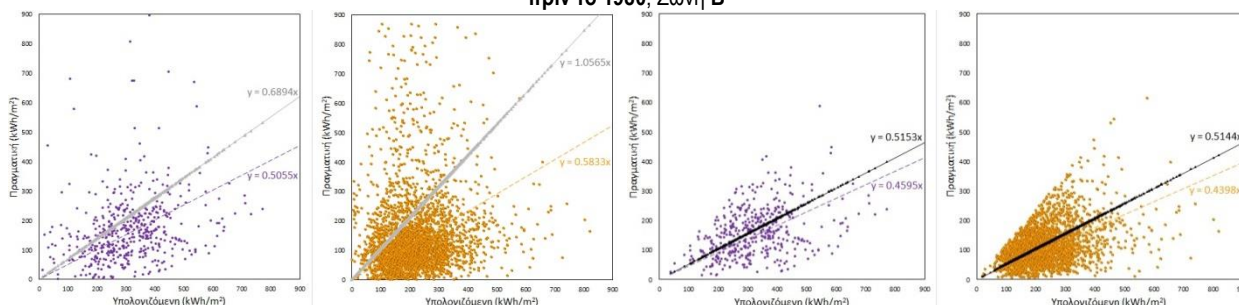
Ανεπεξέργαστα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες

Επεξεργασμένα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες

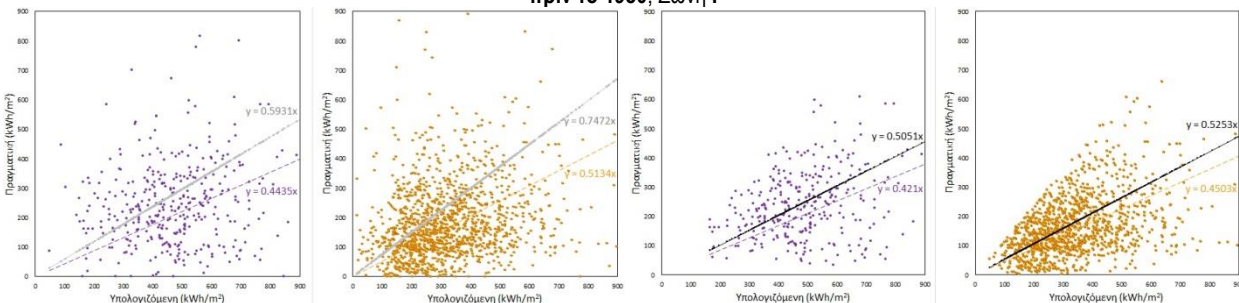
πριν το 1980, Ζώνη Α



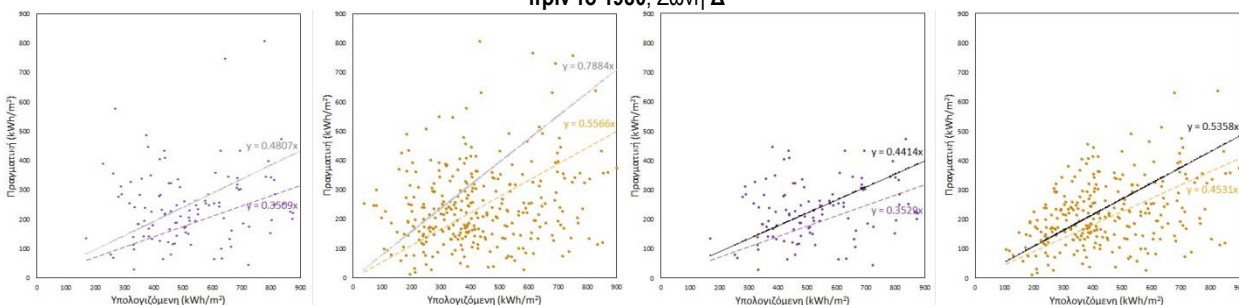
πριν το 1980, Ζώνη Β



πριν το 1980, Ζώνη Γ



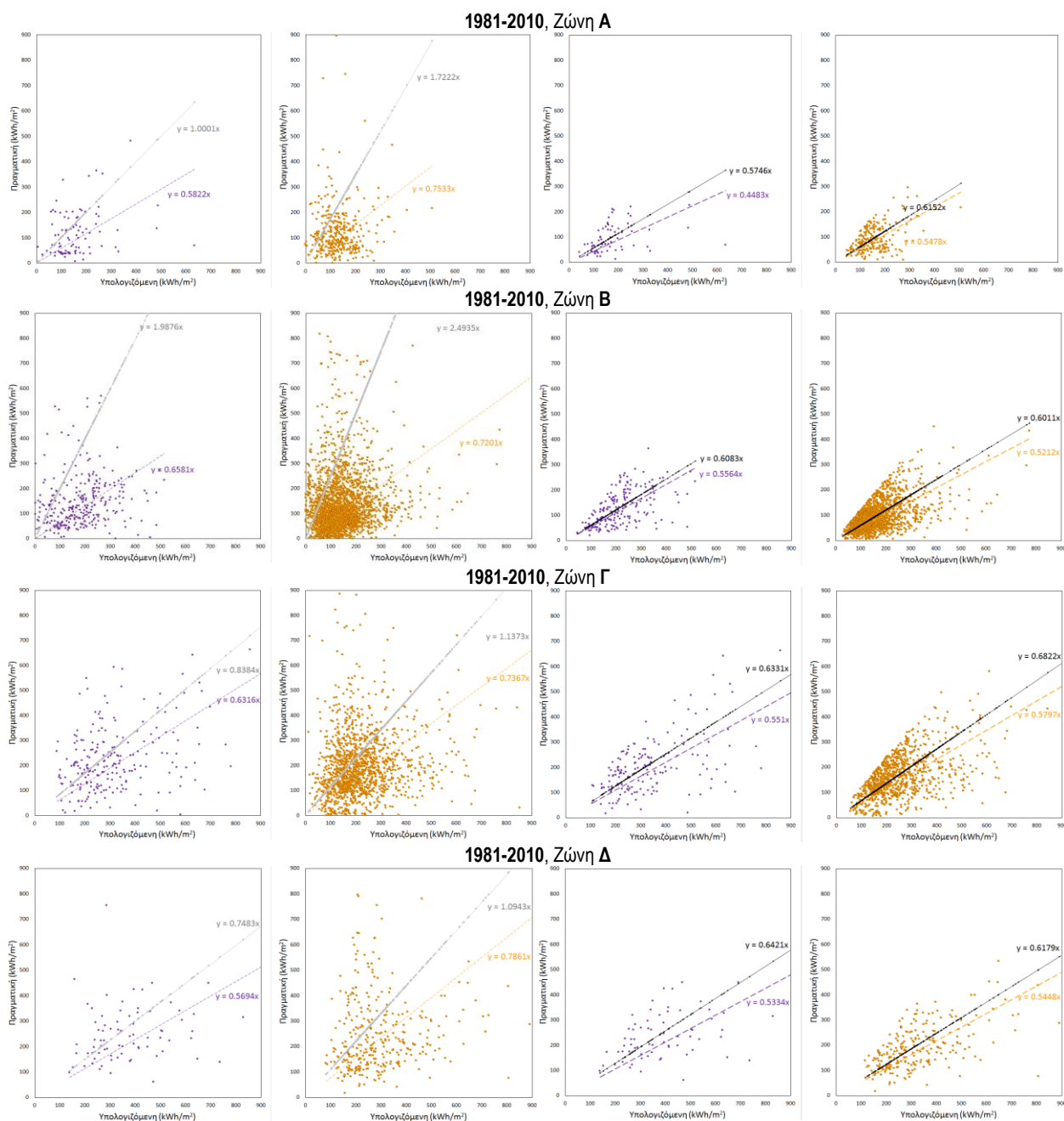
πριν το 1980, Ζώνη Δ



Σχήμα 5α. Συγκριτική παρουσίαση της υπολογιζόμενης και της πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m^2) των τυπολογίων για μονοκατοικίες & πολυκατοικίες της περιόδου πριν το 1980, χρησιμοποιώντας τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα αριστερά) και τα επεξεργασμένα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα δεξιά).

Ανεπεξέργαστα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες

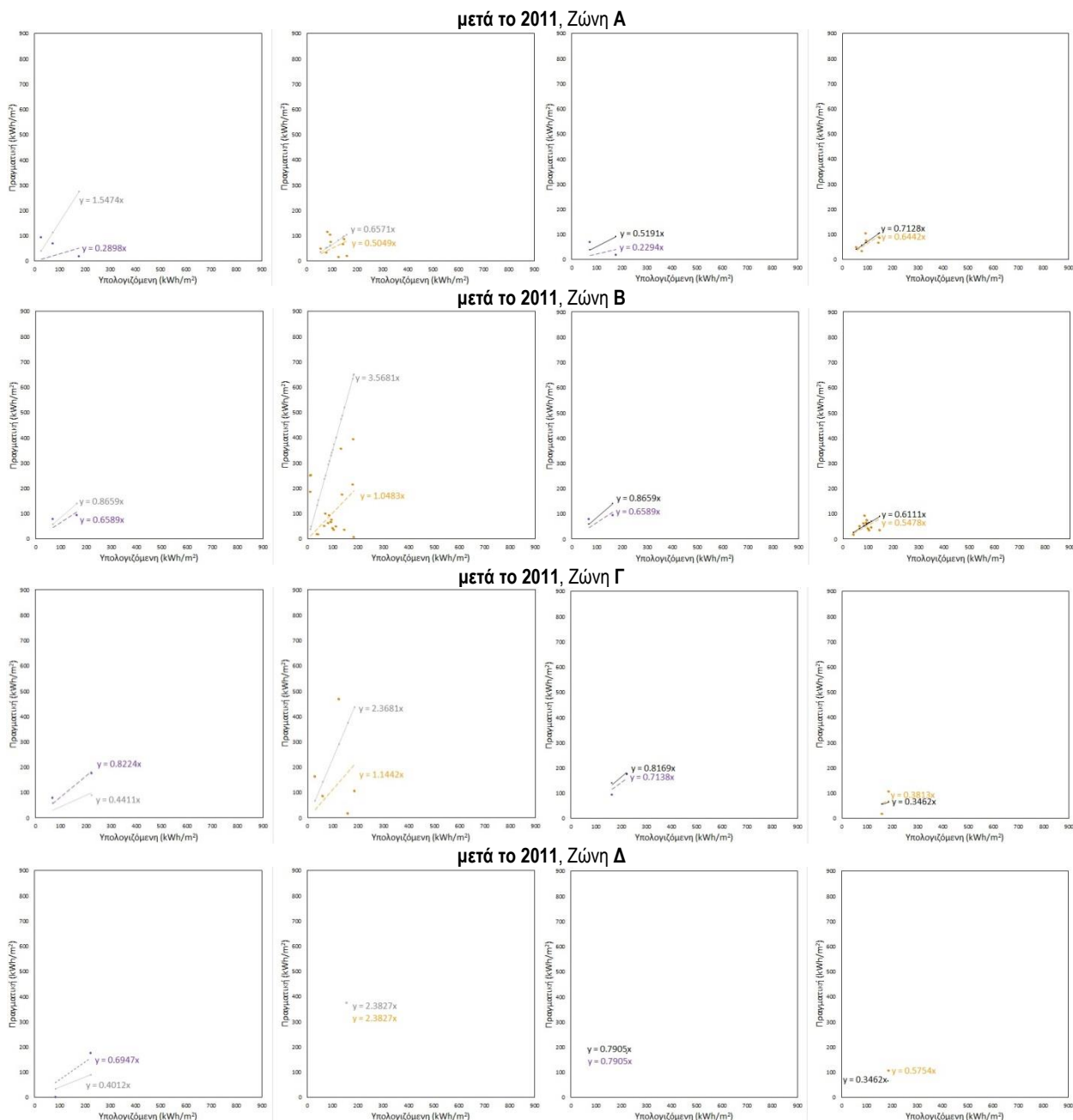
Επεξεργασμένα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες



Σχήμα 5β. Συγκριτική παρουσίαση της υπολογιζόμενης και της πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m^2) των τυπολογίων για μονοκατοικίες & πολυκατοικίες της περιόδου 1981-2010, χρησιμοποιώντας τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα αριστερά) και τα επεξεργασμένα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα δεξιά).

Ανεπεξέργαστα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες

Επεξεργασμένα δεδομένα
Μονοκατοικίες - Πολυκατοικίες



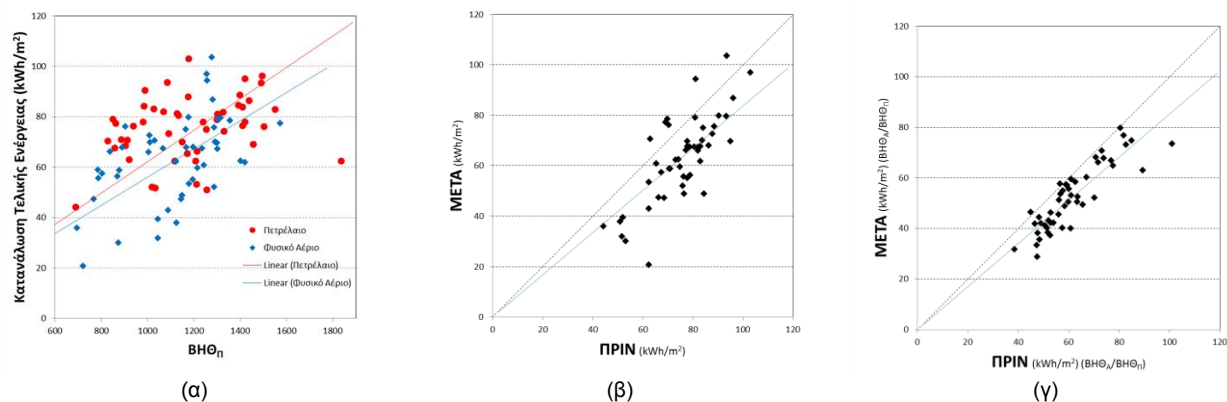
Σχήμα 5γ. Συγκριτική παρουσίαση της υπολογιζόμενης και της πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m^2) των τυπολογίων για μονοκατοικίες & πολυκατοικίες της περιόδου μετά το 2011, χρησιμοποιώντας τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα αριστερά) και τα επεξεργασμένα δεδομένα (ζεύγος διαγραμμάτων στα δεξιά).

4.2 Έρευνα πεδίου - Πραγματική απόδοση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας

Από έρευνα πεδίου του ΕΑΑ για τη συλλογή πραγματικών ενεργειακών καταναλώσεων **ΠΡΙΝ & ΜΕΤΑ** την εφαρμογή ΜΕΕ, προέκυψαν ενδεικτικά στοιχεία για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων επεμβάσεων ενεργειακής ανακαίνισης ή αναβάθμισης στην πράξη. Τα στοιχεία βασίζονται σε λογαριασμούς τουλάχιστον ενός έτους (ή μιας περιόδου θέρμανσης) πλήρους λειτουργίας από περίπου 80 κατοικίες. Κατά την ανάλυση των δεδομένων ελήφθησαν υπόψη σημαντικές αλλαγές, πχ στην περίοδο (έναρξης/λήξης) θέρμανσης, τη θερμαινόμενη επιφάνεια σε πολυκατοικίες με κενά (χωρίς θέρμανση) διαμερίσματα κλπ.

Η συγκριτική αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς γίνεται πάλι μέσω των ΔΕΚΕ. Η πραγματική τελική κατανάλωση ενέργειας (χωρίς διορθώσεις) ουσιαστικά αντανακλά τα οφέλη που «καρπύονται» ο χρήστης, σε σχέση με την ενεργειακή συμπεριφορά και το λειτουργικό κόστος.

Στο **Σχήμα 6** παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα από την κατανάλωση ενέργειας πριν & μετά την αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με φυσικό αέριο. Όπως είναι αναμενόμενο, η κατανάλωση ενέργειας διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με τις επικρατούσες εξωτερικές μετεωρολογικές συνθήκες την περίοδο (χρονιά) κατανάλωσης και άλλες παραμέτρους όπως οι ώρες λειτουργίας και της γενικότερης συμπεριφοράς των χρηστών, της κατασκευής του κτιρίου και της απόδοσης των εγκαταστάσεων θέρμανσης. Οι δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες εκφράζονται με τις υψηλότερες τιμές των βαθμομερών θέρμανσης της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο για την αντίστοιχη περίοδο κατανάλωσης ($BH\Theta_n$). Είναι αναμενόμενο ότι υψηλότερες τιμές των $BH\Theta$ θα έχουν σαν αποτέλεσμα υψηλότερες ενεργειακές καταναλώσεις. Αν και η διασπορά των δεδομένων είναι μεγάλη, αναδεικνύοντας τις ιδιαιτερότητες του κάθε κτιρίου, η συσχέτιση που αποδίδεται από την γραμμική παλινδρόμηση για τις δυο περιπτώσεις, δείχνει την μετατόπιση που παρουσιάζεται ανάλογα με το καύσιμο. Κατά μέσο όρο, οι καταναλώσεις πετρελαίου είναι υψηλότερες από τις καταναλώσεις στα κτίρια μετά την αλλαγή σε φυσικό αέριο.

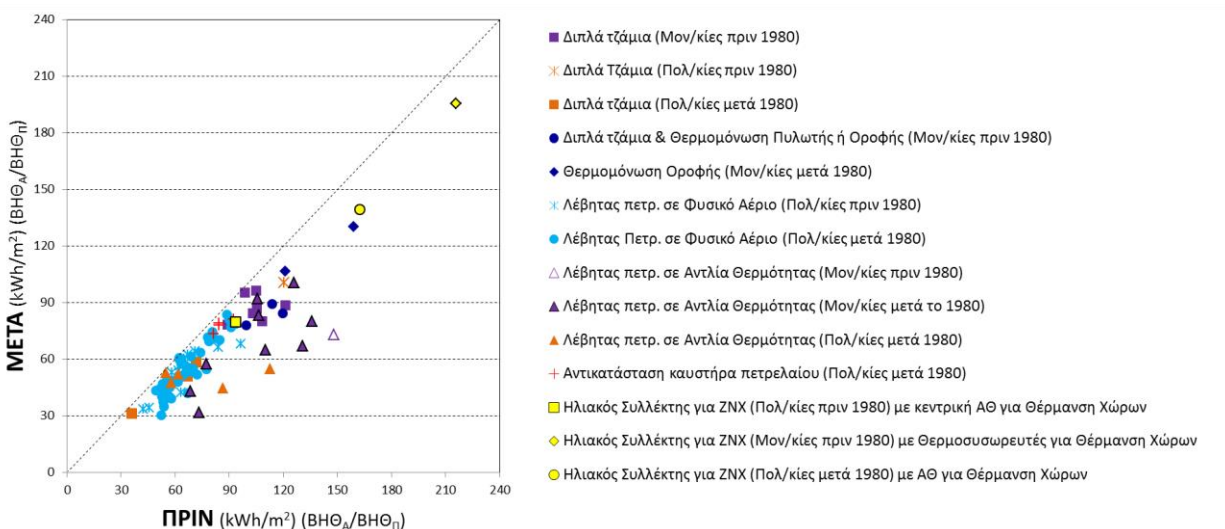


Σχήμα 6. Ετήσια πραγματική κατανάλωση τελικής ενέργειας για θέρμανση σε κτίρια με πετρέλαιο (πριν) και φυσικό αέριο (μετά). Συσχετίσεις σε συνάρτηση α) των ΔΕΚΕ με τις βαθμομέρες θέρμανσης της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο για την αντίστοιχη περίοδο κατανάλωσης ($BH\Theta_n$), β) των ΔΕΚΕ πριν και μετά την αλλαγή, γ) των ΔΕΚΕ πριν και μετά, κανονικοποιώντας τα δεδομένα για τις τιμές αναφοράς ($BH\Theta_A=947$) προς τις τιμές της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο για την αντίστοιχη περίοδο κατανάλωσης ($BH\Theta_n$).

Η ανάλυση ολοκληρώνεται παρουσιάζοντας τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν κατά την έρευνα πεδίου για διάφορα ΜΕΕ (**Σχήμα 7**). Οι δείκτες εκφράζονται σε πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση όταν γίνεται αλλαγή καυσίμου, όπως για παράδειγμα, αλλαγή λέβητα πετρελαίου με φυσικού αερίου, ή αλλαγή του συστήματος κεντρικής θέρμανσης από λέβητα σε ηλεκτρική αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων από τη σύγκριση του ΔΕΚΕ πριν & μετά που αντιστοιχούν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (χρονιές), πάλι προηγείται η κανονικοποίηση του ΔΕΚΕ για τις επικρατούσες εξωτερικές μετεωρολογικές συνθήκες την περίοδο (χρονιά) κατανάλωσης. Η διόρθωση βασίζεται στις βαθμομέρες θέρμανσης ($BH\Theta$), κανονικοποιώντας τα

δεδομένα για τις τιμές αναφοράς ($BH\Theta_A=947$) προς τις τιμές της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο για την αντίστοιχη περίοδο κατανάλωσης ($BH\Theta_{\Pi}$). Τα διαθέσιμα δεδομένα καλύπτουν συνηθισμένες επεμβάσεις στο:

- **Κέλυφος του κτιρίου**
 - ✓ Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων
 - ✓ Προσθήκη θερμομόνωσης
- **Η/Μ Εγκαταστάσεις – Συστήματα Θέρμανσης**
 - ✓ Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με φυσικού αερίου
 - ✓ Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας
 - ✓ Αντικατάσταση καυστήρα πετρελαίου
- **Η/Μ Εγκαταστάσεις – ΖΝΧ**
 - ✓ Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη



Σχήμα 7. Κανονικοποιημένη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση & ΖΝΧ, πριν & μετά την εφαρμογή ΜΕΕ στο κέλυφος και στο σύστημα θέρμανσης. Η διχοτόμος ($x=y$) αντιστοιχεί στην περίπτωση που η κατανάλωση ενέργειας δεν μεταβάλλεται.

Από την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν προκύπτουν μια σειρά από συντελεστές για την πραγματική τελική ή πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας πριν & μετά τις επεμβάσεις στις κατοικίες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε επιμέρους ομάδες ανάλογα με την περίοδο ανέγερσης για μονοκατοικίες και πολυκατοικίες έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας από την εφαρμογή των αντίστοιχων μέτρων. Οι συντελεστές παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**. Τα αποτελέσματα προέρχονται από τις κανονικοποιημένες καταναλώσεις ενέργειας στις τιμές αναφοράς ($BH\Theta_A=947$).

Τελική κατανάλωση ενέργειας: $f_2^* \left(\frac{Μετ\acute{\alpha}}{Πριν} \right)$

Πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας: $f_2^{**} \left(\frac{Μετ\acute{\alpha}}{Πριν} \right)$

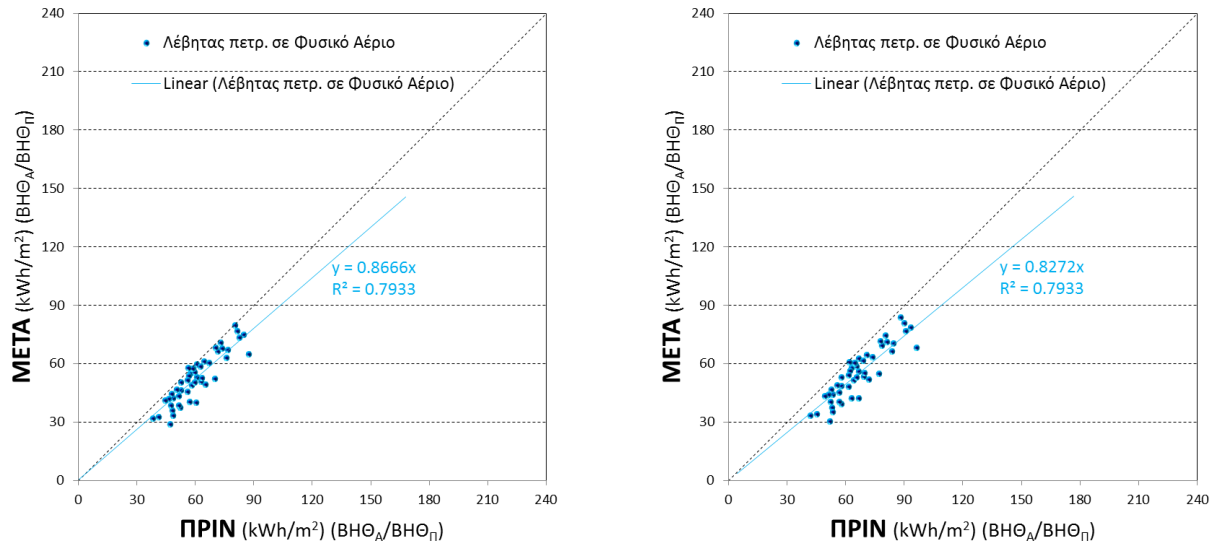
Πίνακας 2. Συντελεστές για την κανονικοποίηση της πραγματικής τελικής (f_2^*) ή πρωτογενούς (f_2^{**}) κατανάλωσης ενέργειας και αντίστοιχες συναρτήσεις συσχέτισης Πριν & Μετά την εφαρμογή ΜΕΕ (συνολικά για κάθε μέτρο).

Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας	Περίοδος Ανέγερσης	Κατοικίες			
		Συναρτήσεις τελικής (Τ) και πρωτογενούς (Π) κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m ²)(ΒΗΘ _Α /ΒΗΘ _Π)			
		Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
		f_2^*	f_2^{**}	f_2^*	f_2^{**}
Κέλυφος του κτιρίου					
Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων		Τ: $y=0,7586x$ ($r^2=0,334$) $f_2^*=0,78$ Π: $y=0,7668x$ ($r^2=0,378$) $f_2^{**}=0,79$			
	προ1980	0,78	0,78		
	μετά1980			0,81	0,81
Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων & Μόνωση Πυλωτής		Τ: $y=0,7834x$ ($r^2=1$) $f_2^*=0,78$ Π: $y=0,7834x$ ($r^2=1$) $f_2^{**}=0,78$			
	προ1980	0,78	0,78		
	μετά1980				
Προσθήκη θερμομόνωσης οροφής		Τ: $y=0,84x$ ($r^2=0,859$) $f_2^*=0,85$ Π: $y=0,84x$ ($r^2=0,859$) $f_2^{**}=0,85$			
	προ1980				
	μετά1980	0,85	0,85		
Η/Μ Εγκαταστάσεις – Συστήματα Θέρμανσης					
Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με φυσικού αερίου		Τ: $y=0,8666x$ ($r^2=0,793$) $f_2^*=0,86$ Π: $y=0,8272x$ ($r^2=0,793$) $f_2^{**}=0,82$			
	προ1980			0,88	0,84
	μετά1980			0,85	0,81
Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας		Τ: $y=0,2397x$ ($r^2=0,378$) $f_2^*=0,25$ Π: $y=0,6319x$ ($r^2=0,378$) $f_2^{**}=0,67$			
	προ1980		0,49		0,52
	μετά1980		0,66		0,78
Αντικατάσταση καυστήρα πετρελαίου		Τ: $y=0,9088x$ ($r^2=0,506$) $f_2^*=0,91$ Π: $y=0,9088x$ ($r^2=0,506$) $f_2^{**}=0,91$			
	προ1980				
	μετά1980			0,91	0,91
Η/Μ Εγκαταστάσεις – ΖΝΧ					
Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη		Τ: $y=0,9019x$ ($r^2=0,999$) $f_2^*=0,89$ Π: $y=0,8849x$ ($r^2=0,993$) $f_2^{**}=0,87$			
	προ1980	0,91	0,91	0,89	0,85
	μετά1980			0,86	0,86



Ο πληθυσμός των διαθέσιμων δεδομένων δεν κρίνεται ικανοποιητικός σε ορισμένες περιπτώσεις και συνεπώς τα αποτελέσματα θεωρούνται ενδεικτικά.

Αντιπροσωπευτικά αναλυτικά αποτελέσματα για την αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με λέβητα φυσικού αερίου παρουσιάζονται στο **Σχήμα 8**. Εξαιτίας του μικρού αριθμού δεδομένων για μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, οι αντίστοιχες συναρτήσεις που προκύπτουν από την γραμμική παλινδρόμηση δίνονται συνολικά για κάθε ένα μέτρο.



Σχήμα 8. Ετήσια κατανάλωση τελικής (αριστερά) και πρωτογενούς (δεξιά) ενέργειας για θέρμανση, πριν και μετά την αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με φυσικό αέριο.

4.3 Έρευνα πεδίου - Προσδιορισμός συνθηκών θέρμανσης στις κατοικίες

Τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας πεδίου του ΕΑΑ σε δείγμα περίπου **210 νοικοκυριών** σχετικά με τις συνήθειες των χρηστών σε σχέση με την θέρμανση τα τελευταία χρόνια, επιβεβαιώνουν τα σοβαρά προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα ελληνικά νοικοκυριά για την κάλυψη των αναγκών τους. Επιπλέον, αναδεικνύονται οι πλέον συνηθισμένες επεμβάσεις ή άλλες πρακτικές που εφαρμόζουν οι χρήστες για να μειώσουν το λειτουργικό κόστος θέρμανσης της κατοικίας τους (**Σχήμα 9**), αλλά και οι σημαντικές διαφοροποιήσεις από τις παραδοχές των υπολογισμών για τις ώρες λειτουργίας, ρύθμισης της εσωτερικής θερμοκρασίας, ποσοστό θερμαινόμενης επιφάνειας της κατοικίας που παρουσιάζονται στη συνέχεια.



Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αναφέρονται κατά 26% σε μονοκατοικίες και 74% σε πολυκατοικίες, με διαφορετικές περιόδους κατασκευής (36% πριν το 1980, 62% 1981-2010 και 2% μετά το 2011) και σε 3 κλιματικές ζώνες (2% στην Α, 90% στην Β και 8% στην Γ). Στη συνέχεια συνοψίζονται τα βασικά αποτελέσματα.

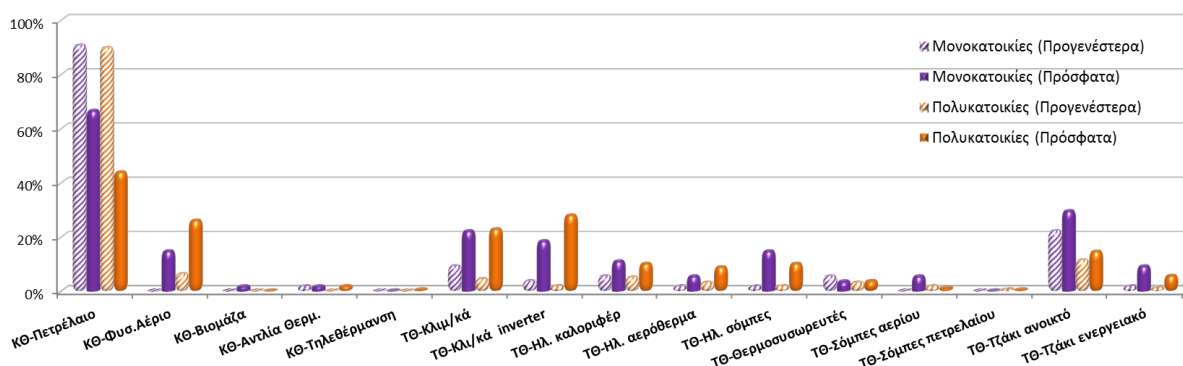
- Μείωση θερμαινόμενης επιφάνειας. Μόνο το 33% σε μονοκατοικίες και 43% σε πολυκατοικίες, θερμαίνουν όλη την κατοικία τους. Τα τελευταία χρόνια, οι ένοικοι συνηθίζουν να απομονώνουν χώρους (δωμάτια) της κατοικίας τους έτσι ώστε να μην θερμαίνονται όταν δεν χρησιμοποιούνται, για μείωση του κόστους θέρμανσης.
- Χρήση τοπικών συστημάτων θέρμανσης και παύση λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης (ιδιαίτερα σε πολυκατοικίες με πετρέλαιο).
- Μείωση των ωρών λειτουργίας. Πάνω από το 70% σε μονοκατοικίες και περίπου 80% σε πολυκατοικίες χρησιμοποιεί θέρμανση για λιγότερο από 8 ώρες ημερησίως, ενώ αντίστοιχα μόνο το 17% και 10% έχει συνεχή λειτουργία που προσομοιάζει το τυπικό ωράριο λειτουργίας κατοικιών σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.
- Μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας, ακόμη και πλέον της επιθυμητής θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της θερμικής άνεσης.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα σοβαρά προβλήματα που ως γνωστόν αντιμετωπίζουν τα ελληνικά νοικοκυριά για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν για μονοκατοικίες και διαμερίσματα, ανάλογα με την τυπολογία των κτιρίων (δηλαδή την περίοδο κατασκευής) που σχετίζεται με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους (πχ αυτονομία θέρμανσης).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, είναι εμφανέστερες οι επιπτώσεις της οικονομικής ύφεσης και της αύξησης των τιμών (φόρων) του πετρελαίου θέρμανσης που εκτίναξε την τιμή του το 2012 κατά 25%. Μια αξιοσημείωτη τάση είναι ότι το 23% σε πολυκατοικίες ανέφεραν την απενεργοποίηση της κεντρικής θέρμανσης, λόγω του ότι κάποιοι ένοικοι δεν μπορούν να αντέξουν το οικονομικό βάρος για την αγορά πετρελαίου. Παρόμοια απόφαση έχουν πάρει μόνο το 9% του δείγματος σε μονοκατοικίες. Παρόλα αυτά, το πετρέλαιο θέρμανσης παραμένει το πιο δημοφιλές καύσιμο για την κεντρική θέρμανση των κατοικιών, το οποίο χρησιμοποιούσαν περίπου το 91% αλλά έχει πρόσφατα μειωθεί σε περίπου 67% των μονοκατοικιών, ενώ στις πολυκατοικίες η αλλαγή είναι ακόμη πιο προφανής, αφού από το 90% που χρησιμοποιούσαν πετρέλαιο για θέρμανση συνεχίζει μόνο το 44% (**Σχήμα 7**).



Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την «Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά» από την οποία προκύπτει ότι το πετρέλαιο είναι το καύσιμο που χρησιμοποιείται περισσότερο (64%) για το κύριο σύστημα θέρμανσης των κατοικιών, ενώ η χρήση του φυσικού αερίου παραμένει σε χαμηλά επίπεδα (9%).



Σχήμα 9. Συχνότητα χρήσης συστημάτων κεντρικής θέρμανσης (ΚΘ) και τοπικής θέρμανσης (ΤΘ) σε κατοικίες προγενέστερα (με διαγράμμιση) και πρόσφατα (χωρίς διαγράμμιση).



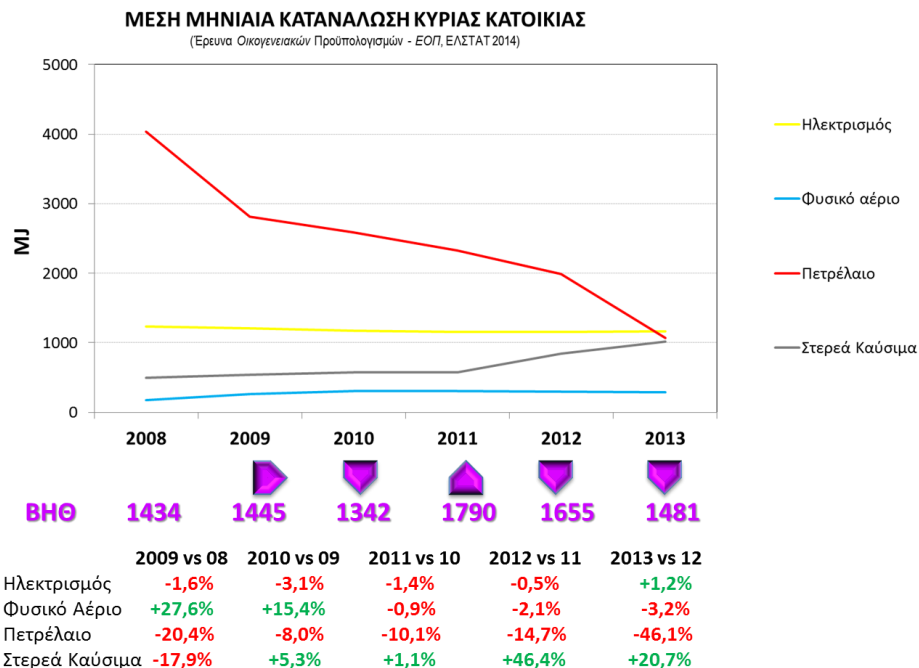
Για την αντιμετώπιση των βασικών αναγκών θέρμανσης, χρησιμοποιείται πλέον ευρέως ένας συνδυασμός τοπικών συστημάτων θέρμανσης. Τα ανοικτά τζάκια και η χρήση κλιματιστικών αναδεικνύονται ως τα πιο συνηθισμένα «εναλλακτικά» συστήματα θέρμανσης. Τα ανοικτά τζάκια αποτελούν «βασικό εξοπλισμό θέρμανσης» ιδιαίτερα στις παλιές μονοκατοικίες (30%) για να καλύψουν τις βασικές ανάγκες θέρμανσης. Η χρήση τους σε πολυκατοικίες είναι περιορισμένη (15%) αφού η εγκατάστασή τους με σκοπό την περιοδική χρήση (περισσότερο για «αναψυχή») άρχισε να γίνεται στις νεότερες κατασκευές.

Οι τοπικές αντλίες θερμότητας (απλά κλιματιστικά) έχουν αρχίσει να καλύπτουν και τις ανάγκες θέρμανσης (13% σε μονοκατοικίες και 19% σε πολυκατοικίες), ενώ νεότερες μονάδες με μετατροπέα (inverter) χρησιμοποιούνται στο 15% σε μονοκατοικίες και 26% σε πολυκατοικίες. Άλλες ηλεκτρικές συσκευές που επιλέγονται για να καλύψουν βασικές ανάγκες θέρμανσης είναι τα αερόθερμα και τα ηλεκτρικά καλοριφέρ.



Γενικά, τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την «Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά» από την οποία προκύπτει ότι τρία στα δέκα νοικοκυριά χρησιμοποιούν εκτός του κύριου συστήματος θέρμανσης και κάποιο συμπληρωματικό σύστημα, το οποίο είναι, κυρίως, το τζάκι (32% των νοικοκυριών), κλιματιστικά (28%) και φορητές ηλεκτρικές συσκευές (26%).

Στο **Σχήμα 10** αποτυπώνεται αναλυτικά η εντυπωσιακή μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου και η αύξηση της κατανάλωσης στερεών καυσίμων (καυσόξυλων) τα τελευταία χρόνια με τις γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως το πρόβλημα της αιθαλομίχλης στις περισσότερες πόλεις της Ελλάδας.



Σχήμα 10. Μέση μηνιαία κατανάλωση κατοικιών ανά καύσιμο και ετήσια μεταβολή σε σχέση με τις βαθμοήμερες θέρμανσης.

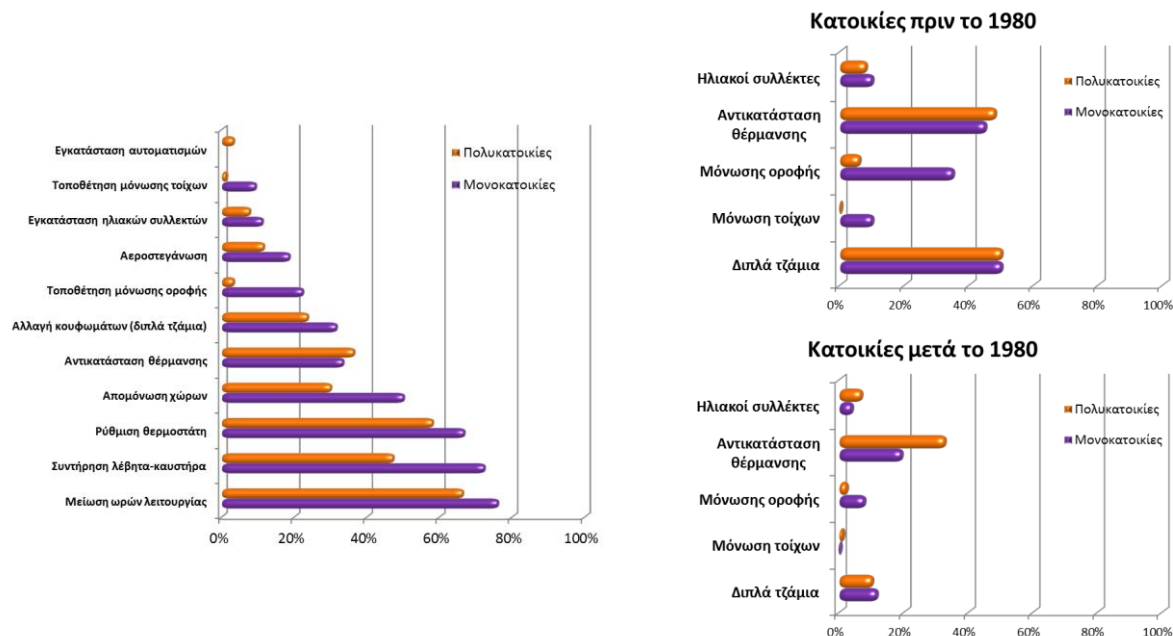


Όπως είναι αναμενόμενο, η μείωση των ωρών λειτουργίας και της εσωτερικής θερμοκρασίας (αν υπάρχει αυτονομία) είναι από τις πλέον συνηθισμένες και πρακτικές λύσεις για την μείωση της κατανάλωσης για θέρμανση (**Σχήμα 11**). Η ετήσια συντήρηση του λέβητα-καυστήρα, αν και απαιτείται από τον νόμο, εφαρμόζεται κυρίως σε μονοκατοικίες και σε λιγότερο από τις μισές πολυκατοικίες του δείγματος.



Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τις βασικές διαπιστώσεις της ΕΛΣΤΑΤ από την «Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά» από την οποία προκύπτει ότι 51% πραγματοποιεί τακτικά συντήρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και 28% ρυθμίζει τον θερμοστάτη σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Μεταξύ των πιο συνηθισμένων δράσεων είναι η αντικατάσταση των κουφωμάτων από μονά σε διπλά τζάμια, αφού είναι η ευκολότερη ανακαίνιση που μπορεί να γίνει στο κέλυφος του κτιρίου, μειώνοντας όχι μόνο τις απώλειες θερμότητας, αλλά επίσης βελτιώνοντας την ηχομόνωση, την ασφάλεια, και την αισθητική του χώρου. Η αντικατάσταση παλαιών ή χαμηλών αποδόσεων μονάδων παραγωγής θερμότητας αποτελεί επίσης μια δημοφιλή επέμβαση, ιδιαίτερα σε παλαιά κτίρια. Η προσθήκη θερμομόνωσης στο κέλυφος δεν είναι διαδεδομένη λόγω του υψηλού αρχικού κόστους. Η θερμομόνωση της οροφής είναι πιο εύκολη και δημοφιλής σε μονοκατοικίες, αλλά δεν συνηθίζεται σε πολυκατοικίες δεδομένου ότι είναι αποτελεσματική μόνο για τα διαμερίσματα του τελευταίου ορόφου και συνεπώς δεν επιτυγχάνεται συναίνεση μεταξύ των ιδιοκτητών. Ως καύσιμο επιλογής για τη μείωση του λειτουργικού κόστους είναι η στροφή προς το φυσικό αέριο για την κεντρική θέρμανση, όπως παρατηρείται στο 13% στις μονοκατοικίες και 18% στις πολυκατοικίες του δείγματος. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η αλλαγή προς την κεντρική θέρμανση με αντλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών, ιδιαίτερα στις μονοκατοικίες.



Σχήμα 11. Συνήθισμένες επεμβάσεις σε ελληνικές κατοικίες (αριστερά) και αντίστοιχα σε κατοικίες πριν και μετά το 1980 (δεξιά).

Για την καλύτερη εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τους υπολογισμούς, όπως ήδη παρουσιάστηκε, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εμπειρικοί διορθωτικοί συντελεστές του Πίνακα 1. Εναλλακτικά, από την ανάλυση των διαθέσιμων πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν από την έρευνα πεδίου, μπορούν να εξαχθούν εξειδικευμένοι διορθωτικοί συντελεστές για τον προσδιορισμό των πραγματικών συνθηκών θέρμανσης στις κατοικίες. Με δεδομένο τον σχετικά μικρό αριθμό πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν, τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά. Προσφέρουν όμως μια καλύτερη διακριτοποίηση σε σχέση με την κατανομή των επιμέρους συνθηκών λειτουργίας, όπως οι ώρες λειτουργίας, η εσωτερική θερμοκρασία και η θερμαινόμενη επιφάνεια. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας πεδίου και τα αντίστοιχα διαθέσιμα στοιχεία από εθνικές έρευνες της ΕΛΣΤΑΤ, επιτρέποντας μια εκτίμηση της αντιπροσωπευτικότητας των δεδομένων.

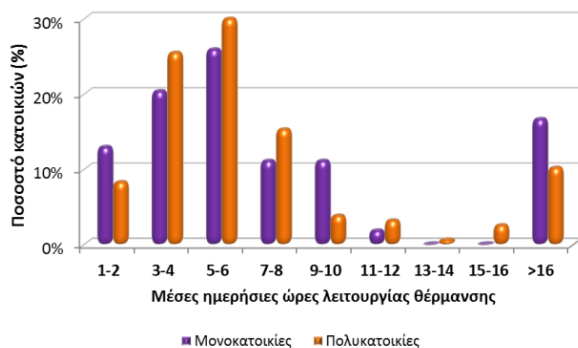


Η πιο αξιοσημείωτη διαφοροποίηση από τις τυπικές συνθήκες λειτουργίας που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς είναι οι πραγματικές ώρες λειτουργίας της θέρμανσης και η θερμαινόμενη επιφάνεια της κατοικίας. Υπενθυμίζεται ότι οι υπολογισμοί σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ γίνονται για συνεχή λειτουργία θέρμανσης (18 ώρες ημερησίως), σταθερή περίοδο θέρμανσης ανάλογα την κλιματική ζώνη, εσωτερική θερμοκρασία σταθερή στους 20°C, καλύπτοντας το σύνολο της θερμαινόμενης επιφάνειας της κατοικίας.

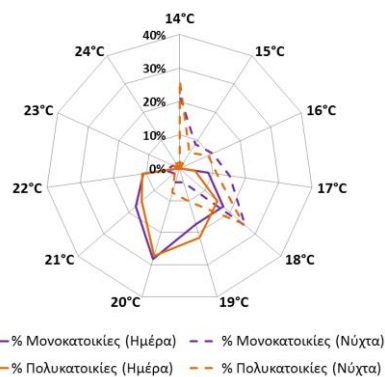
Στο **Σχήμα 12** παρουσιάζεται η κατανομή του τυπικού ημερήσιου χρόνου λειτουργίας της θέρμανσης, χρησιμοποιώντας κεντρικά ή τοπικά συστήματα. Πάνω από το 70% σε μονοκατοικίες και περίπου 80% σε πολυκατοικίες χρησιμοποιεί θέρμανση για λιγότερο από 8 ώρες ημερησίως, ενώ αντίστοιχα μόνο το 17% και 10% έχει συνεχή λειτουργία που προσομοιάζει το τυπικό ωράριο λειτουργίας σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Η μέση σταθμισμένη θερμοκρασία ρυθμίζεται στους 19,6°C (ημέρα) και 17,0°C (νύχτα) στις μονοκατοικίες και 19,6°C (ημέρα) και 16,9°C (νύχτα) στις πολυκατοικίες, αντίστοιχα. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια καταγράφεται μια έντονη τάση κατά την οποία οι χρήστες σταματούν τη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης (~9% σε μονοκατοικίες και ~24% σε πολυκατοικίες).



Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την «Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά» σύμφωνα με τα οποία η λειτουργία θέρμανσης για λιγότερο από 8 ώρες είναι 71% σε μονοκατοικίες και 82% σε πολυκατοικίες, ενώ συνεχή λειτουργία έχει μόνο το 11% και 8%, αντίστοιχα. Περίπου 31% των νοικοκυριών έχουν κλείσει την κεντρική θέρμανση της κατοικίας.

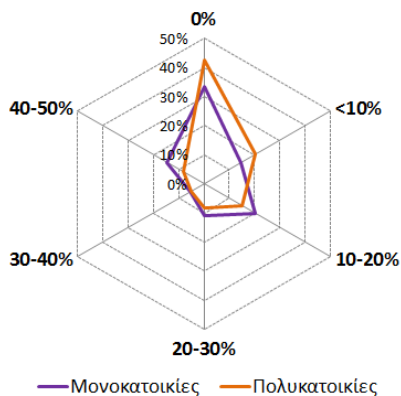


Ωρες λειτουργίας της θέρμανσης

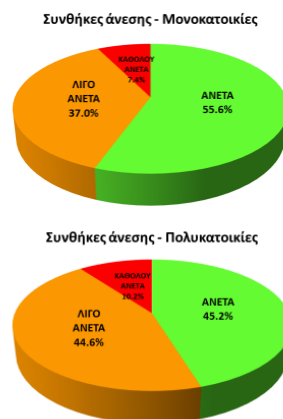


Ρύθμιση επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας

Ποσοστό απομονωμένων χώρων



Θερμαινόμενη επιφάνεια



Επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης

Σχήμα 12. Κατανομή των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας κατοικιών.

Η ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας, όπου αυτό είναι εφικτό (περίπου 87% σε μονοκατοικίες και 66% σε πολυκατοικίες του δείγματος, διαθέτουν θερμοστάτη) είναι μια άμεση παρέμβαση των χρηστών για να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος θέρμανσης, ιδιαίτερα τη νύχτα.



Οι διαφοροποιήσεις στην θερμαινόμενη επιφάνεια της κατοικίας επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των ΔΕΚΕ, αφού χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς των φορτίων και στην κανονικοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Μόνο το 33% σε μονοκατοικίες και 43% σε πολυκατοικίες, θερμαίνουν όλη την κατοικία τους (Σχήμα 12) που προσομοιάζει τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια στην οποία βασίζονται οι υπολογισμοί σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, οι ένοικοι συνηθίζουν να απομονώνουν χώρους (δωμάτια) της κατοικίας τους έτσι ώστε να μην θερμαίνονται όταν δεν χρησιμοποιούνται, για μείωση του κόστους θέρμανσης.

Στα διαμερίσματα το ποσοστό είναι σχετικά μεγαλύτερο δεδομένου ότι στις περισσότερες περιπτώσεις λειτουργούν κεντρικές θερμάνσεις με απλή ωρομέτρηση ή χωρίς αυτονομία που αποθαρρύνουν την ουσιαστική μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Η σημαντική μείωση του χρόνου λειτουργίας της θέρμανσης, σε συνδυασμό με όλες τις άλλες αλλαγές στην συμπεριφορά και τη χρήση των εγκαταστάσεων θέρμανσης, έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της θερμικής άνεσης. Περίπου 44% των ενοίκων σε μονοκατοικίες και 55% σε πολυκατοικίες είναι δυσαρεστημένοι με τις επικρατούσες συνθήκες

θερμικής άνεσης. Αυτή είναι επίσης μια σημαντική διαφοροποίηση από τους υπολογισμούς που, όπως είναι αναμενόμενο, γίνονται με τη βασική παραδοχή ότι οι συνθήκες διασφαλίζουν την ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος και συνεπώς της θερμικής άνεσης.



Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ από την «Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών», μόνο το 7% σε μονοκατοικίες και 17% σε πολυκατοικίες, θερμαίνουν όλη την κατοικία τους. Τα ποσοστά δυσaréσκειας για την ανεπαρκή θέρμανση της κατοικίας ήταν 17% το 2007 και 27% το 2012.

Από την ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν προκύπτει μια σειρά από συντελεστές (**Πίνακας 3**) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κανονικοποίηση των επιμέρους παραμέτρων σε σχέση με τις αντίστοιχες παραδοχές των υπολογισμών. Οι συντελεστές υπολογίζονται σε σχέση με την ποσοστιαία κατανομή στα αντίστοιχα διαστήματα (**Σχήμα 12**), ως μέσες σταθμισμένες τιμές.



Ο πληθυσμός των διαθέσιμων δεδομένων δεν κρίνεται ικανοποιητικός σε ορισμένες περιπτώσεις (ανά κλιματική ζώνη και περίοδο κατασκευής) και συνεπώς τα αποτελέσματα θεωρούνται ενδεικτικά και η ανάλυση έγινε κυρίως με την ομαδοποίηση των δεδομένων σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, για τις περιόδους κατασκευής προ- και μετά-1980. Η ανάλυση βασίστηκε σε δεδομένα κυρίως από την κλιματική ζώνη Β

Ώρες λειτουργίας (τιμές σε ώρες):

$$f_3^* \left(\frac{\text{Πραγματική}}{18} \right)$$

Εσωτερική θερμοκρασία (τιμές σε °C):

$$f_3^{**} \left(\frac{\text{Πραγματική}}{20} \right)$$

Θερμαινόμενη επιφάνεια (τιμές σε m²):

$$f_3^{***} \left(\frac{\text{Πραγματική}}{\text{Θεωρητική}} \right)$$

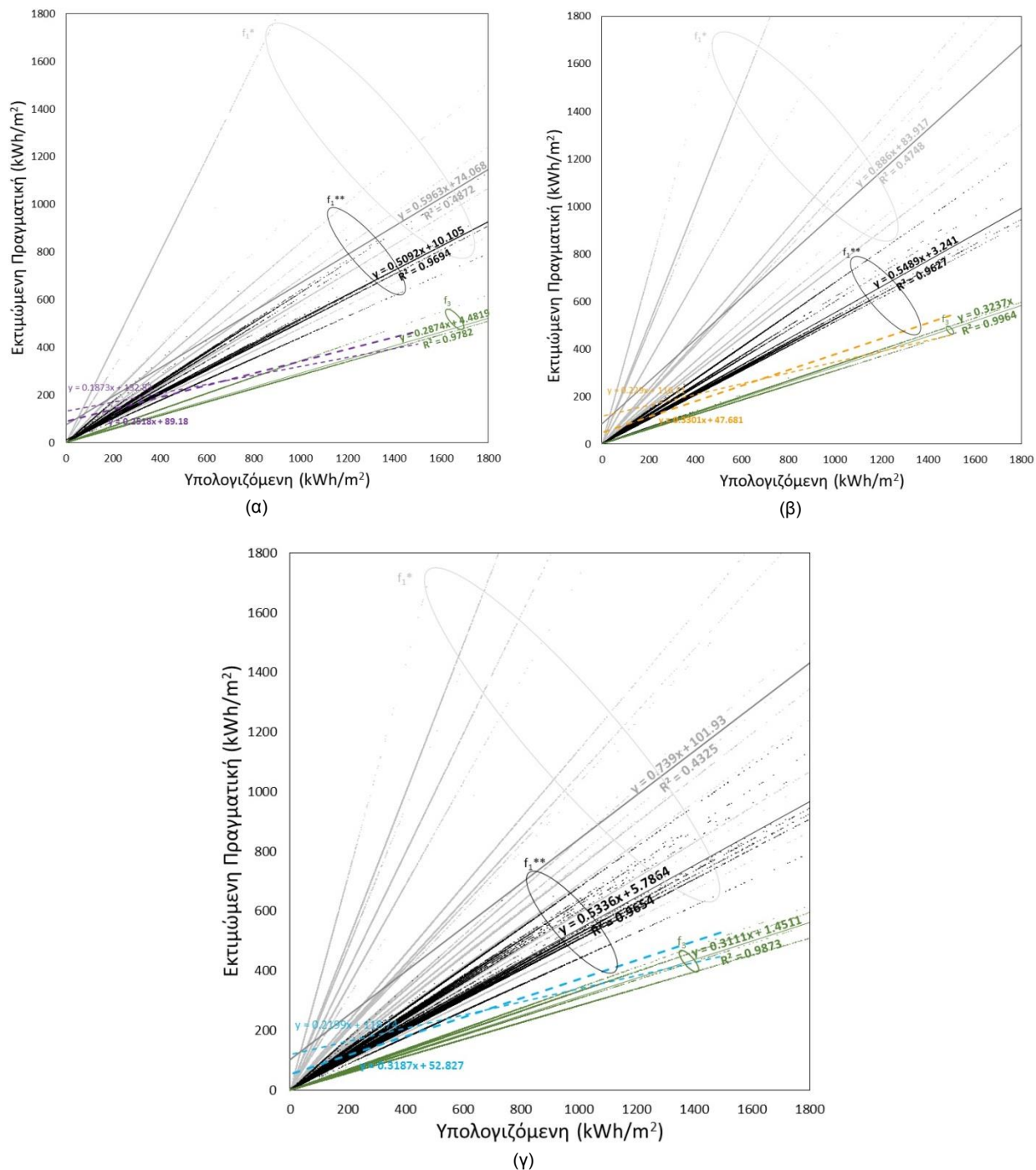
Πίνακας 3. Εμπειρικοί συντελεστές για την κανονικοποίηση διαφόρων παραδοχών των υπολογισμών με το TEE-KENAK σε σχέση με τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Περίοδος Ανέγερσης	Μονοκατοικίες			Πολυκατοικίες		
	f_3^*	f_3^{**}	f_3^{***}	f_3^*	f_3^{**}	f_3^{***}
προ1980	0,35	0,92	0,87	0,40	0,92	0,90
μετά1980	0,46	0,90	0,83	0,38	0,91	0,89
Όλες οι κατοικίες	0,41	0,91	0,85	0,39	0,92	0,89

4.4 Συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων

Η ανάλυση ολοκληρώνεται με μια σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις δυο προσεγγίσεις, δηλαδή της υπολογιζόμενης και πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας από τα ΠΕΑ (ενότητα 4.1) και των διορθωτικών συντελεστών που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου (ενότητα 4.3) για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στο **Σχήμα 13** για α) μονοκατοικίες, β) πολυκατοικίες και γ) κατοικίες (όλα τα δεδομένα μαζί). Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της υπολογιζόμενης πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας από τα 460.000 έγκυρα ΠΕΑ εφαρμόζοντας τους ανωτέρω διορθωτικούς εμπειρικούς συντελεστές (f_1^* & f_1^{**}) και (f_3), για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης. Για να διευκολυνθεί η σύγκριση με τις συσχετίσεις που προέκυψαν από την ανάλυση των ΠΕΑ (ενότητα 4.1) στα σχήματα συμπεριλαμβάνονται οι δυο γραμμικές παλινδρομήσεις, μια με βάση τα ανεπεξέργαστα δεδομένα των ΠΕΑ και η άλλη με τα επεξεργασμένα (όπως προέκυψαν από το Σχήμα 4). Η εκτιμώμενη πραγματική κατανάλωση χρησιμοποιώντας τους εμπειρικούς συντελεστές (f_1) από την ανάλυση των ΠΕΑ (ενότητα 4.1) εμφανίζεται με γκρι σημεία για τα ανεπεξέργαστα δεδομένα (με τους συντελεστές f_1^*) και με μαύρα σημεία για τα επεξεργασμένα δεδομένα με τους συντελεστές f_1^{**}). Με τους αντίστοιχους χρωματικούς προσδιορισμούς εμφανίζονται και οι δυο προκύπτουσες εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης. Επίσης περιλαμβάνονται

και τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τους διορθωτικούς εμπειρικούς συντελεστές (f_3) από την έρευνα πεδίου.



Σχήμα 13. Συγκριτική παρουσίαση της υπολογιζόμενης και της εκτιμώμενης πραγματικής ετήσιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m^2) ελληνικών α) μονοκατοικιών, β) πολυκατοικιών, γ) κατοικιών. Με λεπτή διακεκομμένη γραμμή παρουσιάζεται η γραμμική παλινδρόμηση που προέκυψε από τα ανεπεξέργαστα δεδομένα των ΠΕΑ και με έντονη διακεκομμένη γραμμή η συσχέτιση που προέκυψε από την ανάλυση των επεξεργασμένων δεδομένων. Οι μαθηματικές εξισώσεις αποδίδουν το απλό μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης για την εκτίμηση της πραγματικής κατανάλωσης που προέκυψε από την υπολογιζόμενη με τους διορθωτικούς συντελεστές από την ανάλυση των ΠΕΑ (f_1^* και f_1^{**}) και από την έρευνα πεδίου (f_3).

Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δυο προσεγγίσεων, αναδεικνύεται η βασική ιδέα της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε για την καλύτερη εκτίμηση της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας.

Τα δεδομένα από τα ΠΕΑ περιλαμβάνουν πραγματικές καταναλώσεις μιας σχετικά μεγάλης περιόδου με καταναλώσεις που αντιστοιχούν σε χρονικές περιόδους ακόμη και προγενέστερες από το 2010. Τα ανεπεξέργαστα δεδομένα με τις πραγματικές καταναλώσεις από τα ΠΕΑ παρουσιάζουν μια μετατόπιση προς υψηλότερες τιμές. Τα επεξεργασμένα δεδομένα με τις πραγματικές καταναλώσεις από τα ΠΕΑ παρουσιάζουν μια πιο ρεαλιστική συμπεριφορά.



Τα αποτελέσματα από τις προβλέψεις που έγιναν με τους διορθωτικούς εμπειρικούς συντελεστές από την έρευνα πεδίου είναι πιο συντηρητικά. Ουσιαστικά αντικατοπτρίζουν τις πρόσφατες αντιδράσεις των χρηστών με την δραματική μείωση των ωρών λειτουργίας της θέρμανσης, ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας και περιορισμό της θερμαινόμενης επιφάνειας.

Οι ανωτέρω περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθούν ότι καθορίζουν τα ακραία όρια για τη διακύμανση της πραγματικής κατανάλωσης σύμφωνα με τις διαφορετικές εκτιμήσεις της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας. Η πιο συντηρητική προσέγγιση (με το f_3) μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κατώτερο όριο, ενώ η πιο χαλαρή προσέγγιση (με το f_1^*) μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανώτερο όριο της πιθανής διακύμανσης.



Απαιτείται προσοχή στη διόρθωση των στοιχείων για τις πραγματικές καταναλώσεις που εισάγονται στα ΠΕΑ και στον υπολογισμό της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας στα ΠΕΑ. Ο έλεγχος και η διόρθωση των τιμών θα μπορούσε να γίνει αν είχε δοθεί, όπως είχε ζητηθεί, πρόσβαση στα πρωτογενή δεδομένα των ΠΕΑ.

5 Μοντέλο Κτιριακού Αποθέματος

Η τυπολογία TABULA χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία ενός μοντέλου κτιριακού αποθέματος, μέσω του οποίου μελετήθηκαν σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα για την επίτευξη των εθνικών στόχων του 2015, 2020 και 2030. Για τις ανάγκες της ανάλυσης σεναρίων προς την επίτευξη των μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων εθνικών στόχων το μοντέλο που υιοθετήθηκε περιλαμβάνει 24 τύπους κτιρίων που προέκυψαν από την ταξινόμηση του κτιριακού αποθέματος σε ισάριθμους τύπους με βάση το μέγεθος (μονοκατοικίες-πολυκατοικίες), την περίοδο ανέγερσης (πριν το 1980, 1981-2010, 2011-...) και την κλιματική ζώνη (Α, Β, Γ, Δ κατά ΚΕΝΑΚ). Η επιλογή των παραμέτρων ταξινόμησης επιτρέπει την ομαδοποίηση κτιρίων με ενεργειακά χαρακτηριστικά που εμπίπτουν στη σχετική νομοθεσία που ήταν σε ισχύ κατά την περίοδο ανέγερσής τους: πριν το 1980 δεν υπήρχε κανονισμός θερμομόνωσης, 1981-2010 εφαρμογή του πρώτου Κανονισμού θερμομόνωσης (ΚΘΚ) και μετά το 2011 εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) για τα νέα κτίρια.

Επιπρόσθετα, έχουν ληφθεί υπόψη διαφορετικά επίπεδα που αντιπροσωπεύουν διάφορους βαθμούς ανακαίνισης των κτιρίων κάθε τύπου, τόσο σε ότι αφορά στο κέλυφος, όσο και στα συστήματα. Συγκεκριμένα: για το κέλυφος η διακριτοποίηση περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα που αντιστοιχούν σε ισάριθμες κατηγορίες με βάση το βαθμό θερμομόνωσης:

Επίπεδο '0'	Χωρίς μόνωση
Επίπεδο '1'	Μόνωση κατά ΚΘΚ
Επίπεδο '2'	Μόνωση κατά ΚΕΝΑΚ <i>(Λεπτομέρειες στην παράγραφο 5.1.1)</i>
Επίπεδο '3'	Μόνωση κατά ΚΕΝΑΚ+ <i>(Υποθετική προσέγγιση του επιπέδου NZEB. Λεπτομέρειες στην παράγραφο 5.3)</i> <i>Μέχρι τα μέσα του 2015, οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα Ελληνικά κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (NZEB) δεν έχουν επίσημα καθοριστεί.</i>

Όμοια, τα συστήματα θέρμανσης χώρων σε κάθε ζώνη και περίοδο ομαδοποιήθηκαν ανά καύσιμο. Ειδικότερα, για τα συστήματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού ταξινομήθηκαν σε τρία επίπεδα με βάση τις υπάρχουσες τεχνολογίες:

Επίπεδο '0'	Συμβατικά συστήματα χαμηλών αποδόσεων <i>(Συμβατικοί λέβητες, παλαιές αντλίες θερμότητας, αερόθερμα, καλοριφέρ λαδιού, σόμπες, τζάκια)</i>
Επίπεδο '1'	Συστήματα που συνηθίζονται στα νέα κτίρια με βάση την παρούσα κατάσταση της αγοράς <i>(Λέβητες συμπίκνωσης, ανλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών)</i>
Επίπεδο '2'	Συστήματα υψηλών αποδόσεων που προβλέπεται ότι θα επικρατήσουν στο μέλλον. <i>(Καυστήρες/λέβητες πετρελαίου ή φυσικού αερίου υψηλών επιδόσεων και αντλίες θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών ή γεωθερμικές αντλίες σε συνδυασμό με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης χώρων).</i>

Στα επίπεδα '1' και '2' τα συστήματα εξετάζονται μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με ηλιακά για κάλυψη 100% των αναγκών για θέρμανση ΖΝΧ και μέρους της θέρμανσης χώρων όπου αυτό είναι εφικτό.

Για τα συστήματα θέρμανσης ΖΝΧ ορίστηκαν τρία επίπεδα με βάση τη συμμετοχή ΑΠΕ στην παραγωγή θερμότητας.

Επίπεδο '0'	Συμβατικά συστήματα <i>(χωρίς ηλιακά ή με 2.5 m² συλλέκτη ανά διαμέρισμα)</i>
Επίπεδο '1'	Κάλυψη 60% των αναγκών για θέρμανση ΖΝΧ από ηλιακά και το υπόλοιπο με συστήματα υψηλής απόδοσης. Για εφεδρικό σύστημα (όπου χρειάζεται) χρησιμοποιείται το κεντρικό σύστημα θέρμανσης χώρων, το οποίο είναι επιπέδου '1'.

Επίπεδο '2' Κάλυψη 100% των αναγκών για θέρμανση ZNX και μέρους της θέρμανσης χώρων, όπου αυτό είναι εφικτό. Για εφεδρικό σύστημα (όπου χρειάζεται) χρησιμοποιείται το κεντρικό σύστημα θέρμανσης χώρων, το οποίο είναι υψηλών επιδόσεων (επιπέδου '2').

Η κατανομή των κτιρίων στα παραπάνω επίπεδα προσδιορίστηκε μετά από στατιστική ανάλυση των δεδομένων που παραχώρησε η ΕΛΣΤΑΤ στο ΕΑΑ και αφορούν στην «Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά». Περισσότερες λεπτομέρειες δίνονται στην παράγραφο 5.1.

Το παραπάνω μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της υφιστάμενης κατάστασης (σενάριο αναφοράς) που αφορά στο έτος 2012 και περιλαμβάνει δείκτες παρακολούθησης (state indicators) όπως:

- Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση χώρων και ZNX (συμπεριλαμβανομένων των απωλειών στα συστήματα διανομής και εκπομπής)
- Συνολικές εκπομπές CO₂
- Τελική κατανάλωση ενέργειας συνολικά και ανά καύσιμο

Οι υπολογισμοί έγιναν με χρήση του λογισμικού TEE-KENAK και προσαρμογή των υπολογισμών με ενσωμάτωση των διορθωτικών συντελεστών που έχουν συζητηθεί στο κεφ.4. Η επιβεβαίωση των εκτιμήσεων του μοντέλου έγινε συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τα επίσημα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας (EUROSTAT) για το 2012. Στη συνέχεια το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για ανάλυση σεναρίων για την περίοδο 2012-2030 και εξετάστηκε κατά πόσο οι εθνικοί στόχοι για τα έτη 2020 και 2030 είναι εφικτοί.

5.1 Δείκτες υπάρχουσας κατάστασης στον οικιακό τομέα (state indicators)

Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχει ανακοινώσει η ΕΛΣΤΑΤ (Νοέμβριος 2014), το κτιριακό απόθεμα του 2012 αποτελείται από 6.352.521 κανονικές κατοικίες με συνολική επιφάνεια 486,298,909 m² (**Πίνακας 4**). Από το σύνολο αυτό μόνο οι 4.122.088 κατοικούνται. Ένα ποσοστό 55% βρίσκεται σε κτίρια μονοκατοικιών/διπλοκατοικιών και το υπόλοιπο βρίσκεται σε πολυκατοικίες. Ο συνολικός αριθμός κτιρίων κατοικίας ανέρχεται σε 2.534.177 κτίρια, 62% των οποίων έχουν έτος ανέγερσης προ του 1980 ενώ τα νέα κτίρια που έχουν ανεγερθεί μετά το 2011 σύμφωνα με τις προδιαγραφές του KENAK είναι μόνο το 0.03% επί του συνόλου.

Πίνακας 4. Βασικά στοιχεία κτιριακού αποθέματος κατοικιών (2012).

	Σύνολο	Παλαιές κατοικίες (...-1980)	Νέες κατοικίες (2011-2012)
	bs _{2012 2012}	bs _{...1980 2012}	bs _{2011-2012 2012}
Αριθμός κτιρίων	2.534.177	1.566.309	717
Αριθμός κατοικιών	6.352.521	3.528.150	2.013
Συνολική επιφάνεια [m ²]	486.298.909	208.283.396	237.589
Αριθμός κατοικημένων κατοικιών	4.122.088	2.266.156	
Συνολική επιφ. κατοικημένων [m ²]	399.619.569	174.750.145	
Πηγές	ΕΛΣΤΑΤ: Απογραφή 2011 και Στατιστική Οικοδομικής Δραστηριότητας		

Το 2011-2012 η ΕΛΣΤΑΤ διεξήγε την πανελλήνια «Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά» κατά την οποία συλλέχθηκαν στοιχεία από 3553 νοικοκυριά. Στους **Πίνακες 5 και 6** συνοψίζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των πρωτογενών στοιχείων της έρευνας, που παραχώρησε η ΕΛΣΤΑΤ στο ΕΑΑ. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται αφορούν στο κτιριακό απόθεμα του 2012 και σε υποομάδες του (μονοκατοικίες/πολυκατοικίες) τόσο για το σύνολο των κατοικιών του δείγματος, όσο και

για εκείνες που έχουν ανεγερθεί πριν το 1980, οι οποίες αποτελούν τα παλαιά κτίρια όπου εμφανίζεται το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας.

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά **κελύφους** κατοικιών στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος 2012 (BS₂₀₁₂). Τα ποσοστά αναφέρονται σε αριθμό κατοικιών (Δεδομένα ΕΛΣΤΑΤ, έρευνα «Κατανάλωση Ενέργειας στα Νοικοκυριά» - ανάλυση ΕΑΑ).

Επίπεδα μόνωσης κελύφους		Κτιριακό απόθεμα		Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
		Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980
Τοίχοι							
Επίπεδο 0	Χωρίς μόνωση	66.00%	90.05%	71.15%	90.56%	61.27%	89.58%
Επίπεδο 1	Μόνωση (κατά ΚΘΚ)	34.00%	9.95%	28.85%	9.44%	38.73%	10.42%
Επίπεδο 2	Μόνωση (κατά ΚΕΝΑΚ)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Επίπεδο 3	Μόνωση (κατά NZEB)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Στέγες / Δώματα							
Επίπεδο 0	Χωρίς μόνωση	64.80%	77.63%	68,57%	80.00%	52,21%	67.02%
Επίπεδο 1	Μόνωση (κατά ΚΘΚ)	35.20%	22.37%	31.43%	20.00%	47.79%	32.98%
Επίπεδο 2	Μόνωση (κατά ΚΕΝΑΚ)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Επίπεδο 3	Μόνωση (κατά NZEB)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Δάπεδα							
Επίπεδο 0	Χωρίς μόνωση	98.04%	99.55%	99.20%	99.67%	95.91%	99.29%
Επίπεδο 1	Μόνωση (κατά ΚΘΚ)	1.96%	0.45%	0.80%	0.33%	4.09%	0.71%
Επίπεδο 2	Μόνωση (κατά ΚΕΝΑΚ)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Επίπεδο 3	Μόνωση (κατά NZEB)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Παράθυρα							
Επίπεδο 0	Μονά τζάμια	52.92%	66.73%	58.92%	70.27%	47.40%	62.93%
Επίπεδο 1	Διπλά τζάμια (κατά ΚΘΚ)	47.08%	33.27%	41.08%	29.73%	52.60%	37.07%
Επίπεδο 2	Διπλά τζάμια (κατά ΚΕΝΑΚ)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Επίπεδο 3	Διπλά τζάμια (κατά NZEB)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Πίνακας 6α. Χαρακτηριστικά **συστημάτων θέρμανσης χώρων** κατοικιών στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος 2012 (BS₂₀₁₂). Τα ποσοστά αναφέρονται σε αριθμό κατοικιών (Δεδομένα ΕΛΣΤΑΤ, έρευνα «Κατανάλωση Ενέργειας στα Νοικοκυριά» - ανάλυση ΕΑΑ).

Θέρμανση χώρων	Σύνολο		Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
	Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980
Θερμαίνονται	98.94%	98.88%	98.77%	98.92%	99.09%	98.84%
Δεν θερμαίνονται	1.06%	1.12	1.23%	1.78%	0.91%	1.16%
Κεντρική θέρμανση	46.48%	41.08%	28.55%	25.34%	62.93%	58.10%
Τοπική θέρμανση	52.80%	58.26%	71.07%	74.11%	36.04%	41.12%
Τηλεθέρμανση	0.72%	0.66%	0.38%	0.55%	1.03%	0.78%

Καύσιμα							
Πετρέλαιο		62.41%	57.64%	56,86%	51.96%	67.51%	63.79%
Φυσικό αέριο		7.61%	8.02%	1.37%	1.73%	13.33%	14.82%
Ηλεκτρισμός		11.66%	13.30%	10.29%	11.53%	12.93%	15.20%
Καυσόξυλα		15.33%	17.50%	28.24%	31.06%	3.49%	2.85%
Τηλεθέρμανση		0.72%	0.66%	0.37%	0.55%	1.03%	0.78%
Άλλο (κάρβουνο, υγραέριο, κηροζίνη)		2.27%	2.88%	2.87%	3.17%	1.72%	2.56%
Συστ. παραγωγής θερμότητας							
Καυστήρες/λέβητες (όλα τα καύσιμα)		68.82%	62.95%	55.76%	49.08%	80.38%	77.48%
Επίπεδο 0	Συμβατικοί λέβητες άνω των 10 ετών)	59.16%	63.12%	57.26%	61.12%	60,37%	64.54%
Επίπεδο 1	Λέβητες συμπύκνωσης υψηλής θερμ/σίας; ή συμβατικοί <10 ετών	40.84%	36.88%	42.74%	38.88%	39,63%	35.46%
Επίπεδο 2	Λέβητες συμπύκνωσης χαμηλής θερμ/σίας	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Αντλίες θερμότητας		5.28%	5.92%	4.57%	4.63%	5.92%	7.27%
Επίπεδο 0	Split units, παλαιές αντλίες άνω των 10 ετών	21.89%	24.58%	18.84%	22.29%	24.00%	25.71%
Επίπεδο 1	Split units, Αντλίες υψηλής θερμ/σίας ή συμβατικές <10 ετών	78.11%	75.42%	81.16%	77.08%	76.00%	74.29%
Επίπεδο 2	Αντλίες χαμηλής θερμ/σίας, γεωθερμικές αντλίες	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Φορητά ηλεκτρικά συστήματα		6.81%	8.00%	6.29%	7.62%	7.26%	8.38%
Τζάκια		14.29%	16.72%	26.95%	30.18%	3.05%	2.63%
Σόμπες		4.07%	5.72%	6.03%	7.91%	2.34%	3.43%
Άλλο		0.73%	0.69%	0.40%	0.58%	1.05%	0.81%

Πίνακας 6β. Χαρακτηριστικά **συστημάτων θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης** κατοικιών στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος 2012 (BS₂₀₁₂). Τα ποσοστά αναφέρονται σε αριθμό κατοικιών (Δεδομένα ΕΛΣΤΑΤ, έρευνα «Κατανάλωση Ενέργειας στα Νοικοκυριά» - ανάλυση ΕΑΑ).

Θέρμανση ΖΝΧ	Σύνολο		Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
	Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980	Σύνολο	..1980
Καύσιμα						
Πετρέλαιο	30.07%	20.95%	39.15%	30.73%	22.18%	11.36%
Φυσικό αέριο	4.18%	4.05%	1.42%	1.76%	6.57%	6.30%
Ηλεκτρισμός	62.53%	72.26%	53.91%	62.72%	70.02%	81.60%
Άλλο (συμπεριλ. η τηλεθέρμανση)	3.22%	2.74%	5.52%	4.79%	1.23%	0.74%
Συστήματα παραγωγής θερμότητας						

Κεντρικά συστήματα (όλα τα καύσιμα) χωρίς ηλιακά	14.05%	11.20%	17.32%	15.64%	11.12%	6.60%
Ανεξάρτητα συστήματα	48.04%	58.16%	39.43%	47.49%	55.70%	69.26%
<i>Ανεξάρτητοι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες</i>	95.75%	96.10%	99.02%	99.00%	93.69%	94.03%
<i>Θερμοσίφωνες φυσικού αερίου</i>	3.23%	3.24%	0.49%	0.40%	4.96%	5.26%
<i>Τηλεθέρμανση</i>	1.01%	0.66%	0.49%	0.60%	1.34%	0.71%
Ηλιακοί συλλέκτες	37.92%	30.63%	43.25%	36.87%	33.18%	24.14%
<i>Ανεξάρτητοι</i>	69.48%	73.50%	63.23%	67.10%	76.74%	83.67%
<i>Σύνδεση με το κεντρ. σύστημα θερμ/σης</i>	30.52%	26.50%	36.77%	32.90%	23.26%	16.33%

Με βάση τις συχνότητες εμφάνισης διαφόρων τύπων κατασκευής κελύφους και εγκατεστημένων συστημάτων θέρμανσης που προσδιορίζονται από την παραπάνω ανάλυση, καθορίστηκαν νέα τυπικά κτίρια για την τυπολογία TABULA, ώστε να περιγράφεται αντιπροσωπευτικά το κτιριακό απόθεμα μέχρι το 2010 για το έτος 2012 (BS...2010|2012). Στον Πίνακα 7 δίνεται το ισοζύγιο κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα από τα επίσημα στοιχεία της EUROSTAT.

Πίνακας 7. Ισοζύγιο τελικής κατανάλωσης ενέργειας (μετρήσεις, ΚΤΙΠ/έτος).

	Σύνολο οικιακού τομέα 2012		
	Όλες οι τελικές χρήσεις (περιλ. ενέργεια από ηλιακά)	Όλες οι τελικές χρήσεις (χωρίς ενέργεια από ηλιακά)	Μόνο θέρμανση χώρων & ZNX-(χωρίς ενέργεια από ηλιακά)
Τηλεθέρμανση	45	45	45
Φυσικό Αέριο	310	310	310
Πετρέλαιο	1914	1914	1914
Καυσόξυλα	909	909	909
Ηλεκτρισμός	1639	1639	203 ^(*)
Ηλιακά	225	--	--
Σύνολο	5042	4817	3381
	Σημ: (*) θεωρήθηκε ότι η θέρμανση χώρων και ZNX αποτελούν το 12.4% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα		
Πηγές	EUROSTAT Balance Sheets, 2011 (ed,2013)		

5.1.1 Χαρακτηριστικά νέων κτιρίων κατοικίας

Στην περίπτωση των κτιρίων της πρόσφατης περιόδου μετά την εφαρμογή του KENAK δεν υπάρχουν ακόμα στατιστικά στοιχεία. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκαν τρεις εναλλακτικές εκδοχές (α, β, γ) οι οποίες προκύπτουν με συνδυασμό των απαιτήσεων που προβλέπονται στον KENAK για το κτιριακό κέλυφος σε κάθε κλιματική ζώνη με τα τρία επικρατέστερα συστήματα που απαντώνται συχνότερα στις Η/Μ εγκαταστάσεις θέρμανσης των νέων κατοικιών. Συγκεκριμένα:

- Εκδοχή 'α': Συστήματα πετρελαίου,
- Εκδοχή 'β': Ηλεκτρικά συστήματα (αντλίες θερμότητας), και
- Εκδοχή 'γ': Συστήματα φυσικού αερίου. Περιορίζεται μόνο στις κλιματικές ζώνες Β και Γ όπου υπάρχει εκτεταμένο δίκτυο.

Για καθεμία από τις παραπάνω εκδοχές οι τιμές των θερμοφυσικών ιδιοτήτων αλλά και των χαρακτηριστικών των Η/Μ εγκαταστάσεων λαμβάνονται ίσες με τις ελάχιστες απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς.

5.2 Βασικό σενάριο - Αποτελέσματα

Στον **Πίνακα 8** συνοψίζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν με το λογισμικό TEE-KENAK και αφορούν στις εκπομπές CO₂ και την τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ στον οικιακό τομέα για το έτος αναφοράς (2012) και αντιπαραβάλλονται με τα αντίστοιχα επίσημα στοιχεία από τη EUROSTAT [EU 2014.v3].

Πίνακας 8. Συγκριτική παρουσίαση υπολογιζόμενων και επίσημων τιμών [EU 2014.v3] για εκπομπές CO₂ και τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ στον οικιακό τομέα (έτος 2012 - σενάριο αναφοράς)

	EUROSTAT	Μοντέλο κτιριακού αποθέματος (προσαρμοσμένο)			
		f ₁ *	f ₁ **	f ₂	(f ₁ **, f ₂) _{average}
CO ₂ (Mt)	9.4	21.9	11.4	6.3	8.9
Τελική κατανάλωση ενέργειας (ktoe, θέρμανση χώρων & ΖΝΧ)	3,381	8,170	4,534	2,258	3,396

Από τις διαφορές ανάμεσα στις υπολογιζόμενες και τις αντίστοιχες επίσημες (πραγματικές) τιμές προκύπτει ότι οι τελευταίες βρίσκονται ανάμεσα στις υπολογιζόμενες με συντελεστές προσαρμογής f₁* και f₂. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο, αφού, όπως έχει συζητηθεί στην παράγραφο 4, οι τιμές που προκύπτουν από προσαρμογή μέσω των συντελεστών f₁** εκφράζουν ένα μέσο όριο στη γενική τάση της πραγματικής χρήσης ενέργειας, ενώ όταν χρησιμοποιούνται οι συντελεστές προσαρμογής f₁* οι τιμές που προκύπτουν μπορούν να θεωρηθούν ως το ανώτερο όριο που αντικατοπτρίζει την αλλαγή στην ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων όταν η χώρα θα βγαίνει από την περίοδο οικονομικής ύφεσης. Αντίθετα, οι τιμές που προκύπτουν από τη χρήση των συντελεστών f₂ μπορούν να θεωρηθούν ως το κατώτερο όριο, το οποίο αντανάκλα την πρόσφατη αλλαγή στην ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων, που υπό την πίεση των συνθηκών οικονομικής κρίσης στη χώρα, αναγκάζονται να θυσιάσουν τη θερμική άνεση στις κατοικίες τους.

Ο μέσος όρος των υπολογισμών, (f₁**, f₂)_{average}, χρησιμοποιώντας τους συντελεστές προσαρμογής f₁** και f₂, προσεγγίζει καλύτερα τις αντίστοιχες επίσημες τιμές και θεωρείται ως πιο αντιπροσωπευτικός για την παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα αλλά και για τις γενικές τάσεις προς το 2020 και εφεξής, ενόσω διαρκεί η περίοδος οικονομικής ύφεσης στη χώρα.

Στην ανάλυση σεναρίων που ακολουθεί τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αντιστοιχούν στο μέσο όρο των τιμών που υπολογίζονται με χρήση των συντελεστών προσαρμογής f₁* και f₂.

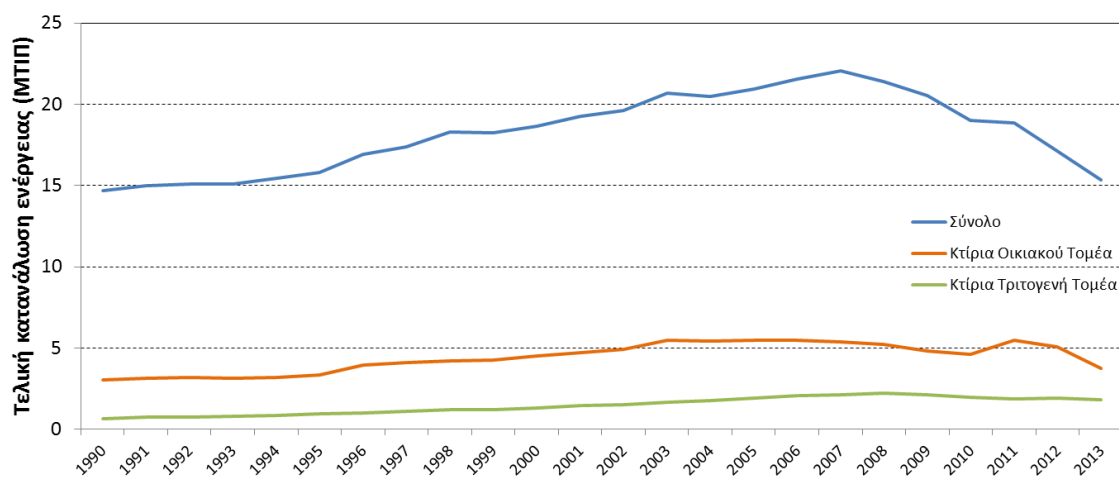
5.3 Εθνικοί στόχοι

Η τελική κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτίρια το 2012 ήταν περίπου 42% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ή 7,3 MTIP (84900 GWh) σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα² δημοσιευμένα στοιχεία την περίοδο της παρούσας πιλοτικής μελέτης, από 20% το 1980, 26% το 1990 και 32% το 2000 (**Σχήμα 14**). Περίπου 5,04 MTIP ή 58615 GWh καταναλώθηκαν στα κτίρια κατοικιών (69%) και 2,23 MTIP ή 25935 GWh στα κτίρια του τριτογενή τομέα (31%), εκτός γεωργικών χρήσεων. Ειδικότερα, τα Ελληνικά κτίρια καταναλώνουν περίπου το 72% (37% ο οικιακός τομέας) της τελικά διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλλουν κατά περίπου 47% στις συνολικές εκπομπές CO₂.

Οι εθνικοί στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας περιγράφονται στον Ν.3855/2010 στα πλαίσια εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2006/32/EK (ΦΕΚ Α, 95, 23-06-2010) και στα εθνικά σχέδια δράσης ενεργειακής απόδοσης αν και μπορεί να υπάρξουν διαφοροποιήσεις με την ενσωμάτωση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2012/27/ΕΕ στην εθνική νομοθεσία.

² Το 2013, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτίρια ήταν 5,6 MTIP ή 37% της συνολικής, από την οποία 3,8 MTIP (25%) για τον οικιακό τομέα και 1,8 MTIP (12%) για τον τριτογενή τομέα.

Το μερίδιο των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα ήταν 15% για το 2013, ενώ ο στόχος για το 2020 είναι 18% (ή 20% σύμφωνα με τον Ν.3851/2010).



Σχήμα 14. Συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα και για τον τομέα των κτιρίων, για την χρονική περίοδο 1990-2013.



α) Εθνικοί στόχοι για το 2020

Σύμφωνα με τους **Ευρωπαϊκούς & εθνικούς στόχους** του 20-20-20, προβλέπεται:

- 20% **μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** με έτος βάσης το 1990, και συγκεκριμένα για την ηλεκτροπαραγωγή & την βαριά βιομηχανία που συμμετέχουν στο Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) της ΕΕ που εφαρμόζεται από το 2013, ο στόχος είναι 21% μείωση σε σχέση με το 2005, ενώ για τους τομείς έξω από το ΣΕΔΕ, όπως είναι ο **οικιακός τομέας**, σύμφωνα με την απόφαση για τον επιμερισμό των προσπαθειών στα κράτη μέλη, στην Ελλάδα η μείωση πρέπει να είναι **4%** σε σχέση με το 2005 (ο συνολικός στόχος είναι μείωση κατά 10% των εκπομπών σε επίπεδο ΕΕ το 2020 σε σύγκριση με το 2005),
- 20% ποσοστό **διείσδυσης των ΑΠΕ** στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ (από 12,5% το 2010 και 15% το 2013) όπου σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τις ΑΠΕ (2009/28/ΕΚ) εξειδικεύεται για την Ελλάδα σε 18% μερίδιο από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και με τον Ν.3851/2010 το ποσοστό προσδιορίστηκε σε 20% (από 6,9% το 2005 και σχεδόν διπλάσιο από το 2010 που ήταν 9,8% , ενώ το 2013 έφτασε το 15%)
- 20% **εξοικονόμηση ενέργειας** ως Ευρωπαϊκός μέσος όρος. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ ως ανώτερο όριο 1474 ΜΤΙΠ (πρωτογενούς) ή 1078 ΜΤΙΠ (τελικής) κατανάλωσης ενέργειας. Με το εθνικό σχέδιο δράσης 2012 στην Ελλάδα προσδιορίστηκε ως ενδεικτικός στόχος 20,5 ΜΤΙΠ για την τελική κατανάλωση ενέργειας και 27,1 ΜΤΙΠ για την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας, οι οποίοι όμως αναπροσαρμόστηκαν όπως αναλύεται στη συνέχεια.

Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, έγινε η παραδοχή ότι ο **στόχος για το 2020** σχετικά με την μείωση των εκπομπών CO₂ θα αντιστοιχεί σε μείωση κατά **20%** των εκπομπών του οικιακού τομέα για το 1990 και προσδιορίζεται σε:

- **Εκπομπές CO₂: 5,1 Mt**





Σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης (**ΕΣΔΕΑ**) για την υλοποίηση των στόχων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης για το 2020 στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2012/27/ΕΕ που υπέβαλε το ΥΠΕΚΑ στην ΕΕ τον Δεκέμβριο του 2014, επικαιροποιήθηκε ο εθνικός στόχος ενεργειακής απόδοσης. Στο ΕΣΔΕΑ 2014 προσδιορίζεται ότι

- Η **συνολική εξοικονόμηση τελικής ενέργειας για το 2012** εκτιμάται σε 8,7 TWh ή 0,75 MTIP (για την περίοδο 2007-2012), εκ της οποίας **0,8 TWh ή 0,07 MTIP στον οικιακό τομέα**, 7,3 TWh ή 0,63 MTIP στις μεταφορές και 0,6 TWh ή 0,06 MTIP στον τριτογενή τομέα, ενώ η **συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας** εκτιμάται σε **11,2 TWh ή 0,96 MTIP**
- Ο νέος **εθνικός στόχος για το 2020** διαμορφώθηκε σε **18,4 MTIP** (214 TWh) **τελική κατανάλωση ενέργειας** και **24,7 MTIP** (287,3 TWh) **πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας**
- Ο νέος **εθνικός στόχος εξοικονόμησης ενέργειας** για την περίοδο **2014-2020** διαμορφώθηκε σωρευτικά σε **~3,33 MTIP** (38,8 TWh) δηλαδή περίπου το 19,3% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2012 στην Ελλάδα, με σύνολο νέων ετήσιων εξοικονομήσεων ίσο με **902,1 kTIP** (10,5 TWh) το 2020 (**Πίνακας 9**).

Πίνακας 9. Στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο 2014-2020
(ΥΠΕΚΑ, Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, Δεκ. 2014)

Έτος	Ετήσια Εξοικονόμηση Ενέργειας - ktce							Σύνολο
2014	100,2							100,2
2015	100,2	100,2						200,5
2016	100,2	100,2	125,3					325,8
2017	100,2	100,2	125,3	125,3				451,0
2018	100,2	100,2	125,3	125,3	150,3			601,4
2019	100,2	100,2	125,3	125,3	150,3	150,3		751,7
2020	100,2	100,2	125,3	125,3	150,3	150,3	150,3	902,1
Σύνολο								3.332,7

Η τελική κατανάλωση ενέργειας βάσει της οποίας προσδιορίζεται ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας όπως προδιαγράφεται στο άρθρο 7, παρ. 1 και 2 της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2012/27/ΕΕ είναι ο μέσος όρος της περιόδου 2010, 2011 και 2012 και ανέρχεται σε 10.023 kTIP (116,6 TWh). Ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο 2014-2020 προκύπτει εφαρμόζοντας στην τελική κατανάλωση ενέργειας (10.023 kTIP) τον κλιμακωτό ρυθμό εξοικονόμησης ενέργειας (1% τα έτη 2014 και 2015, 1,25% τα έτη 2016 και 2017 και 1,5% τα έτη 2018, 2019 και 2020). Σύμφωνα με το σχέδιο, ο κτιριακός τομέας αναμένεται να συμβάλει κατά 58% στην επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας. Για τις κατοικίες, όπου στοχεύουν κυρίως τα διάφορα μέτρα πολιτικής, η εξοικονόμηση ενέργειας υπολογίζεται ίση με περίπου **523 kTIP** (6,1 TWh) το έτος 2020

Τα μέτρα που προβλέπεται να εφαρμοστούν στον οικιακό τομέα κατά την περίοδο 2011-2020 παρουσιάζονται συνοπτικά στον **Πίνακα 10**. Συνολικά, προβλέπεται ότι 360.000 κατοικίες θα αναβαθμιστούν ενεργειακά μέχρι το 2020, από τις οποίες περίπου 41.000 κατοικίες είχαν ολοκληρώσει στα τέλη του 2014 και την δεύτερη επιθεώρηση στα πλαίσια του τρέχοντος προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον».

Πίνακας 10. Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες για την επίτευξη του εθνικού στόχου 2020 (ΥΠΕΚΑ, Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, Δεκ. 2014)

Πρόγραμμα	Διάρκεια	Αρ. κατοικιών που αναμένεται να ενταχθούν	Εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας το 2020
Εξοικονόμηση κατ'οίκον	2011-2015	70.000 κατοικίες (106,5m²/κατοικία)	83,8 κΤΙΠ
Ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών	2015-2020	200.000 κατοικίες	239,5 κΤΙΠ
Ανάπτυξη ευφύων συστημάτων μέτρησης ενέργειας (95% σε κτίρια του οικιακού τομέα)	2014-2015	60.000 μετρητές	(96,8*95%) 92,0 κΤΙΠ
	2014-2016	160.000 μετρητές	
	2016-2020	5.540.000 μετρητές	
Συμψηφισμός προστίμων αυθαιρέτων με εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης	2014-2020	90.000 κατοικίες	107,8
Σύνολο			523,1 κΤΙΠ

Αναλογικά, λαμβάνοντας υπόψη τα μέτρα του οικιακού τομέα προς τα συνολικά, προκύπτει ο στόχος για εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση 1932,4 κΤΙΠ (22,5 TWh) **συνολικά στον οικιακό τομέα την περίοδο 2014-2020.**



Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, έγινε η παραδοχή ότι η τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων και ZNX θα αντιστοιχεί στο 67%³ της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα το 2020. Συνεπώς ο **στόχος για το 2020** προσδιορίζεται σε:

Τελική κατανάλωση ενέργειας (θέρμανση χώρων & ZNX): 3136 κΤΙΠ

Για την επίτευξη των εθνικών στόχων, το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για το 2020, οδηγεί σε μείωση της έντασης πρωτογενούς ενέργειας κατά 20% και μείωση εκπομπών του ενεργειακού τομέα κατά 20% ως προς το 2005.



Αναφορικά με το 1^ο **Σχέδιο Δράσης** για τις **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** που ολοκληρώθηκε το 2010 στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2009/28/EK, οι **εθνικοί στόχοι για το 2020**, αναμένεται να ικανοποιηθούν για την ηλεκτροπαραγωγή με την ανάπτυξη περίπου 13,3 GW από ΑΠΕ (7,5 GW αιολικά, 2,5 GW φωτοβολταϊκά και 3 GW υδροηλεκτρικά). Ο στόχος για την συμβολή των ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα εκτιμάται στο 30%. Συγκεκριμένα, για την



➤ **Συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση του οικιακού τομέα, ο στόχος είναι 27% για το 2020**

Με τον Ν.3851/2010 και σε εφαρμογή της Οδηγίας 2009/28/EK καθορίζεται η **συμμετοχή των ΑΠΕ μέχρι το 2020** σε 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και εξειδικεύεται σε 40% στην παραγωγή ηλεκτρισμού, **20% στις θερμικές ΑΠΕ για τα κτίρια** (συμμετοχή στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη) και 10% στα βιοκαύσιμα (μεταφορές).

Για να επιτευχθεί ο στόχος του μεριδίου των ΑΠΕ στα κτίρια (θέρμανση και ψύξη), προβλέπεται σημαντική διείσδυση των αντλιών θερμότητας, η διατήρηση της υψηλής συμβολής των θερμικών ηλιακών συστημάτων και η αύξηση της θερμικής ενέργειας από

³ Σύμφωνα με τα δεδομένα της EUROSTAT (βλ. Πίνακα 7) η παραγωγή θερμότητας για θέρμανση χώρων και ZNX (χωρίς τη συμβολή των ηλιακών) αποτελεί το 67% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα.

εκμετάλλευση της βιομάζας.



α1) Ενδιάμεσοι στόχοι για το 2015, 2016 & 2018



Σύμφωνα με τον Ν.3855/2010, η θέσπιση εθνικού ενδεικτικού στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας **μέχρι το 2016** προσδιορίστηκε σε **9%** της **μέσης κατανάλωσης** της περιόδου 2001-2005. Συνεπώς, όπως προβλέπεται και στο 1^ο εθνικό σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης, αυτό αντιστοιχεί σε ενδιάμεσο στόχο για

- **Εξοικονόμηση ενέργειας** στην τελική κατανάλωση ίση με 469 κΤΙΠ (5,5 TWh) στον **οικιακό τομέα μέχρι το 2016**



Σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης (ΕΣΔΕΑ 2014) του ΥΠΕΚΑ, (Δεκ. 2014) ο **ενδιάμεσος εθνικός στόχος** εξοικονόμησης ενέργειας για την περίοδο **2014-2015** (Πίνακας 4) διαμορφώνεται σωρευτικά σε

- 300,7 κΤΙΠ (3,5 TWh) για την περίοδο 2014-2015
- 1678,9 κΤΙΠ (19,5 TWh) για την περίοδο 2016-2018

Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, έγινε η παραδοχή ότι αναλογικά, λαμβάνοντας υπόψη τα μέτρα του οικιακού τομέα προς τα συνολικά, προκύπτουν οι αντίστοιχοι ενδιάμεσοι στόχοι για



- **Εξοικονόμηση ενέργειας** στην τελική κατανάλωση ίση με 174 κΤΙΠ (2,0 TWh) στον **οικιακό τομέα για την περίοδο 2014-2015**
- **Εξοικονόμηση ενέργειας** στην τελική κατανάλωση ίση με 973 κΤΙΠ (11,3 TWh) στον **οικιακό τομέα για την περίοδο 2016-2018**

Σύμφωνα με το 1^ο **Σχέδιο Δράσης** για τις **ΑΠΕ** ο ενδιάμεσος στόχος για την



- **Συμβολή των ΑΠΕ** στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση του **οικιακού τομέα είναι 22%** για το **2015**



β) Εθνικοί στόχοι για το 2030

Οι εθνικοί στόχοι για το 2030 δεν είχαν προσδιοριστεί κατά την διάρκεια σύνταξης της παρούσας πιλοτικής μελέτης. Σύμφωνα με τους **προτεινόμενους Ευρωπαϊκούς στόχους** που θα οριστικοποιηθούν στις συνάντησης για το κλίμα (UN Climate Change) στο Παρίσι τον Δεκέμβριο του 2015 και θα επανεξεταστούν ανάλογα με την πρόοδο που θα σημειωθεί το 2020, συνοψίζονται ως εξής:



- 40% μείωση των εγχώριων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου CO₂ με έτος βάσης το 1990 (χωρίς τη χρήση ευέλικτων μηχανισμών), και συγκεκριμένα για την ηλεκτροπαραγωγή & την βαριά βιομηχανία που συμμετέχουν στο Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) της ΕΕ, ο στόχος είναι 43% μείωση σε σχέση με το 2005, ενώ για τους τομείς έξω από το ΣΕΔΕ, όπως είναι ο **οικιακός τομέας**, η μείωση πρέπει να είναι **30%** σε σχέση με το 2005,
- 27% αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ (από περίπου 17% που ήταν το 2012) ως Ευρωπαϊκός μέσος όρος (χωρίς εθνικές δεσμεύσεις),
- 27% εξοικονόμηση ενέργειας ως Ευρωπαϊκός μέσος όρος (χωρίς εθνικές δεσμεύσεις) με έτος βάσης το 1990.

Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, έγινε η παραδοχή ότι οι **εθνικοί στόχοι** θα είναι αντίστοιχοι των Ευρωπαϊκών σε όλες τις επιμέρους τελικές χρήσεις. Συγκεκριμένα, για τον **οικιακό τομέα** οι εκτιμώμενοι **στόχοι για το 2030** προσδιορίζονται σε

- Διείσδυση ΑΠΕ (στις κατοικίες): 31,7%
- Εξοικονόμηση ενέργειας: 0,83 ΜΤΙΠ (τελική)



Ειδικότερα όσον αφορά στις εκπομπές CO₂ και τελική κατανάλωση ενέργειας από τη θέρμανση χώρων και ΖΝΧ οι εκτιμώμενοι **στόχοι για το 2030** προσδιορίζονται σε

- **Εκπομπές CO₂: 3,8 Mt**
- **Κατανάλωση ενέργειας: 1,549 ΜΤΙΠ (τελική)**

Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, όπως συζητήθηκε και για τους στόχους του 2020, έγινε η παραδοχή ότι η τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ θα αντιστοιχεί στο 67% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα το 2030.



γ) Εθνικοί στόχοι για το 2050



Η ΕΕ στον οδικό χάρτη της ενέργειας για το 2050 θέτει ως κεντρικό στόχο την **μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου κατά 80-95%** σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του **1990**, μέσω της απανθρακοποίησης του ενεργειακού τομέα. Βασικά εργαλεία για την επίτευξη αυτού του στόχου καθίστανται οι ΑΠΕ και η εξοικονόμηση ενέργειας.

Σύμφωνα με τον Εθνικό Ενεργειακό Σχεδιασμό - Οδικός Χάρτης για το 2050 (Μάρτιος 2012) ο στόχος για το 2050 είναι



- **Μείωση εκπομπών αερίων ρύπων 60-70%** σε σχέση με το 2005,
- **Συμμετοχή 85-100% των ΑΠΕ** στην ηλεκτροπαραγωγή. Εκτιμάται σχετική αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω εξηλεκτρισμού των μεταφορών και μεγαλύτερης χρήσης αντλιών θερμότητας στα κτίρια.

Στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, έγινε η παραδοχή ότι οι **εθνικοί στόχοι** θα είναι αντίστοιχοι των Ευρωπαϊκών σε όλες τις επιμέρους τελικές χρήσεις. Συγκεκριμένα, για τον **οικιακό τομέα** οι εκτιμώμενοι **στόχοι για το 2050** προσδιορίζονται σε



- **Εκπομπές CO₂: 4.3 Mt**
- **Διείσδυση ΑΠΕ (στις κατοικίες): 85%**
- **Εξοικονόμηση ενέργειας: 3.6 ΜΤΙΠ (τελική)**
- **Κατανάλωση ενέργειας: 1.9 ΜΤΙΠ (τελική)**

5.4 Χαρακτηριστικά κτιρίου KENAK+

(υποθετική προσέγγιση κτιρίου σχεδόν μηδενικής απόδοσης - NZEB)

Μέχρι τα τέλη του 2015, οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα Ελληνικά κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (NZEB) δεν είχαν επίσημα καθοριστεί. Για τον υπολογισμό των σεναρίων του 2020 και 2030 χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω υποθετικός ορισμός.

Κτίριο KENAK+: Κέλυφος κτιρίου καλύτερο από τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK (συντελεστής θερμοπερατότητας (U) αδιαφανών στοιχείων **μειωμένος κατά 0,15 W/ (m²K)** & διαφανών στοιχείων **κατά**

40% σε σχέση με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ). Για τη θέρμανση χώρων και ΖΝΧ θεωρούνται τα εξής συστήματα για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες:

- Κλιματική ζώνη Α: λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου ή αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών σε συνδυασμό με ηλιοθερμικά για θέρμανση χώρων. Κάλυψη 100% αναγκών για ΖΝΧ από ηλιοθερμικά. Φωτοβολταϊκά για βοηθητική ενέργεια.
- Κλιματική ζώνη Β, Γ και Δ: λέβητας συμπύκνωσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου ή αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών με ενδοδαπέδιο σύστημα σε συνδυασμό με ηλιοθερμικά για θέρμανση χώρων. Κάλυψη 100% αναγκών για ΖΝΧ από ηλιοθερμικά. Φωτοβολταϊκά για βοηθητική ενέργεια.

6 Δείκτες Παρακολούθησης Ενεργειακών Χαρακτηριστικών του Κτιριακού Αποθέματος

Οι δείκτες παρακολούθησης των ενεργειακών χαρακτηριστικών του κτιριακού αποθέματος κατοικιών που προσδιορίστηκαν κατά το πρόγραμμα EPISCOPE είναι δύο τύπων και χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν:

- την κατάσταση του κτιριακού αποθέματος μια δεδομένη χρονιά (state indicators)
- τις επικρατούσες τάσεις και το ρυθμό εξέλιξης του κτιριακού αποθέματος κατά την πιο πρόσφατη χρονική περίοδο (trend indicators)

α) Δείκτες παρακολούθησης (monitoring indicators)

Βασίζονται σε στατιστικά στοιχεία που προέρχονται από επίσημες έρευνες της ΕΛΣΤΑΤ (πχ. απογραφή πληθυσμού και κατοικιών, έρευνα οικογενειακών προϋπολογισμών, έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά) ή διατίθενται από το αρμόδιο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) ή έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικές μελέτες και άρθρα.

β) Θεωρητικοί δείκτες (model indicators)

Χρησιμοποιούνται στο κτιριακό μοντέλο για την ανάλυση σεναρίων, και συχνά είναι περισσότεροι από τους δείκτες παρακολούθησης ανάλογα με την περιπλοκότητα του μοντέλου κτιριακού αποθέματος. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία για τη συμπλήρωσή τους, χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις από εμπειρογνώμονες.

6.1 Δείκτες παρακολούθησης (monitoring indicators)

Οι τιμές που δίνονται στον **Πίνακα 11** έχουν προκύψει από ανάλυση που διεξήγε το ΕΑΑ χρησιμοποιώντας τα πρωτογενή στοιχεία της «Έρευνας Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά 2011-2012» που διέθεσε η ΕΛΣΤΑΤ κατόπιν σχετικού αιτήματός του.

Πίνακας 11. Αναβάθμιση κτιριακού κελύφους: επικρατούσες συνθήκες και τάσεις (2012).

Τα ποσοστά αναφέρονται σε αριθμό νοικοκυριών	Σύνολο	Παλαιές κατοικίες (...-1980)
	bs _{2012 2012}	bs _{..1980 2012}
Τοίχοι		
Βελτίωση μόνωσης (από αρχική κατάσταση)		9.95%
Στέγες / οροφές τελευταίων ορόφων		
Βελτίωση μόνωσης (από αρχική κατάσταση)		22,37%
Δάπεδα / οροφές μη θερμαινόμενων χώρων		
Βελτίωση μόνωσης (από αρχική κατάσταση)		0.45%

Κουφώματα		
Αντικατάσταση κουφωμάτων (από αρχική κατάσταση)	22,7% ^(*)	33.27%
Ετήσιος ρυθμός αντικατάστασης κουφωμάτων	2,84% ^(*)	
Σημ: (*) το ποσοστό αντιστοιχεί στην ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος του 2004 κατά τα τελευταία 8 χρόνια πριν το 2012. Για τον προσδιορισμό του χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την ΕΟΠ2004 και τη Στατιστική Οικοδομικής Δραστηριότητας 2005-2006		
Πηγές	ΕΛΣΤΑΤ (2013): Έρευνα Κατανάλωσης στα Νοικοκυριά 2011-2012	

Όπως είναι φανερό, η πληροφορία για τον βαθμό αναβάθμισης του κτιριακού κελύφους στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος δεν ήταν δυνατό να εξαχθεί από τα διαθέσιμα δεδομένα της έρευνας. Τα ποσοστά που παρατίθενται για τις παλαιές κατοικίες προέκυψαν με την παραδοχή ότι τα κτίρια της χρονικής περιόδου πριν το 1980 είχαν αρχικά κατασκευαστεί χωρίς θερμομόνωση.

6.2 Θεωρητικοί δείκτες (model indicators)

Εκτός από τους συντελεστές που απεικονίζουν την κατάσταση του κτιριακού αποθέματος κατά το έτος αναφοράς (έτος έναρξης υπολογισμών), ένα μοντέλο κτιριακού αποθέματος που χρησιμοποιείται για ανάλυση σεναρίων σε βάθος χρόνου απαιτεί ως δεδομένα εισόδου και τις επικρατούσες τάσεις όσον αφορά στον ρυθμό ανακαίνισης κελύφους και αναβάθμισης συστημάτων θέρμανσης χώρων και ΖΝΧ. Επιπρόσθετα λαμβάνεται υπόψη και ο ρυθμός κατεδάφισης παλαιών κτιρίων και ανέγερσης νέων.

Μετά από έρευνα στις διαθέσιμες πηγές διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τον προσδιορισμό των παραπάνω ρυθμών. Για το λόγο αυτό το μοντέλο τροφοδοτήθηκε με εμπειρικές τιμές (θεωρητικοί δείκτες), οι οποίες επιλέχθηκαν ώστε να περιγράφουν αντικειμενικά τις επικρατούσες τάσεις στην Ελληνική αγορά αλλά και τις προτεραιότητες των ενοίκων όσον αφορά την ανακαίνιση κατοικίας όπως αυτές αποτυπώθηκαν κατά την έρευνα πεδίου που διεξήγαγε το ΕΑΑ (βλ. ενότητα 4.2). Με ανάλυση στοιχείων οικοδομικής δραστηριότητας προσδιορίστηκε ο μέσος ετήσιος ρυθμός κατεδάφισης κτιρίων κατοικίας στο 0.17%, ενώ ο ρυθμός ανέγερσης νέων κατοικιών στο 0.5%.

7 Σενάρια (Scenario Analysis)

Στα πλαίσια της παρούσας πιλοτικής μελέτης το μοντέλο κτιριακού αποθέματος που αναπτύχθηκε, χρησιμοποιήθηκε για την διερεύνηση των δυνατοτήτων επίτευξης των εθνικών στόχων για το 2020 και το 2030. Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται ενδεικτικά τα αποτελέσματα τριών σεναρίων.

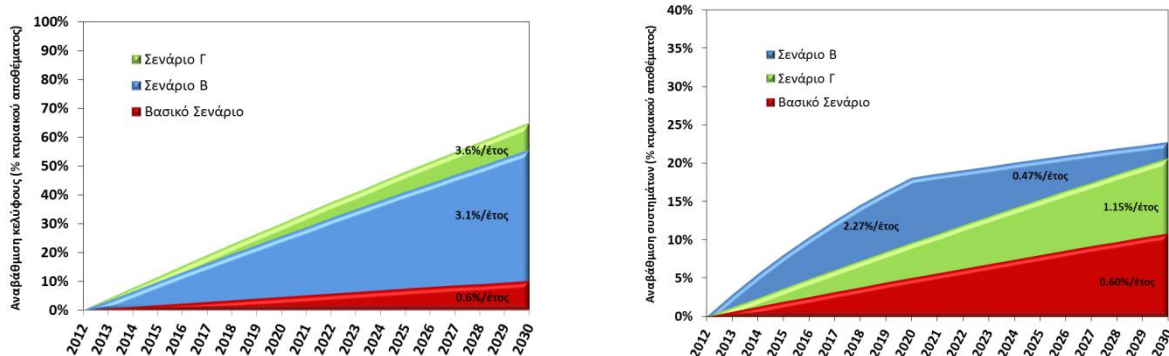
Βασικό σενάριο: Οι ρυθμοί αναβάθμισης κελύφους και συστημάτων διατηρούνται στα επίπεδα του έτους αναφοράς (2012). Ο ρυθμός ανακαίνισης του κελύφους που επιλέχθηκε ήταν χαμηλός (0.6%/έτος) περιλαμβάνοντας χαμηλότερες τιμές για τη μόνωση τοίχων (0.1%/έτος) και υψηλότερες για την αντικατάσταση μονών υαλοπινάκων με διπλούς (1.0%/έτος). Όμοια, η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης προβλέπει αντικατάσταση παλαιών συστημάτων με νέα, στο ίδιο καύσιμο, αλλά και αλλαγή καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο ή αντλίες θερμότητας, με χαμηλούς ρυθμούς (0.6%/έτος). Η αναβάθμιση τόσο του κελύφους όσο και των συστημάτων γίνεται στα επίπεδα που προβλέπονται από τον ΚΕΝΑΚ (2012).

Σενάριο Β: Εντονώτεροι ρυθμοί αναβάθμισης κελύφους και συστημάτων από τους αντίστοιχους του βασικού σεναρίου. Όσον αφορά στο κέλυφος ο ρυθμός προσθήκης θερμομόνωσης στους τοίχους είναι 1.9%/έτος ενώ ο αντίστοιχος για την αντικατάσταση κουφωμάτων ανέρχεται στο 4.6%/έτος. Στην αναβάθμιση των συστημάτων περιλαμβάνεται η αντικατάσταση παλαιών συστημάτων πετρελαίου ή αντλιών θερμότητας με νέα, υψηλότερης απόδοσης. Στο σενάριο αυτό εξετάζεται ένας αυξημένος ρυθμός

(2.26%/έτος) αναβάθμισης των παραπάνω συστημάτων μέχρι το 2020 ο οποίος μειώνεται στη συνέχεια (0.46%/έτος) μέχρι το 2030. Τόσο για το κελύφος όσο και για τα συστήματα προβλέπεται αναβάθμιση στα επίπεδα που προβλέπονται από τον ΚΕΝΑΚ μέχρι το 2020, και σε υψηλότερα επίπεδα (ΚΕΝΑΚ+) για την περίοδο μετά. Ενισχύεται η χρήση ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ΖΝΧ.

Σενάριο Γ: Έντονι ρυθμοί αναβάθμισης του κελύφους (3.6%/έτος) και μέτριας έντασης ρυθμοί αναβάθμισης (1.15%/έτος) των συστημάτων παραγωγής θερμότητας. Η αναβάθμιση περιλαμβάνει αλλαγή καυσίμου σε όλες τις ζώνες, και ειδικότερα αλλαγή από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο στις κλιματικές ζώνες Β και Γ και σε ηλεκτρισμό (αντλίες θερμότητας) στη ζώνη Α. Η αντικατάσταση των παλαιών, χαμηλής απόδοσης συστημάτων με νέα, αποδοτικότερα, με το ίδιο καύσιμο παραμένει στα επίπεδα «βασικού» σεναρίου. Ενισχύεται η χρήση ηλιακών συστημάτων στην παραγωγή ΖΝΧ και η συμμετοχή τους στη θέρμανση χώρων (ηλιακή θέρμανση)

Οι μέσοι ετήσιοι ρυθμοί ανακαίνισης που αναφέρονται παραπάνω αντιστοιχούν σε αριθμό κτιρίων στο συνολικό κτιριακό απόθεμα.



Σχήμα 15. Ποσοστά ανακαινισμένων κτιρίων στο κτιριακό απόθεμα με την εφαρμογή σεναρίων αναβάθμισης κελύφους (αριστερά) και συστημάτων θέρμανσης (δεξιά).

Τα τρία σενάρια έχουν τα παρακάτω κοινά χαρακτηριστικά:

- Η ανανέωση του κτιριακού κελύφους εφαρμόζεται μόνο στα δομικά στοιχεία (τοίχοι, οροφές και υαλοπίνακες) που βρίσκονται σε επίπεδο «0» (αμόνωτα) και «1» (ανεπαρκώς μονωμένα κατά ΚΘΚ). Δεν εξετάζεται η ανακαίνιση δαπέδων.
- Στα σενάρια Β και Γ η αναβάθμιση κελύφους και συστημάτων είναι σε επίπεδα ΚΕΝΑΚ μέχρι το 2020, ενώ αναβάθμιση σε συστήματα υψηλότερης απόδοσης (επιπέδου 2) και αυξημένα πάχη θερμομόνωσης (επιπέδου 3) εξετάζονται για την περίοδο μετά το 2020 σύμφωνα με το επίπεδο ΚΕΝΑΚ+ που προσεγγίζει θεωρητικά το κτίριο μηδενικής απόδοσης.
- Ανανέωση εγκαταστάσεων θέρμανσης χώρων και παραγωγής ΖΝΧ εφαρμόζεται σε κεντρικά συστήματα επιπέδου «0» όπου περιλαμβάνονται συμβατικοί λέβητες και αντλίες θερμότητας μεγάλης παλαιότητας.
- Αλλαγή καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο εξετάζεται μόνο στις κλιματικές ζώνες Β και Γ όπου υπάρχει δίκτυο διανομής φυσικού αερίου, ενώ η επιλογή τηλεθέρμανσης εξετάζεται μόνο στην κλιματική ζώνη Δ.

7.1 Δείκτες παρακολούθησης ενεργειακής απόδοσης (EPIs)

Στον **Πίνακα 12** συνοψίζονται οι δείκτες παρακολούθησης της ενεργειακής απόδοσης όπως υπολογίστηκαν για τα τρία σενάρια (βασικό σενάριο, σενάριο Β και σενάριο Γ). Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και οι εκπομπές CO₂, όπως και η τελική κατανάλωση ενέργειας για το σύνολο του κτιριακού αποθέματος κατοικιών αλλά και για δύο επιμέρους ομάδες κτιρίων κατοικίας: τα κτίρια με έτος ανέγερσης μέχρι το 2010 (προ του ΚΕΝΑΚ) και τα νέα κτίρια που ανεγείρονται μετά το 2010 σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΚΕΝΑΚ. Επίσης δίνεται και η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο. Οι αντίστοιχες τιμές των δεικτών όπως προέκυψαν για τα τρία σενάρια που μελετήθηκαν δίνονται για τα έτη 2015, 2020 και 2030.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα σεναρίων ανάλυσης με το μοντέλο του κτιριακού αποθέματος. Θερμικές απαιτήσεις τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (TWh/έτος) για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ.

	2015	2020		2030			
<i>TWh/έτος</i>	Βασικό σενάριο	Βασικό σενάριο	Σενάριο Β	Σενάριο Γ	Βασικό σενάριο	Σενάριο Β	Σενάριο Γ
Ενεργειακές απαιτήσεις	54.4	53.7	47.2	45.4	52.2	30.1	31.7
Κατανάλωση ενέργειας – σύνολο κτιρίων κατοικίας	38.7	37.5	36.0	28.6	34.9	20.4	15.7
Κατανάλωση ενέργειας – κτίρια μέχρι το 2010	37.6	34.3	32.8	25.5	28.8	14.4	9.6
Κατανάλωση ενέργειας – νέα κτίρια (μετά το 2010)	1.2	3.2	3.2	3.2	6.0	6.0	6.0
CO ₂ (Mt / έτος)	8.7	8.4	6.1	5.9	7.8	3.9	3.0
<i>Καύσιμα (GWh/έτος)</i>							
Φυσικό αέριο	1681	2111	1793	2086	2871	1728	1722
Πετρέλαιο	20505	19232	15287	14110	16595	9888	6707
Καυσόξυλα	12712	12353	10672	9964	11630	7378	5777
Τηλεθέρμανση	212	216	186	301	221	138	283
Ηλεκτρισμός	3620	3580	2156	2168	3529	1258	1167

8 Συμπεράσματα

Η πιλοτική μελέτη στα πλαίσια του EPISCOPE επιβεβαιώνει την ύπαρξη σημαντικού δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας. Η σημαντική πτώση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων δεν πρέπει να μας εφησυχάζει διότι είναι προφανές ότι οφείλεται κατά κύριο λόγο στην οικονομική ύφεση. Είναι σημαντικό να υπάρξει έγκαιρη προετοιμασία των απαραίτητων τεχνοοικονομικών εργαλείων και πολιτικών ώστε να είναι διαθέσιμα όταν θα επανακάμψει η οικονομία της χώρας και θα αναστραφεί η ενεργειακή συμπεριφορά των χρηστών για τη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης στις κατοικίες. Επιπλέον, αναδείχτηκαν για άλλη μια φορά οι σημαντικές ελλείψεις στη διαθεσιμότητα δεδομένων, γεγονός που επέβαλε μια σειρά από παραδοχές που θα πρέπει να επιβεβαιωθούν και να επικαιροποιηθούν στο μέλλον.



Οι δείκτες ενεργειακής έντασης και κατανάλωσης ενέργειας στις κατοικίες παρουσιάζουν σημαντική μείωση τα τελευταία χρόνια.



Η ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος και ιδιαίτερα οι συνθήκες θερμικής άνεσης δεν διασφαλίζονται στα Ελληνικά κτίρια.

Η έρευνα πεδίου που έγινε για την συγκέντρωση των πραγματικών ενεργειακών καταναλώσεων πριν & μετά από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ελληνικές κατοικίες, αναδεικνύει την χρησιμότητα τέτοιου είδους στοιχείων για την αξιολόγηση της πραγματικής αποτελεσματικότητας των διαφόρων μέτρων. Η πιλοτική μελέτη επίσης ανέδειξε την σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τις εκτιμήσεις των υπολογισμών και της πραγματικής ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων, εξαιτίας του ρόλου των χρηστών σε συνδυασμό με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες. Σύμφωνα με τα συγκεντρωθέντα στοιχεία,



Πάνω από το 70% σε μονοκατοικίες και περίπου 80% σε πολυκατοικίες χρησιμοποιεί θέρμανση για λιγότερο από 8 ώρες ημερησίως, ενώ αντίστοιχα μόνο το 17% και 10% έχει συνεχή λειτουργία που προσομοιάζει το τυπικό ωράριο λειτουργίας κατοικιών σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.



Μόνο το 33% στις μονοκατοικίες θερμαίνει όλη την επιφάνεια της κατοικίας τους, ενώ στα διαμερίσματα το ποσοστό φτάνει το 43%.



Σχεδόν ένας στους δυο χρήστες είναι δυσαρεστημένοι με τις επικρατούσες συνθήκες άνεσης στην κατοικία τους. Η ενεργειακή φτώχεια είναι άλλη μια τραγική πραγματικότητα της γενικότερης οικονομικής ύφεσης που βιώνει η χώρα αλλά και της επιδείνωσης που προκλήθηκε από την επιβολή του φόρου στο πετρέλαιο θέρμανσης.

Το πλαίσιο της μεθοδολογίας μέτρησης και επαλήθευσης της εξοικονομούμενης ενέργειας για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας αναλύεται στην Υπουργική Απόφαση Δ6/7094, ΦΕΚ Β 918/23.05.2011. Επικαιροποιώντας και εμπλουτίζοντας τα δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν στην προσαρμογή των δεικτών κατανάλωσης ενέργειας από τις εκτιμήσεις των υπολογισμών, ώστε να συμβάλουν στην



Ρεαλιστικότερη εκτίμηση της αποτελεσματικότητας μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών στο κτιριακό απόθεμα,



Ιεράρχηση και προγραμματισμό μέτρων, πολιτικών και διάθεσης οικονομικών πόρων για την επίτευξη των εθνικών στόχων.

Στη συνέχεια συνοψίζονται μερικές προτάσεις σύμφωνα με τα συμπεράσματα από την παρούσα πιλοτική μελέτη.



Ενίσχυση της προσπάθειας συλλογής στοιχείων για την πραγματική κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων, τουλάχιστον στα πλαίσια του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον». Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποτελεί μια εξαιρετική ευκαιρία για να οργανωθεί καλύτερα η συλλογή καλής ποιότητας δεδομένων τα επόμενα χρόνια. Για παράδειγμα, επιβάλλοντας την υποχρεωτική συλλογή και διάθεση των λογαριασμών για τουλάχιστον ένα έτος, πριν και μετά την εφαρμογή των ΜΕΕ. Αυτό θα ωφελήσει άμεσα στην τεκμηρίωση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συγκεκριμένου προγράμματος και επιμέρους μέτρων, με την ποσοτικοποίηση της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, τα δεδομένα θα παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη μελλοντική αξιολόγηση της επιτυχίας στην πράξη και πιθανών περιορισμών ορισμένων ΜΕΕ σε πραγματικές εφαρμογές και συνθήκες λειτουργίας.



Περιοδική ανάλυση της βάσης δεδομένων των ΠΕΑ η οποία συνεχώς εμπλουτίζεται με νέα στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων, για την επικαιροποίηση των συντελεστών. Με τον τρόπο αυτό θα καλυφθούν όλες οι τυπολογίες κατοικιών που δεν υπάρχουν ακόμη διαθέσιμα στοιχεία από τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τα ΠΕΑ που έχουν εκδοθεί.

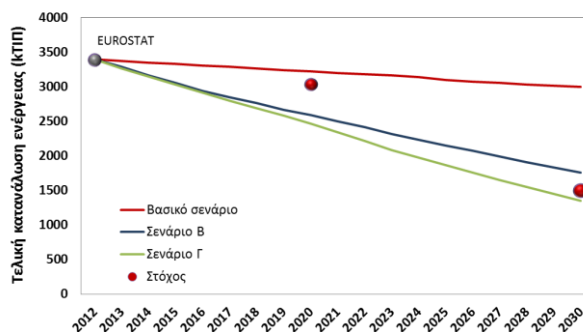
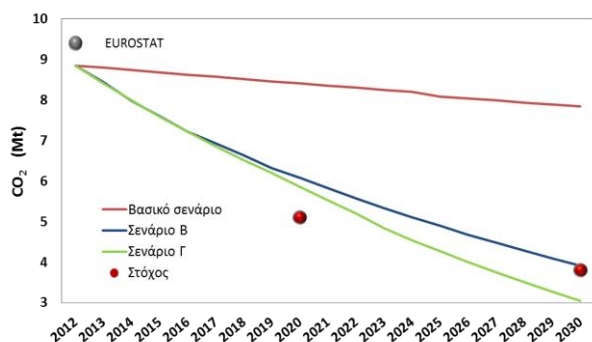


Διάθεση και επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων από τις ενεργειακές επιθεωρήσεις ώστε να υπάρξει καλύτερη ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των πολύτιμων δεδομένων που εμπεριέχουν. Δυστυχώς, στα πλαίσια της συγκεκριμένης πιλοτικής μελέτης, δεν δόθηκε πρόσβαση σε αυτά τα στοιχεία ώστε να γίνει η εμπειριστατωμένη ανάλυση που απαιτείται.



Συλλογή πρόσθετων στατιστικών στοιχείων στις μελλοντικές έρευνες της ΕΛΣΤΑΤ συμπεριλαμβάνοντας στοιχεία σχετικά με τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος, καθώς επίσης της τυπικής συμπεριφοράς των ενοίκων και της χρήσης των εγκαταστάσεων θέρμανσης. Είναι αναμενόμενη η κατά περιόδους διαφοροποίηση της συμπεριφοράς των χρηστών, ανάλογα με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες. Όπως αναδείχτηκε στα πλαίσια της πιλοτικής μελέτης, ένα σχετικά μικρό δείγμα κατάλληλα επιλεγμένων νοικοκυριών, μπορεί να δώσει ικανοποιητικής ακρίβειας και αντιπροσωπευτικά δεδομένα για την περιοδική προσαρμογή των διορθωτικών συντελεστών.

Σύμφωνα με την ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων σε σχέση με την **επίτευξη των εθνικών στόχων**, προκύπτει ότι είναι εφικτοί με συνδυασμό διαφόρων επεμβάσεων στο κελύφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 16**. Απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων κρίνεται η ενσωμάτωση τεχνολογιών αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα εξεταζόμενα σενάρια.



Σχήμα 16. Προβλεπόμενη εξέλιξη εκπομπών CO₂ (αριστερά) και τελικής κατανάλωσης ενέργειας (δεξιά) κατά την περίοδο 2012-2030 με την εφαρμογή τριών σεναρίων αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος



Οι στόχοι για τις εκπομπές CO₂ και την τελική κατανάλωση ενέργειας το 2030 επιτυγχάνονται με ένα σενάριο που περιλαμβάνει ένα ετήσιο ρυθμό ανακαίνισης 3,6% για το κέλυφος και 1,15% για τα συστήματα ώστε να μειωθούν οι θερμικές απαιτήσεις, σε συνδυασμό με την προώθηση ηλιακών θερμικών συστημάτων για ZNX και ηλιακής θέρμανσης με σταδιακή αντικατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης με φυσικό αέριο. Στο τέλος της περιόδου 2012-2030 τα ηλιακά συστήματα θα καλύπτουν 40% της τελικής ενέργειας το 2030, ενώ παράλληλα διπλασιάζεται η συμμετοχή του φυσικού αερίου στα καύσιμα που καλύπτουν τις υπόλοιπες ενεργειακές απαιτήσεις.



Η επίτευξη των στόχων για το 2020, εξασφαλίζοντας όμως τις απαιτούμενες συνθήκες ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος θα απαιτούσε σημαντικές ανακαινιστικές επεμβάσεις που θα είναι όμως δύσκολο να εφαρμοστούν με δεδομένη την υφιστάμενη οικονομική κρίση και την συνεχιζόμενη ύφεση. Η παρατηρούμενη σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία χρόνια είναι κυρίως αποτέλεσμα της προσπάθειας μείωσης του ενεργειακού κόστους από τους ενοίκους, θυσιάζοντας όμως τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης στις κατοικίες τους. Αν συνεχιστεί αυτή η πτωτική τάση και ο περιορισμός της χρήσης θέρμανσης στις κατοικίες, είναι πολύ πιθανή η επίτευξη των αριθμητικών στόχων για το 2020.

9 Ευχαριστίες – Αποποίηση Ευθύνης

Το περιεχόμενο του παρόντος δεν εκφράζει κατ' ανάγκη τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Ο Εκτελεστικός Οργανισμός για τις Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις (EASME) και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν φέρουν ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται στο παρόν.

Η πλατφόρμα buildingcert αναπτύχθηκε και συντηρείται από το τ. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής – τ.ΥΠΕΚΑ (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας & Μεταλλείων) σε συνεργασία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). Ευχαριστούμε το ΥΠΕΚΑ για την διάθεση στοιχείων από τα ΠΕΑ. Η ανάλυση των δεδομένων δεν εκφράζει κατ' ανάγκη τη γνώμη του Υπουργείου.

Ευχαριστούμε την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) για τη διάθεση των πρωτογενών στοιχείων από την πανελλήνια «Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά». Η ανάλυση των δεδομένων δεν εκφράζει κατ' ανάγκη τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ.

Ευχαριστούμε τους εκατοντάδες ιδιοκτήτες ακινήτων και ενεργειακούς επιθεωρητές που παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες κατά τη διάρκεια των ερευνών πεδίου.

Οι συγγραφείς κατέβαλαν κάθε δυνατή προσπάθεια για την ακρίβεια των πληροφοριών που παρουσιάζονται στο παρόν αλλά δεν φέρουν ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση των.

10 Η Ταυτότητα του EPISCOPE & TABULA

Η ταυτότητα του EPISCOPE	
www.episcope.eu	
Διάρκεια έργου: Απρίλιος 2013 - Μάρτιος 2016	
Συντονιστής: Tobias Loga, t.loga@iwu.de IWU – Institute for Housing and Environment, Γερμανία	
Συμμετέχοντες:	
IWU Institute for Housing and Environment (Γερμανία) BPiE Buildings Performance Institute Europe (Βέλγιο) BCEI ZRMK Building & Civil Engineering Institute (Σλοβενία) SBi Danish Building Research Institute, Aalborg University (Δανία) AEA Austrian Energy Agency (Αυστρία) BRE Building Research Establishment Ltd (Ηνωμένο Βασίλειο) NOA Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Ελλάδα) VITO Flemish Institute of Technological Research (Βέλγιο) POLITO Politecnico di Torino (Ιταλία)	STU-K Structural Design (Τσεχία) Energy Action Energy Action Limited (Ιρλανδία) BME Budapest University of Technology & Economics (Ουγγαρία) IVE Instituto Valenciano de la Edificación (Ισπανία) CUT Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου (Κύπρος) TUD Delft University of Technology (Ολλανδία) POUGET Pouget Consultants (Γαλλία) NTNU Norwegian University of Science & Technology (Νορβηγία)

Η ταυτότητα του TABULA	
www.building-typology.eu	
Διάρκεια έργου: Ιούνιος 2009 - Μάιος 2012	
Συντονιστής: Tobias Loga, t.loga@iwu.de IWU – Institute for Housing and Environment, Γερμανία	
Συμμετέχοντες:	
IWU Institute for Housing and Environment (Γερμανία) NOA Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Ελλάδα) BCEI ZRMK Building & Civil Engineering Institute (Σλοβενία) POLITO Politecnico di Torino (Ιταλία) ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Γαλλία) Energy Action Energy Action Limited (Ιρλανδία) VITO Flemish Institute of Technological Research (Βέλγιο) NAPE Narodowa Agencja Poszanowania Energii (Πολωνία) AEA Austrian Energy Agency (Αυστρία) SOFENA Sofia Energy Agency (Βουλγαρία) MDH Mälardalens University (Σουηδία)	STU-K Structural Design (Τσεχία) SBi Danish Building Research Institute (Δανία)