



# Στρατηγικές για τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στα ελληνικά νοικοκυριά

Φεβρουάριος 2024



## Για αναφορά:

Μοιρασγεντής Σεβαστιανός, Σαραφίδης Γιάννης, Λάλας Δημήτρης & Μάντζαρης Νίκος (2024). *Στρατηγικές για τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας στα ελληνικά νοικοκυριά*. Facets & The Green Tank.

## Σχέδιο μορφοποίησης:

Design Nature

## Στοιχεία επικοινωνίας

✉ [info@facets.gr](mailto:info@facets.gr)

✉ [info@thegreentank.gr](mailto:info@thegreentank.gr)

# Περίληψη

Οι πρόσφατες έντονες διακυμάνσεις και η αστάθεια στις τιμές της ενέργειας ανάγκασαν τις κυβερνήσεις όλων των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης να παράσχουν έκτακτη επιδοματική στήριξη στα νοικοκυριά προκειμένου να τα βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν τα υπέρογκα κόστη για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Επιπλέον, η ΕΕ βρίσκεται κοντά στην οριστικοποίηση της νομοθεσίας για την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και προσδιορίζει ποσοτικά τους στόχους της σχετικά με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), την εξοικονόμηση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (ΑΦΘ) έως το 2030. Αυτοί οι στόχοι θα ενσωματωθούν στα αναθεωρημένα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) των κρατών μελών, που πρέπει να υποβληθούν σε τελική μορφή έως τον Ιούνιο του 2024. Με αφορμή το παραπάνω πλαίσιο, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στην ενεργειακή κατανάλωση των ελληνικών νοικοκυριών και κυρίως στην ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση/ψύξη χώρων και τη χρήση συσκευών καθώς και τις επιβατικές μεταφορές τόσο στο πολύ άμεσο (στα επόμενα 2-3 χρόνια) όσο και στο προσεχές μέλλον (2025 έως 2030). Η μελέτη διερευνά τους τρόπους με τους οποίους τα νοικοκυριά μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες υπό συνθήκες ιδιαίτερης αστάθειας στις τιμές της ενέργειας, μειώνοντας ταυτόχρονα το ανθρακικό τους αποτύπωμα. Επίσης, ερευνά πώς μπορούν να κατανεμηθούν καλύτερα οι διαθέσιμοι πόροι, συμπεριλαμβανομένων των εθνικών επιδοτήσεων, του NextGenerationEU και του Ταμείου Συνοχής. Πιο συγκεκριμένα, μελετά το βέλτιστο μείγμα παρεμβάσεων που θα οδηγήσει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των ελληνικών νοικοκυριών και, κατ' επέκταση, στη μείωση των δαπανών και των εκπομπών ΑΦΘ, χωρίς σημαντική επιδείνωση των συνθηκών διαβίωσής τους, με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Στόχος είναι να εξεταστεί για τον οικιακό κτιριακό τομέα,

- ο βαθμός στον οποίο θα πρέπει ο εξηλεκτρισμός των θερμικών χρήσεων που προωθείται (κυρίως με τη χρήση αντλιών θερμότητας) και η διείσδυση οικιακών συσκευών μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης να συντονιστούν και να συνδυαστούν με την ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος
- ποια είναι η σωστή ισορροπία, στο πλαίσιο των διαθέσιμων οικονομικών πόρων, μεταξύ της ήπιας ανακαίνισης πολλών κτιρίων και της ριζικής ανακαίνισης λιγότερων κτιρίων
- ο ρόλος των μέτρων ενεργειακής επάρκειας και αλλαγής της συμπεριφοράς όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας
- εάν οι ΑΠΕ (κυρίως τα φωτοβολταϊκά) θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην ανακαίνιση των κτιρίων ή αν θα πρέπει να βασιστούμε σε πιο «πράσινη» ηλεκτρική ενέργεια δικτύου

και για τον τομέα μεταφορών,

- ο βαθμός στον οποίο ο εξηλεκτρισμός του στόλου οχημάτων θα πρέπει να συνοδεύεται από μέτρα που έχουν ως στόχο τη στροφή προς τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, τη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς ή τη μείωση της μεταφορικής δραστηριότητας

- ο βαθμός στον οποίο τα μέτρα ενεργειακής επάρκειας μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των σχετιζόμενων εκπομπών ΑΦΘ.

Για να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα, εξετάστηκε μια σειρά παρεμβάσεων που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των νοικοκυριών και τις εκπομπές ΑΦΘ, και για τους δύο τομείς. Οι παρεμβάσεις αναπτύσσονται σε δέκα σενάρια: οκτώ για τον κτιριακό τομέα και δύο για τον τομέα των μεταφορών (όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα Π1). Τα μέτρα που εξετάστηκαν στα προαναφερθέντα σενάρια για τον οικιακό τομέα καλύπτουν την αποδοτικότητα (ριζική και ήπια ανακαίνιση, αντλίες θερμότητας, τοποθέτηση μονωτικών φιλμ στα μονά τζάμια, αντικατάσταση μη αποδοτικών λαμπτήρων), την επάρκεια (προσαρμογή των ρυθμίσεων θέρμανσης και ψύξης, μείωση της θερμοκρασίας κατά 2οC το βράδυ, απενεργοποίηση των συσκευών που βρίσκονται σε λειτουργία αναμονής ή που είναι περιττές κατά την απουσία μας, εξυπνότερες ρυθμίσεις για οικιακές συσκευές) όπως και η χρήση συστημάτων ΑΠΕ (χρήση φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών συστημάτων). Για τον τομέα των μεταφορών, το μέτρο αποδοτικότητας που εξετάστηκε ήταν η ενίσχυση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων με συσσωρευτή (BEV), ενώ τα μέτρα επάρκειας αφορούσαν τη μείωση των ορίων ταχύτητας, την ήπια κινητικότητα, την τηλεργασία, την ενίσχυση της χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς και του συνεπιβατισμού (carpooling).

<b>Πίνακας Π1: Σενάρια που εξετάστηκαν</b>	
<b>Σενάρια οικιακού τομέα (8)</b>	
<b>S0</b>	Προϋποθέτει ισχυρή διείσδυση αποτελεσματικών και καθαρών τεχνολογιών που εφαρμόζονται εύκολα, συμπεριλαμβανομένων αντλιών θερμότητας, ηλιακών συστημάτων για ζεστό νερό, αποδοτικού φωτισμού και μονωτικών μεμβρανών.
<b>S1</b>	Ίδιο με το S0 με την επιπλέον ενσωμάτωση των παρεμβάσεων επάρκειας του Πίνακα 4.
<b>S2</b>	Εστιάζει σε αναβαθμίσεις περίπου 100.000 κατοικιών ετησίως και ταυτόχρονα περιλαμβάνει όλες τις παρεμβάσεις των S0 και S1. Στο πλαίσιο αυτό, οι αντλίες θερμότητας που θα εγκατασταθούν αλλάζουν μέγεθος λόγω της μειωμένης ενεργειακής ζήτησης που οφείλεται στην ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών.
<b>S3</b>	Όπως το S2, αλλά περιλαμβάνει ριζικές αντί για ήπιες αναβαθμίσεις σε ελαφρώς μικρότερο αριθμό κατοικιών (80.000 σπίτια σε ετήσια βάση έως το 2030).
<b>Sx-PV</b>	Τα 4 σενάρια S0-PV - S3-PV περιλαμβάνουν εγκατάσταση 2 GW φωτοβολταϊκών οροφής στα πακέτα παρεμβάσεων που περιλαμβάνονται σε καθένα από τα σενάρια S0 - S3.
<b>Σενάρια τομέα μεταφορών (2)</b>	
<b>T1</b>	Περιλαμβάνει μόνο τον εξηλεκτρισμό του επιβατικού στόλου οχημάτων (όπως στον Πίνακα 4)
<b>T2</b>	Προϋποθέτει ότι εφαρμόζεται τόσο η ηλεκτροδότηση του στόλου οχημάτων όσο και το σύνολο των μέτρων επάρκειας που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 4. Σε σύγκριση με το σενάριο T1, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων παραμένει ο ίδιος, αλλά με χαμηλότερα χιλιόμετρα ανά όχημα.

Η αποτελεσματικότητα των μέτρων, όπως αυτά συνδυάζονται στα δέκα σενάρια, βασίστηκε στην απορρέουσα ετήσια μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στο σχετικό ετησιοποιημένο κόστος που περιλαμβάνει και τα οικονομικά οφέλη για τα νοικοκυριά. Για τον υπολογισμό του ετησιοποιημένου κόστους μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ (σε ευρώ/tCO<sub>2</sub>eq) λάβαμε υπόψη τις δαπάνες και τις εκπομπές ΑΦΘ κατά τη διάρκεια ζωής του μέτρου, πέρα από τις εκπομπές των μέτρων που ήδη ίσχυαν το 2022. Για το εν λόγω κόστος συνεκτιμώνται τόσο οι άμεσες (score 1) και έμμεσες (score 2) εκπομπές όσο και το επενδυτικό και ενεργειακό κόστος για τα νοικοκυριά. Επίσης, συνεκτιμάται ο αντίκτυπος που θα δημιουργήσει η επερχόμενη

συμπερίληψη του κτιριακού τομέα στο νέο Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών της ΕΕ (ΣΕΔΕ 2 - EU ETS2).

Λόγω της πρόσφατης αστάθειας στις τιμές ενέργειας, διεξήχθη ανάλυση ευαισθησίας για σενάρια με χαμηλές, συγκρατημένες και υψηλές μελλοντικές τιμές ενέργειας, η οποία περιλάμβανε επίσης διαφορετικά επιτόκια προεξόφλησης προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μεγάλη διάρκεια ζωής των βελτιώσεων.

Τα αποτελέσματα στον οικιακό κτιριακό τομέα δείχνουν ότι τα σενάρια τα οποία περιλαμβάνουν εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιπλέον της ήπιας ή ριζικής ανακαίνισης, της χρήσης αντλιών θερμότητας και των μέτρων επάρκειας (δηλ. S2-PV και S3-PV) οδηγούν σε καθαρά κέρδη για την περίοδο 2023-2030. Αυτό προκύπτει και από τις αρνητικές τιμές των ετησιοποιημένων δαπανών, που περιλαμβάνουν τόσο τα επενδυτικά κόστη όσο και τα οικονομικά οφέλη για τα νοικοκυριά. Οι τιμές ετησιοποιημένου κόστους κυμαίνονται από -€6 εκατ. έως -€561 εκατ. ετησίως το 2030, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν κατά την ανάλυση ευαισθησίας (τιμές ενέργειας, επιτόκια προεξόφλησης). Οι υψηλές τιμές ενέργειας καθιστούν το σενάριο S3 χωρίς φωτοβολταϊκά όπως και το σενάριο S1-PV (δηλ. την προώθηση των αντλιών θερμότητας και των φωτοβολταϊκών χωρίς ενεργειακές αναβαθμίσεις) επίσης οικονομικά βιώσιμα.

Δεδομένου ότι το μείγμα των μέτρων που προτείνουμε είναι διαφορετικό από εκείνο του ΕΣΕΚ, αναμένονται επίσης διαφορές στο συνολικό κόστος επένδυσης. Παρόλο που είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς συγκρίσεις, ελλείπει πληροφόρησης σχετικά με τις συγκεκριμένες παραδοχές που χρησιμοποιούνται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, σημειώνουμε ότι, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, οι συνολικές δαπάνες που προορίζονται για τον οικιακό τομέα (ανακαινίσεις και ενεργειακές συσκευές) για την περίοδο 2023-2030 ανέρχονται σε €29,2 δις (€6,3 δις για ανακαινίσεις και €22,9 δις για συσκευές). Από την άλλη πλευρά, οι συνολικές επενδυτικές δαπάνες για τα σενάρια S0, S1, S2 και S3 που εξετάζονται στην παρούσα ανάλυση για την ίδια περίοδο ανέρχονται σε €8,7 δις, €8,8 δις, €19,1 δις και €25 δις, αντίστοιχα. Επιπλέον, το συνολικό κόστος επένδυσης για τα δύο σενάρια που αναδεικνύονται ως τα πλέον αποδοτικά από οικονομική άποψη (S2-PV και S3-PV), κυμαίνεται από €22,7 έως €28,6 δις, χαμηλότερο ή στην ίδια τάξη μεγέθους με εκείνο του προσχεδίου ΕΣΕΚ. Ωστόσο, σχεδόν το 50% των επενδύσεων στο σενάριο S2-PV ή, ακόμη περισσότερο, στο σενάριο S3-PV αφορούν ανακαινίσεις παλαιών κατοικιών. Οι ετησιοποιημένες δαπάνες που υπολογίστηκαν για αυτά τα σενάρια αποδείχθηκαν αρνητικές σε ένα ευρύ φάσμα παραμετρικών τιμών (σχήματα 12-15). Επιπλέον, τα δύο σενάρια S2-PV και S3-PV, τα οποία εστιάζουν στην ανακαίνιση κτιρίων σε συνδυασμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών, έχουν αρνητικό κόστος ανά τόνο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> που επιτυγχάνουν για κάθε έτος κατά την υπό εξέταση περίοδο (Πίνακας 7). Επομένως και τα δύο σενάρια αποδείχθηκαν ωφέλιμα τόσο για το κλίμα όσο και την εθνική οικονομία.

Στον τομέα των μεταφορών, το σενάριο T1, που περιλαμβάνει την ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης στον ίδιο βαθμό όπως στο τρέχον ΕΣΕΚ, οδηγεί σε μείωση των εκπομπών (30% έως το 2030 σε σχέση με το 2022, δηλ. 630 ktCO<sub>2</sub>e) με υψηλό κόστος

επένδυσης (περίπου €22,9 δις) καθώς προβλέπει ότι μέχρι το 2030 τα ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτή (BEV) θα αποτελούν το 18,5% του συνολικού στόλου οχημάτων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέταση των πρόσθετων μειώσεων που θα επιτευχθούν με τα μέτρα επάρκειας, τα οποία δεν αναδεικνύονται στο ΕΣΕΚ, όπως η μείωση των μέγιστων ορίων ταχύτητας, η ήπια κινητικότητα, ο συνεπιβατισμός και η τηλεργασία, που περιλαμβάνονται στο σενάριο T2. Η ανάλυση δείχνει ότι με πολύ χαμηλό πρόσθετο κόστος, τα μέτρα οδηγούν σε επιπλέον μείωση των εκπομπών κατά 812-822 ktCO<sub>2</sub>/έτος και σε περαιτέρω εξοικονόμηση του κόστους ενέργειας για τα νοικοκυριά που κυμαίνεται από €514 έως και €710 εκατ., ανάλογα με το πραγματικό επίπεδο των τιμών καυσίμων. Αντίθετα, το ΕΣΕΚ εστιάζει αποκλειστικά στην ηλεκτροκίνηση.

Τα πλήρη αποτελέσματα της ανάλυσης θέτουν τη βάση για μια σειρά συστάσεων προς τους διαμορφωτές πολιτικών, και πιο συγκεκριμένα:

1. Τη θεσμοθέτηση της υποχρεωτικής αντικατάστασης των συστημάτων θέρμανσης που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο και αέριο) με αντλίες θερμότητας κατά την ανακαίνιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, το οποίο ενέχει το πλεονέκτημα ότι το μέγεθος των αντλιών θερμότητας προσαρμόζεται ώστε να ανταποκρίνεται στις μειωμένες ενεργειακές ανάγκες των ανακαινισμένων δομών.
2. Την εφαρμογή μέτρων που ενθαρρύνουν την αλλαγή στις καταναλωτικές επιλογές με στόχο την ενεργειακή επάρκεια ενώ, ταυτόχρονα, εξασφαλίζουν ικανοποιητικές συνθήκες ποιοτικής διαβίωσης για να αποφευχθεί το «φαινόμενο ενεργειακής ανάδρασης» (rebound effect).
3. Την επιλογή της ριζικής ανακαίνισης στον σχεδιασμό υποστηρικτικών μέτρων, αν και η ήπια ανακαίνιση ή ο συνδυασμός των δύο αποτελούν επίσης αποδεκτές επιλογές.
4. Την υποστήριξη της αύξησης του ρυθμού εγκατάστασης μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων για σκοπούς αυτοκατανάλωσης, ιδίως σε συνδυασμό με την ανακαίνιση, και ενδεχομένως με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες). Οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν επίσης να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διευκόλυνση της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών.
5. Ανακατεύθυνση των κονδυλίων που προορίζονται για την αντικατάσταση των οικιακών συσκευών προς την αξιοποίηση των αντλιών θερμότητας όπως και προς την αύξηση των ποσοστών εγκατάστασης ηλιακών θερμοσιφώνων και φωτοβολταϊκών συστημάτων.
6. Ανάλυση εκστρατειών επικοινωνίας που αναδεικνύουν τα οικονομικά οφέλη από τις επενδύσεις σε ανακαινίσεις, αντλίες θερμότητας και φωτοβολταϊκά συστήματα.
7. Εφαρμογή μέτρων επάρκειας στον τομέα των μεταφορών (μείωση του μέγιστου ορίου ταχύτητας, ήπια κινητικότητα, συνεπιβατισμός, τηλεργασία) τα οποία οδηγούν σε σημαντική μείωση των εκπομπών ΑΦΘ, που υπερβαίνει συνολικά εκείνη της διεύθυνσης των ηλεκτρικών οχημάτων BEV μέχρι το 2030.

Παρόλο που όλες οι πολιτικές και τα μέτρα (ΠκΜ) που αναλύθηκαν βρίσκονται ήδη σε εφαρμογή, με τον έναν ή τον άλλον τρόπο, ή έχουν αποτελέσει αντικείμενο εξέτασης στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες, η παρούσα ανάλυση εντόπισε συνδυασμούς πολιτικών και μέτρων, ιδίως όσον αφορά την επάρκεια, που

περιορίζουν αποτελεσματικά τις εκπομπές στους κλάδους των οικιακών κτιρίων και των επιβατικών μεταφορών, με χαμηλό ή μηδενικό κόστος. Ευελπιστούμε ότι τα πορίσματά της θα ληφθούν υπόψη κατά τη σύνταξη της τελικής αναθεώρησης του ΕΣΕΚ. Επίσης, η μεθοδολογία της επιτρέπει την εξέταση εναλλακτικών πεδίων εφαρμογής των εν λόγω ΠκΜ με διαφανή και αξιόπιστο τρόπο, ακολουθώντας μια προσέγγιση «bottom-up» (από τη βάση προς την κορυφή), ενώ ταυτόχρονα είναι εύκολο να αναπαραχθεί και απαιτεί ελάχιστους υπολογιστικούς πόρους. Ευελπιστούμε ότι η ανάλυσή μας μπορεί να ωφελήσει άλλες χώρες ή περιφέρειες, και ιδιαίτερα οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών που ενδιαφέρονται για τον κοινωνικό αντίκτυπο της ενεργειακής μετάβασης, καθώς και άλλες πολιτικές οργανώσεις, ώστε να προτείνουν βελτιώσεις ή εναλλακτικές πολιτικές σε σχέση με αυτές που προτείνει η κυβέρνηση ως τώρα.



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Καθορισμός πλαισίου - οι στόχοι της μελέτης

Μετά τις διαταραχές που προκάλεσε η πανδημία COVID και τη δύσκολη ανάκαμψη από τα μέτρα που εφάρμοσαν όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ για την αντιμετώπιση των σχετικών δυσμενών επιπτώσεων στις οικονομίες τους, ακολούθησε μια ενεργειακή κρίση στο δεύτερο εξάμηνο του 2021. Η κρίση αυτή οφειλόταν αρχικά στην αναντιστοιχία προσφοράς και ζήτησης σε πετρέλαιο και ορυκτό αέριο, και στη συνέχεια επιδεινώθηκε από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία τον Φεβρουάριο του 2022 και την «οπλοποίηση» των ορυκτών πηγών ενέργειας. Η Ελλάδα επλήγη επίσης, ιδιαίτερα, από την κρίση στις τιμές ενέργειας που ανάγκασε την ελληνική κυβέρνηση να λάβει μέτρα σε μια προσπάθεια να την αναχαιτίσει. Από την έναρξη της κρίσης το φθινόπωρο του 2021 και μέχρι το τέλος του 2022 δαπανήθηκαν €10,7 δις για την ανακούφιση των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων από τα οικονομικά βάρη που προέκυψαν από την αλματώδη αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων. Ωστόσο, όλα αυτά τα μέτρα επιδοτούν, άμεσα ή έμμεσα, την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και, ως εκ τούτου, δεν θα επηρεάσουν μακροπρόθεσμα τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και των λογαριασμών ενέργειας. Δεδομένου ότι οι υψηλές τιμές στα καύσιμα συνεχίζονται και τα διαθέσιμα κονδύλια για την άμεση ενίσχυση των νοικοκυριών προκειμένου να βελτιώσουν το ενεργειακό τους κόστος εξαντλούνται, η μετάβαση σε ανάλογες πολιτικές και μέτρα είναι εξαιρετικά σημαντική σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα (τα επόμενα 2-3 χρόνια). Επίσης, είναι εξίσου σημαντική σε μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα, καθώς η Ελλάδα έχει ήδη θέσει φιλόδοξους κλιματικούς στόχους για το 2030, το 2040 και το 2050 στον πρώτο Εθνικό Κλιματικό Νόμο που ψηφίστηκε πρόσφατα (Ιούνιος 2022), η συμμόρφωση με τον οποίο αποτελεί τον κύριο στόχο της τρέχουσας αναθεώρησης του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) της χώρας.

Με αφορμή το παραπάνω πλαίσιο, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στην ενεργειακή κατανάλωση των ελληνικών νοικοκυριών και κυρίως στην ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση/ψύξη χώρων και τη χρήση συσκευών καθώς και για τις επιβατικές μεταφορές. Μέσα στα επόμενα 2-3 χρόνια τα ελληνικά νοικοκυριά θα κληθούν να ανταποκριθούν σε μια διπλή πρόκληση:

- (i) να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες υπό συνθήκες ιδιαίτερης αστάθειας στις τιμές της ενέργειας, και
- (ii) να μειώσουν το ανθρακικό τους αποτύπωμα.

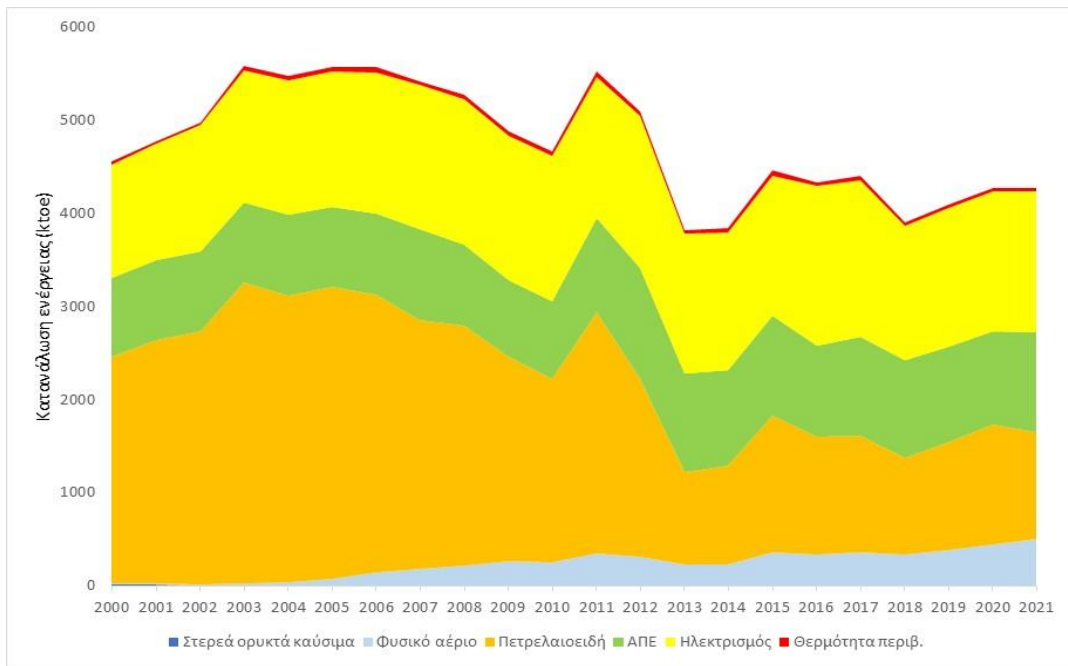
Δεδομένου ότι η ελληνική κυβέρνηση έχει ήδη επενδύσει τεράστια χρηματικά ποσά για τη μείωση των λογαριασμών ενέργειας των ελληνικών νοικοκυριών, η μελέτη εξετάζει κατά πόσον αυτοί οι πόροι μπορούν να διατεθούν έτσι ώστε το πρόβλημα της μείωσης του ενεργειακού κόστους και του περιορισμού των εκπομπών να αντιμετωπιστεί κατά ολοκληρωμένο και μόνιμο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, μελετά το βέλτιστο μείγμα παρεμβάσεων που θα οδηγήσει στην επίτευξη των δύο στόχων καθώς και την κατάλληλη δέσμη πολιτικών που θα πρέπει να εφαρμοστούν άμεσα

προκειμένου να επιτευχθεί ο εν λόγω μετασχηματισμός. Με άλλα λόγια, η μελέτη έχει ως στόχο να εξερευνήσει πώς και πόσο, λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένους οικονομικούς περιορισμούς και εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού πλαισίου, τα ελληνικά νοικοκυριά μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση χωρίς να χειροτερεύσει η ποιότητα ζωής τους.

## 1.2 Ο οικιακός τομέας στην Ελλάδα

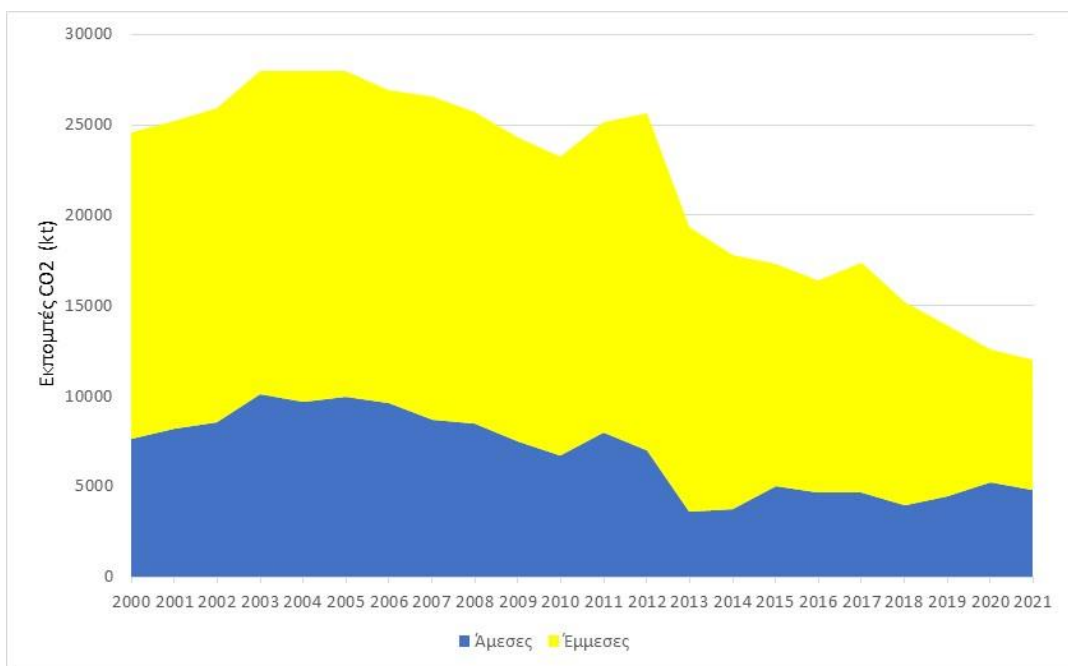
Η ενεργειακή απόδοση των οικιακών κτιρίων είναι ζωτικής σημασίας για την απεξάρτηση των οικονομιών από τον άνθρακα, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, και τη διασφάλιση κατάλληλων εσωτερικών συνθηκών, με προσιτές τιμές στα καύσιμα και τις ενεργειακές υπηρεσίες. Αναγνωρίζοντας τον κρίσιμο ρόλο του κτιριακού τομέα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και, κατ' επέκταση, η Ελληνική Πολιτεία έχουν επιχειρήσει τις τελευταίες δύο δεκαετίες να εφαρμόσουν διάφορες πολιτικές και μέτρα με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και, συνεπώς, τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος.

Όπως φαίνεται στο **Σχήμα 1**, η συνολική κατανάλωση ενέργειας στον ελληνικό οικιακό τομέα μειώθηκε από 4,6 Mtoe το 2000 σε 4,3 Mtoe το 2021 (-9,4%). Η τάση, ωστόσο, δεν ήταν ομοιόμορφη. Για περίπου 12 χρόνια (2000-2011), αν και με διακυμάνσεις, η κατανάλωση ενέργειας φαίνεται να αυξάνεται. Η αποκλιμάκωσή της ξεκίνησε το 2012 και συνέπεσε με την οικονομική κρίση που έπληξε την ελληνική οικονομία τη δεκαετία του 2010, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς των νοικοκυριών. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 2-3 ετών από την έναρξη της οικονομικής κρίσης, σχεδόν ένα στα δύο νοικοκυριά εγκατέλειψε σταδιακά τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ. Το μερίδιο των πετρελαιοειδών στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα μειώθηκε από 53% το 2000 σε περίπου 25% έως το 2013 και σε 27% το 2021, κυρίως λόγω της αύξησης των τιμών του πετρελαίου και της μείωσης του εισοδήματος των νοικοκυριών. Το ίδιο διάστημα, ο ρόλος του ορυκτού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας ενισχύεται, με το πρώτο να καλύπτει το 12% των συνολικών ενεργειακών αναγκών στον οικιακό τομέα το 2021, σε σύγκριση με το σχεδόν μηδενικό ποσοστό του το 2000, και τη δεύτερη να καλύπτει το 36% των ενεργειακών αναγκών το 2021, από 27% το 2000. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (εφεξής ΑΠΕ) αυξήθηκε από 19% το 2000 σε 25% το 2021, με τη βιομάζα που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων και την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση του νερού να είναι οι ΑΠΕ με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο ενεργειακό μείγμα του τομέα. Με άλλα λόγια, οι πολιτικές που εφαρμόστηκαν την τελευταία εικοσαετία στον οικιακό τομέα, σε συνδυασμό με τον αντίκτυπο της οικονομικής κρίσης του 2010, φαίνεται ότι είχαν μόνο μικρή επίδραση στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση του τομέα, αλλά πολύ σημαντική επίδραση στο μείγμα των ενεργειακών πόρων που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του.



**Σχήμα 1:** Τελική κατανάλωση ενέργειας του ελληνικού οικιακού τομέα την περίοδο 2000-2021 (ktOE). Πηγή: Eurostat, [nrg\_bal\_s].

Στο **Σχήμα 2** παρουσιάζεται η μεταβολή (εξέλιξη) των άμεσων (δηλ. από τη χρήση καυσίμων) και έμμεσων (δηλ. από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας) εκπομπών CO<sub>2</sub> του τομέα. Οι μειώσεις που επιτεύχθηκαν κατά την περίοδο 2012-2021 ήταν ιδιαίτερα μεγάλες (πάνω από 53%) σε σύγκριση με την περίοδο 2000-2012, κατά την οποία καταγράφηκε αύξηση κατά 4%. Η διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος που χρησιμοποιείται τόσο απευθείας στα κτίρια όσο και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν ο κύριος παράγοντας που συνέβαλε σε αυτή την εξέλιξη.



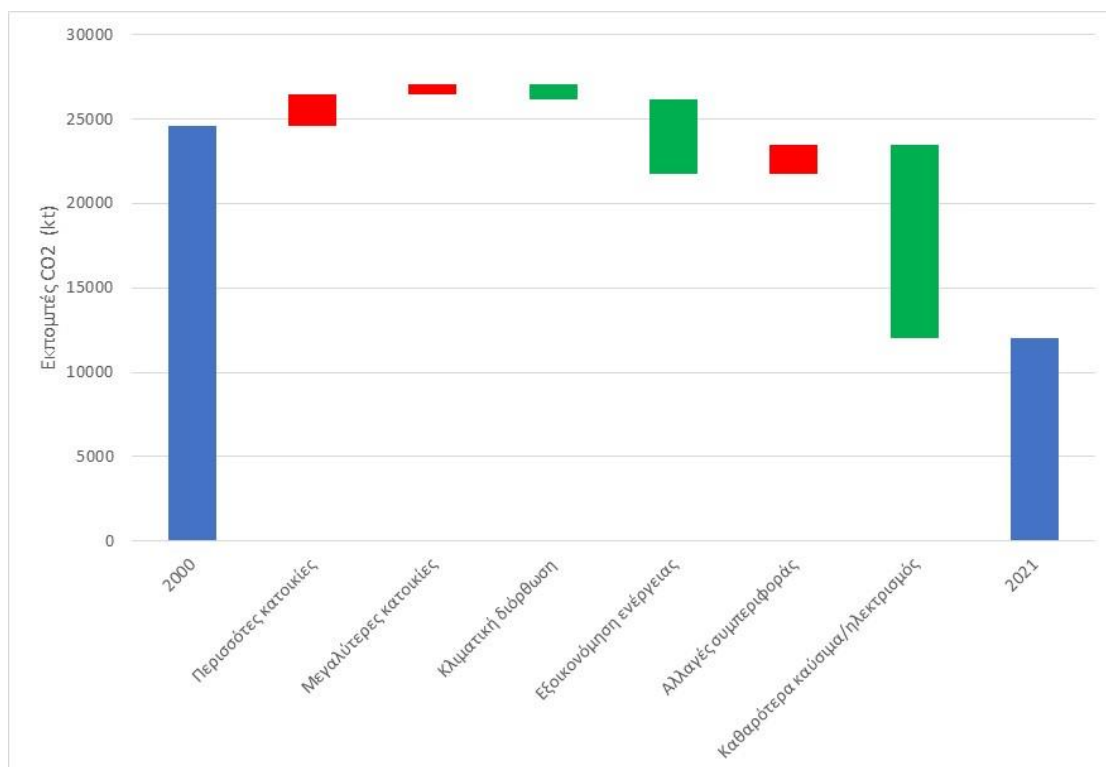
**Σχήμα 2:** Άμεσες (S1) και έμμεσες (S2) εκπομπές CO<sub>2</sub> του ελληνικού οικιακού τομέα για την περίοδο 2000-2021 (kt). Πηγή: Eurostat [env\_air\_gge] και ίδιοι υπολογισμοί.

Μια πιο λεπτομερής ανάλυση των παραμέτρων που συνέβαλαν στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του ελληνικού οικιακού τομέα κατά την περίοδο 2000-2021 παρουσιάζεται στο **Σχήμα 3**<sup>1</sup>. Η συνολική μείωση των εκπομπών ανέρχεται σε 51% ή 12,6 Mt CO<sub>2</sub>. Από αυτές, οι 11,5 Mt CO<sub>2</sub> (91% της συνολικής μείωσης) μπορούν να αποδοθούν στη χρήση καθαρότερων καυσίμων στις κατοικίες και στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στον τομέα (όπως η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος, η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών κ.λπ.) θα είχε αποφέρει, θεωρητικά, επιπλέον 4,3 εκατ. τόνους CO<sub>2</sub> σε μειώσεις εκπομπών. Ωστόσο, σχεδόν το 96% αυτών (δηλαδή 4,2 εκατ. τόνοι CO<sub>2</sub>) «χάθηκαν» λόγω αλλαγών στη συμπεριφορά των νοικοκυριών (όπως η αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των σπιτιών, η χρήση περισσότερων συσκευών και η αυξημένη χρήση της θέρμανσης για την επίτευξη καλύτερων συνθηκών θερμικής άνεσης). Τέλος, το 7,5% της μείωσης των εκπομπών του τομέα κατά την περίοδο 2000-2021 αποδίδεται σε ευνοϊκότερες κλιματικές συνθήκες.

Επομένως, η σημαντική βελτίωση του ανθρακικού αποτυπώματος του ελληνικού οικιακού τομέα την περίοδο 2000-2021 σχετίζεται, σε μεγάλο βαθμό, με τη διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος και, κυρίως, με την υποκατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης με ορυκτό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι την ίδια περίοδο οι εκπομπές άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα μειώθηκαν σημαντικά λόγω των πολιτικών προώθησης των ΑΠΕ και του ορυκτού αερίου, σε συνδυασμό με τη δραστική μείωση της χρήσης του λιγνίτη και τον παροπλισμό πολλών λιγνιτικών μονάδων. Η επίδραση της οικονομικής κρίσης στη διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος του τομέα ήταν ουσιαστική. Οι παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας που προωθήθηκαν κατά την ίδια περίοδο επέφεραν πολύ μικρότερη εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση του ανθρακικού αποτυπώματος του τομέα από το αναμενόμενο. Το τελευταίο σχετίζεται πιθανώς με τα υψηλά επίπεδα ενεργειακής ένδειας (ή «ενεργειακής φτώχειας») στην Ελλάδα, καθώς ένα σημαντικό ποσοστό των νοικοκυριών αδυνατεί να θερμάνει και να ψύξει επαρκώς την κατοικία του, γεγονός που πιθανώς οφείλεται σ' ένα έντονο φαινόμενο ενεργειακής ανάδρασης. Με άλλα λόγια, τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόστηκαν βοήθησαν τα νοικοκυριά περισσότερο να λάβουν καλύτερες ενεργειακές υπηρεσίες παρά να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση.

---

<sup>1</sup> Εφαρμόστηκε ανάλυση αποσύνθεσης με βάση τη μέθοδο LMDI, η οποία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τους Ang και Liu (2001). Ως επεξηγηματικές μεταβλητές χρησιμοποιήσαμε τον αριθμό και το μέγεθος των κατοικιών, τις καιρικές συνθήκες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης, το τεχνικό δυναμικό των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται, τις αλλαγές συμπεριφοράς και την ένταση άνθρακα των χρησιμοποιούμενων πηγών ενέργειας. Τα δεδομένα αντλήθηκαν από τη Eurostat, τη βάση δεδομένων Odyssee, την Ελληνική Στατιστική Αρχή, το 4ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση και την Έκθεση Στατιστικής Ανάλυσης ΠΕΑ των κτιρίων (2022).



**Σχήμα 3:** Ανάλυση της μεταβολής των άμεσων και έμμεσων εκπομπών CO<sub>2</sub> του οικιακού τομέα για την περίοδο 2000-2021.

Η εξέλιξη του φαινομένου της ενεργειακής ένδειας στην Ελλάδα κατά την τελευταία 20ετία (2003-2022) παρουσιάζεται στο **Σχήμα 4** με βάση τρεις δείκτες που προέκυψαν από την έρευνα EU-SILC που διεξάγεται ετησίως σε όλα τα κράτη μέλη.

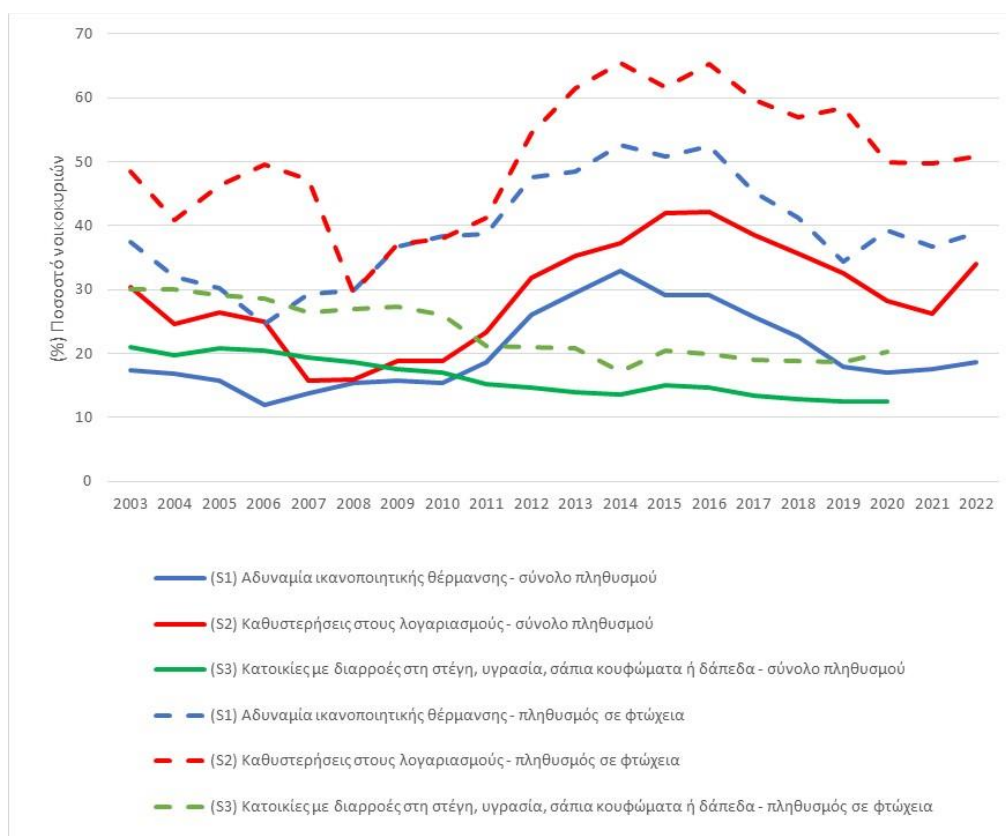
Σύμφωνα με τον δείκτη S1 (αδυναμία επαρκούς θέρμανσης κατοικίας), η ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα παρουσίασε σημαντική επιδείνωση την περίοδο 2010-2014 κυρίως λόγω της οικονομικής ύφεσης, ενώ παρατηρήθηκε βελτίωση τα επόμενα χρόνια και ιδιαίτερα από το 2017 και μετά. Το 2014 περίπου ένα στα τρία νοικοκυριά και περισσότερα από τα μισά φτωχά νοικοκυριά δεν μπορούσαν να θερμάνουν επαρκώς την κατοικία τους. Ωστόσο, ο αριθμός των νοικοκυριών με ανεπαρκή θέρμανση το 2019 ήταν μόνο οριακά υψηλότερος από τον αντίστοιχο του 2010 (στην αρχή της οικονομικής κρίσης), ενώ το ποσοστό των φτωχών νοικοκυριών που δεν μπορούν να θερμάνουν επαρκώς τις κατοικίες τους ήταν χαμηλότερο από το αντίστοιχο ποσοστό του 2010 (αλλά διατηρήθηκε στο επίπεδο του 35%). Μικρή επιδείνωση του δείκτη παρατηρείται και πάλι την περίοδο 2021-2022, πιθανότατα λόγω των αυξημένων τιμών ενέργειας.

Η εξέλιξη του δείκτη S2 (ληξιπρόθεσμες οφειλές σε λογαριασμούς κοινής ωφέλειας) ήταν παρόμοια (αλλά με απόκλιση 1-2 ετών), καθώς το ποσοστό των νοικοκυριών που αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας αυξάνεται από το 2010 μέχρι το 2016. Εκείνη τη χρονιά, το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας επηρέασε το 42,2% του συνόλου των νοικοκυριών και πάνω από το 65% των φτωχών νοικοκυριών στην Ελλάδα. Παρά τη μικρή βελτίωση τα επόμενα έτη, ο δείκτης S2 δεν ακολουθεί τη εντυπωσιακή πτώση που είχε ο δείκτης S1, κυρίως λόγω των υψηλών

τιμών ενέργειας και της χαμηλής αύξησης του εισοδήματος των νοικοκυριών. Επιπλέον, ο ρυθμός ανακούφισης από την ενεργειακή φτώχεια είναι πιο χαμηλός στα φτωχά νοικοκυριά. Σημαντική επιδείνωση του δείκτη αυτού παρατηρήθηκε το 2022, λόγω των μεγάλων αυξήσεων στις τιμές των ενεργειακών προϊόντων.

Τέλος, η ανάλυση του δείκτη S3 (διαβίωση σε κατοικία με διαρροή στην οροφή, υγρούς τοίχους, δάπεδα ή θεμέλια, ή σήψη στα κουφώματα ή στο δάπεδο) εμφανίζει συνεχή βελτίωση καθ' όλη την υπό εξέταση περίοδο. Η κατασκευή νέων κτιρίων, και ιδίως οι ενεργειακές ανακαινίσεις των υπάρχοντων κτιρίων, βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού αποθέματος, γεγονός που αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για τη μακροπρόθεσμη ανακούφιση από την ενεργειακή φτώχεια.

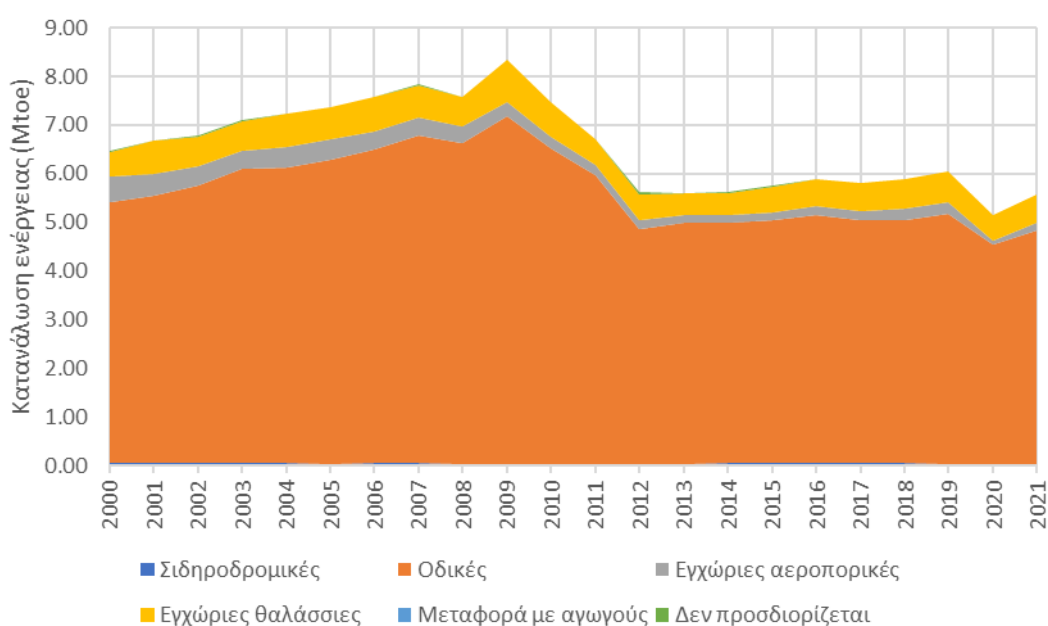
Η ανάλυση αυτών των τριών υποκειμενικών δεικτών δείχνει ότι οι ενεργειακά φτωχοί πολίτες προέρχονται από όλα τα εισοδηματικά εκατοστημόρια, ωστόσο το φαινόμενο της ενεργειακής φτώχειας παρουσιάζεται σημαντικά πιο έντονο στα φτωχά νοικοκυριά. Η διακύμανση των δεικτών S1 και S2 κατά την περίοδο 2010-2021 δείχνει ότι, σε μεγάλο βαθμό, τα πολύ υψηλά ποσοστά ενεργειακής φτώχειας (άνω του 25%) που καταγράφονται στην Ελλάδα για αρκετά χρόνια κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου οφείλονται στην οικονομική κρίση, στη μείωση του εισοδήματος των νοικοκυριών (από το 2010 έως περίπου το 2016) και στην αύξηση των τιμών της ενέργειας, η οποία δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχη αύξηση του εισοδήματος. Από την άλλη πλευρά, 15% των νοικοκυριών διαμένει σε κατοικίες με σοβαρά λειτουργικά προβλήματα. Στην περίπτωση τους, το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας πιθανότατα παρουσιάζει περισσότερα δομικά χαρακτηριστικά.



**Σχήμα 4: Μεταβολή των δεικτών ενεργειακής φτώχειας στην Ελλάδα. Πηγή Eurostat, Έρευνα EU-SILC.**

## 1.3 Επιβατικές μεταφορές στην Ελλάδα

Ο τομέας των μεταφορών στην Ελλάδα (εξαιρουμένων των διεθνών εναέριων και θαλάσσιων μεταφορών) αντιπροσώπευε περίπου το 37% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2021, σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat για τα εθνικά ενεργειακά ισοζύγια. Όσον αφορά τη συμβολή του στη συνολική τελική κατανάλωση, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές σε σχέση με το 2000, καθώς το μερίδιο συνεισφοράς του εκείνη τη χρονιά ήταν 36%. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας του τομέα (Σχήμα 5) μειώθηκε από 6,5 Mtoe το 2000 σε περίπου 5,4-6 Mtoe από το 2012 και μετά, φθάνοντας τους 5,5 Mtoe το 2021. Ο τομέας εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από τα υγρά καύσιμα (περίπου 96% το 2021) και, ως εκ τούτου, τίθενται ιδιαίτερες προκλήσεις όσον αφορά την απεξάρτησή του από τον άνθρακα, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών έως το 2050.



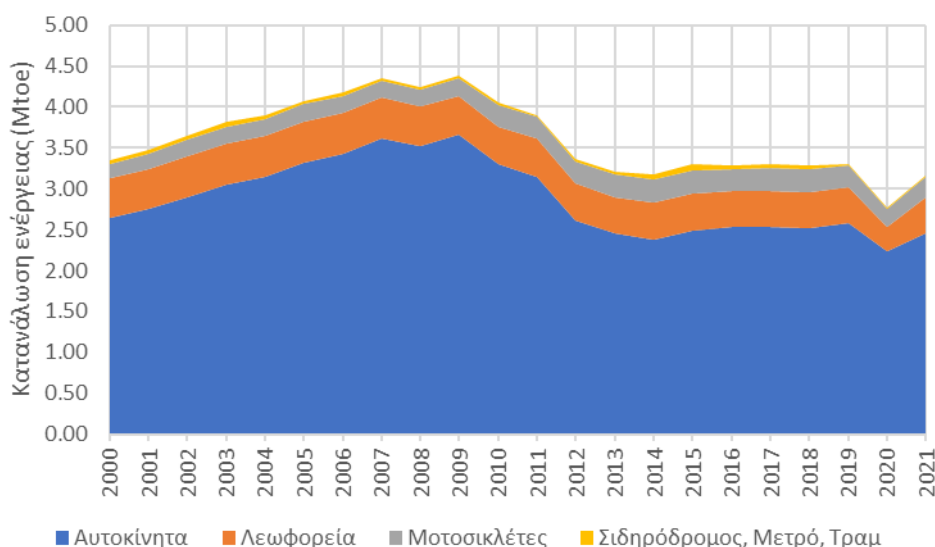
**Σχήμα 5:** Τελική κατανάλωση ενέργειας του ελληνικού τομέα μεταφορών την περίοδο 2000-2021(ktoe). Πηγή: Eurostat, [nrg\_bal\_s].

Οι οδικές μεταφορές κυριαρχούν στην κατανάλωση ενέργειας του τομέα των μεταφορών, καθώς αντιπροσωπεύουν περίπου το 87% της τελικής τομεακής ενεργειακής κατανάλωσης το 2021 (από 83% το 2000). Συνολικά, η κατανάλωση ενέργειας στις οδικές μεταφορές μειώθηκε από 5,4 Mtoe το 2000 σε 4,8 Mtoe το 2021. Από το 2000 έως το 2009 η κατανάλωση ενέργειας αυξανόταν με διάφορες διακυμάνσεις, φθάνοντας τους 7,1 Mtoe το 2009. Στη συνέχεια, για τα επόμενα πέντε χρόνια και μεσούσης της οικονομικής κρίσης που έπληξε την ελληνική οικονομία τη δεκαετία του 2010, η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε σε 4,9 Mtoe το 2014. Έκτοτε, παρατηρήθηκε μια αργή αυξητική τάση που διακόπηκε το 2020 κυρίως λόγω των περιορισμών κινητικότητας που προέκυψαν από την πανδημία. Σημειώνεται ότι τα επίπεδα κατανάλωσης από το 2014 και μετά παρέμειναν χαμηλότερα από εκείνα της δεκαετίας του 2000, πιθανώς λόγω κοινωνικοοικονομικών παραγόντων (π.χ.

μειωμένο εισόδημα), αλλά και λόγω της βελτιωμένης απόδοσης των οχημάτων που ταξινομήθηκαν για πρώτη φορά.

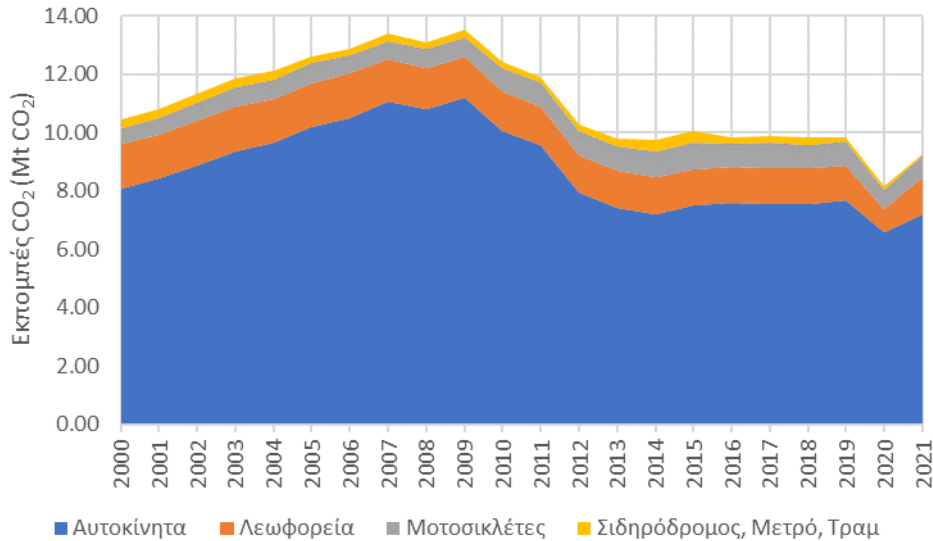
Η κατηγορία των επιβατικών μεταφορών αποτελεί τον σημαντικότερο κλάδο στο πλαίσιο των οδικών μεταφορών (σε σύγκριση με τις οδικές εμπορευματικές μεταφορές που εξυπηρετούνται σχεδόν αποκλειστικά από φορτηγά), καθώς η συμβολή του (συμπεριλαμβανομένων των σιδηροδρομικών μεταφορών) αγγίζει το 62% έως 70% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στις οδικές μεταφορές (65% το 2021). Η ενεργειακή κατανάλωση για τις οδικές μεταφορές επιβατών παρουσιάζει παρόμοια τάση με αυτήν που περιγράφεται παραπάνω όσον αφορά τις οδικές μεταφορές συνολικά. Η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε ελάχιστα από 3,4 Mtoe το 2000 σε 3,2 Mtoe το 2021, φθάνοντας στη μέγιστη τιμή των 4,4 Mtoe το 2009 (Σχήμα 6). Εκτός από τις κοινωνικοοικονομικές εξελίξεις, στην τάση που παρατηρείται συνέβαλαν και οι βελτιώσεις στην οικονομία καυσίμου των οχημάτων.

Η πορεία της κατανάλωσης ενέργειας απεικονίζεται επίσης στο Σχήμα 7, το οποίο παρουσιάζει την εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> που προέρχονται από τις επιβατικές μεταφορές στο πλαίσιο των οδικών και των σιδηροδρομικών μεταφορών. Πρακτικά, όλες οι εκπομπές προέρχονται από τη χρήση καυσίμων (δηλ. άμεσες εκπομπές). Η μείωση των εκπομπών την περίοδο 2009-2021 (4,2 Mt CO<sub>2</sub>) είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την αύξηση που σημειώθηκε την περίοδο 2000-2009 (3,1 Mt CO<sub>2</sub>). Η τάση των εκπομπών είναι παρόμοια με την τάση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι εκπομπές από τις επιβατικές μεταφορές παρέμειναν σχεδόν στάσιμες μεταξύ των ετών 2013 και 2021 (περίπου 9,6 Mt CO<sub>2</sub>), με εξαίρεση το 2020, έτος της πανδημίας του κορωνοϊού, οπότε και μειώθηκαν σε 8,1 Mt CO<sub>2</sub>, και το 2021 όπου ήταν περίπου 11% χαμηλότερες σε σύγκριση με εκείνες του 2000.



**Σχήμα 6:** Τελική κατανάλωση ενέργειας στον κλάδο των επιβατικών μεταφορών (οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές) στην Ελλάδα, την περίοδο 2000-2021 (Mtoe).  
Πηγή: Εθνική Απογραφή Αερίων του Θερμοκηπίου, Απρίλιος 2023.





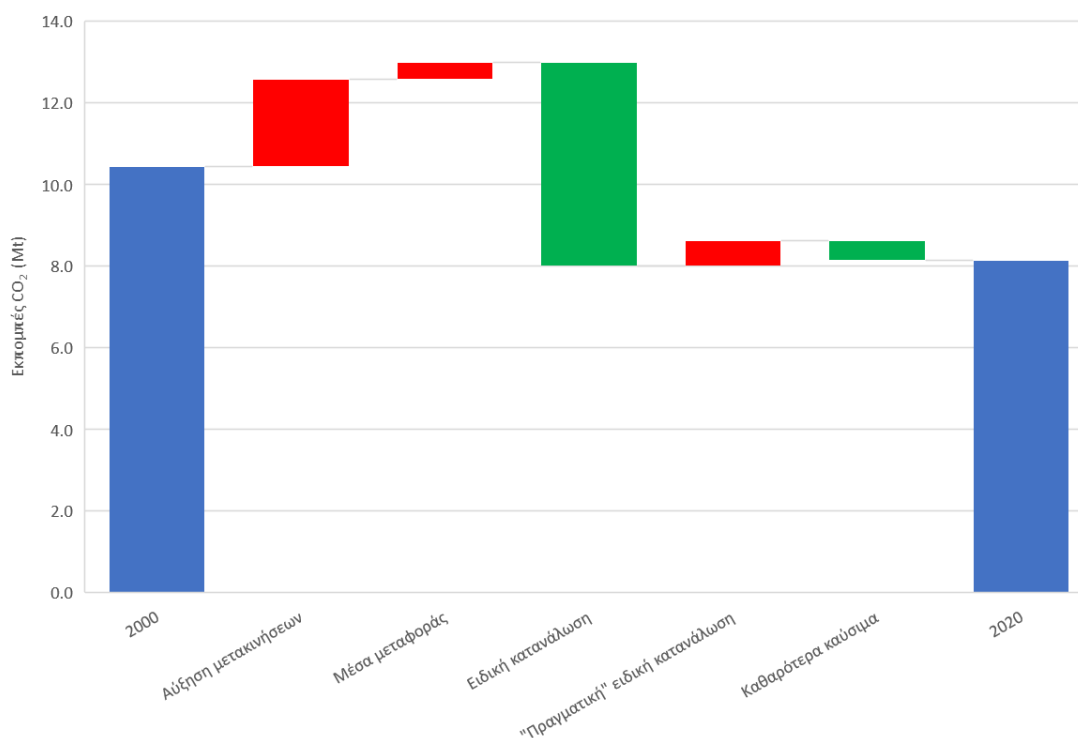
**Σχήμα 7:** Εκπομπές CO<sub>2</sub> στον κλάδο των επιβατικών μεταφορών (οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές) στην Ελλάδα, την περίοδο 2000-2021 (kt CO<sub>2</sub>). Πηγή: Εθνική Απογραφή Αερίων του Θερμοκηπίου, Απρίλιος 2023.

Πιο λεπτομερής ανάλυση<sup>2</sup> των παραμέτρων που επηρεάζουν τη μεταβολή του ανθρακικού αποτυπώματος του κλάδου των επιβατικών μεταφορών στο πλαίσιο των οδικών και των σιδηροδρομικών μεταφορών κατά την περίοδο 2000-2020<sup>3</sup> παρουσιάζεται στο Σχήμα 8. Η συνολική μείωση των εκπομπών ανέρχεται σε 22% ή 2,3 Mt CO<sub>2</sub>. Η αυξημένη δραστηριότητα ως προς τα επιβατοχιλιόμετρα<sup>4</sup> (αύξηση κατά 26% το 2020 σε σχέση με το 2000) είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών κατά 2,1 Mt CO<sub>2</sub>. Η μεταστροφή των μεταφορών (από την άποψη του ποσοστού των επιβατοχιλιομέτρων που διανύθηκαν από διαφορετικά μέσα μεταφοράς) είχε επίσης αυξητική επίδραση (0,4 Mt CO<sub>2</sub>), καθώς το ποσοστό των επιβατοχιλιομέτρων που διανύθηκαν από επιβατικά αυτοκίνητα αυξήθηκε από 64% το 2000 σε 80% το 2020. Και οι δύο αυτοί παράγοντες αντισταθμίζονται από τη βελτίωση της οικονομίας καυσίμου του αποθέματος οχημάτων (- 5 Mt CO<sub>2</sub>). Ένα μέρος αυτών των μειώσεων (περίπου 0,6 Mt CO<sub>2</sub>) χάνεται, καθώς η πραγματική οδηγική συμπεριφορά απέχει πολύ από τις βέλτιστες συνθήκες που λαμβάνονται υπόψη κατά την εξαγωγή των τιμών οικονομίας καυσίμου που ανακοινώνονται. Τέλος, η μείωση της περιεκτικότητας άνθρακα στα χρησιμοποιούμενα καύσιμα ( π.χ. μέσω της εισαγωγής ορυκτού αερίου κυρίως στα λεωφορεία και βιοκαυσίμων που αναμειγνύονται σε ντίζελ και βενζίνη) συνέβαλε σε μια πρόσθετη μείωση της τάξης των 0,5 Mt CO<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> Εφαρμόστηκε μια ανάλυση αποσύνθεσης με βάση τη μέθοδο LMDI, η οποία παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τους Ang και Liu (2001). Ως επεξηγηματικές μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν ο αριθμός των διανυθέντων επιβατοχιλιομέτρων, το μερίδιο των επιβατοχιλιομέτρων ανά τρόπο μεταφοράς (μεταστροφή των μεταφορών), η τεχνική απόδοση των οχημάτων, οι αλλαγές συμπεριφοράς και η ένταση άνθρακα των χρησιμοποιούμενων πηγών ενέργειας. Τα δεδομένα αντλήθηκαν από τη Eurostat, τη βάση δεδομένων IDEES, την Ελληνική Στατιστική Αρχή και την Εθνική Έκθεση Απογραφής Αερίων του Θερμοκηπίου που υποβλήθηκε στο UNFCCC (2023).

<sup>3</sup> Δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τα επιβατοχιλιόμετρα για το 2021.

<sup>4</sup> EU transport in figures: statistical pocketbook 2022 (Οι μεταφορές στην ΕΕ σε αριθμούς: Στατιστικό εγχειρίδιο 2022), Γενική Διεύθυνση Κινητικότητας και Μεταφορών σε συνεργασία με τη Eurostat ([https://transport.ec.europa.eu/facts-funding/studies-data/eu-transport-figures-statistical-pocketbook/statistical-pocketbook-2022\\_en](https://transport.ec.europa.eu/facts-funding/studies-data/eu-transport-figures-statistical-pocketbook/statistical-pocketbook-2022_en)).



**Σχήμα 8:** Ανάλυση της μεταβολής των εκπομπών CO<sub>2</sub> που προέρχονται από τον κλάδο των επιβατικών μεταφορών στο πλαίσιο των οδικών και των σιδηροδρομικών μεταφορών κατά την περίοδο 2000-2020.

Συνοπτικά, για την περίοδο 2000 - 2020, οι μεταβολές στις εκπομπές από τις επιβατικές μεταφορές αποδίδονται σε δύο αντίθετες τάσεις: αφενός, η αυξημένη δραστηριότητα και η εντατικοποιημένη χρήση των επιβατικών αυτοκινήτων αύξησαν τις εκπομπές, αφετέρου, η βελτίωση της οικονομίας καυσίμου του αποθέματος οχημάτων οδήγησε σε μείωση των εκπομπών. Η ενίσχυση του ηλεκτρισμού του στόλου των οχημάτων σε συνδυασμό με τη συνεχή μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να συμβάλλει περαιτέρω στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του τομέα των οδικών μεταφορών στο μέλλον. Ταυτόχρονα, οι πολιτικές που προωθούν την υιοθέτηση μη τεχνικών μέτρων που στοχεύουν σε αλλαγές στη συμπεριφορά είναι απαραίτητες για να αντιμετωπιστούν οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών.

## 1.4 Πρόσφατα, τρέχοντα και εξαγγελθέντα μέτρα στήριξης

Ενόψει των στόχων που έπρεπε να θέσουν όλα τα κράτη μέλη προκειμένου να επιτύχουν τους φιλόδοξους στόχους της ΕΕ για το 2030 σχετικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ενεργειακή απόδοση, στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ, η Ελλάδα είχε ήδη θέσει σε εφαρμογή πολιτικές και μέτρα για τη μείωση της χρήσης ενέργειας και των εκπομπών τόσο στον οικιακό τομέα όσο και στον τομέα των μεταφορών. Στον οικιακό τομέα, το «Εξοικονομώ κατ' οίκον II», που

αποτελεί συνέχεια ενός παλαιότερου προγράμματος (2009) ενεργειακής αναβάθμισης, τέθηκε σε εφαρμογή το 2018, ενώ ακολούθησαν νέες εκδόσεις το 2021 (Εξοικονομώ 2021 και Εξοικονομώ-Αυτονομώ). Τα προγράμματα αυτά παρείχαν επιχορηγήσεις καθώς και χαμηλότοκα δάνεια για περίπου 140.000 ανακαινίσεις. Με την ενίσχυση των στόχων της δέσμης «Προσαρμογή στον στόχο του 55 %» (Fit for 55) ανακοινώθηκε μια νέα έκδοση του «Εξοικονομώ 2023» και το νέο πρόγραμμα «Εξοικονομώ-Ανακαινίζω» για νεαρά ζευγάρια, με συνολική δημόσια χρηματοδότηση €300 εκατ. έως το 2025 και στόχο την αναβάθμιση περίπου 105.000 επιπλέον κτιρίων/κατοικιών.

Εκτός αυτού, από το περασμένο έτος, η κυβέρνηση έχει θέσει σε εφαρμογή μια πολιτική που διευκολύνει την αντικατάσταση παλαιότερων, λιγότερο αποδοτικών οικιακών συσκευών (ψυγεία και κλιματιστικά) με νέες. Ο προϋπολογισμός του προγράμματος ανέρχεται σήμερα σε €287 εκατ. και θα παράσχει επιδοτήσεις σε πάνω από 425.000 δικαιούχους.

Επίσης, βρίσκεται σε εξέλιξη πρόγραμμα επιδότησης για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών με μπαταρία (για την αποθήκευση ενέργειας) σε στέγες, με προϋπολογισμό €208 εκατ. Περισσότερες από 5.000 εγκαταστάσεις έχουν ήδη λάβει έγκριση για επιχορήγηση, αν και έχουν αναφερθεί διαχειριστικά προβλήματα με αποτέλεσμα πάνω από το 50% των προγραμματισμένων αιτήσεων για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες να μην συμμετέχουν στο πρόγραμμα.

Στον τομέα των μεταφορών, εδώ και δύο χρόνια εφαρμόζεται πρόγραμμα επιδότησης που παρέχει επιχορηγήσεις που καλύπτουν το 30% της τιμής αγοράς (έως €9.000 κατ' ανώτατο όριο ανά όχημα) των ηλεκτρικών οχημάτων με συσσωρευτή (BEV), συμπεριλαμβανομένων των σκούτερ και των ποδηλάτων, με συνολικό προϋπολογισμό περίπου €50 εκατ. Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, το ποσό αφορά πωλήσεις άνω των 10.000 δίκυκλων και τετράκυκλων BEV, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 2,5-3% των συνολικών πωλήσεων, ποσοστό που αυξάνεται στο 4% για το 2023.

Τα στοιχεία αυτά πρέπει να συγκριθούν με τα αντίστοιχα δεδομένα που περιλαμβάνονται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) της Ελλάδας. Το τρέχον ΕΣΕΚ, το οποίο κατατέθηκε τον Δεκέμβριο του 2019, πρόκειται να αντικατασταθεί από το νέο σχέδιο που ανακοινώθηκε τον Ιανουάριο του 2023 και παρουσιάστηκε αρχικά υπό τη μορφή διαφανειών (51 διαφάνειες) και, στη συνέχεια, τον Αύγουστο του 2023, ως σύνοψη σ' ένα έγγραφο 75 σελίδων. Το κείμενο τέθηκε σε διαβούλευση σε περιορισμένη ομάδα ενδιαφερόμενων μερών αλλά όχι στο ευρύ κοινό. Τελικά, στις 6 Νοεμβρίου, η ελληνική κυβέρνηση υπέβαλε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια νέα έκδοση του αναθεωρημένου προσχεδίου ΕΣΕΚ.<sup>5</sup>

Οι κύριοι στόχοι του ΕΣΕΚ που κατατέθηκε τον Νοέμβριο του 2023 συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα 1.

<sup>5</sup> [https://commission.europa.eu/publications/greece-draft-updated-necp-2021-2030\\_en](https://commission.europa.eu/publications/greece-draft-updated-necp-2021-2030_en)

**Πίνακας 1:** Οι στόχοι του ΕΣΕΚ Νοεμβρίου 2023 για τη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ, τη διείσδυση των ΑΠΕ και την ενεργειακή απόδοση.

Στόχοι του ΕΣΕΚ	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Αέρια του Θερμοκηπίου χωρίς LULUCF (μεταβολή από το 1990)	-26%	-41%	-54%	-68%	-82%	-89%	-93%
Αέρια του Θερμοκηπίου με LULUCF (μεταβολή από το 1990)		-44%	57%	72%	87%	-95%	-99%
Δείκτης ΑΠΕ ως % ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης	35%	31%	44%	65%	83%	97%	105%
Ενεργειακή αποδοτικότητα		-4%	-5%	-14%	-18%	-22%	-27%
Τελική κατανάλωση ενέργειας (εκ. Τιπ)	15.65	16.60	15.40	13.80	12.80	12.00	11.50
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγή (% ακαθ. κατανάλ. ηλ. ενέργειας)	36%	58%	79%	94%	96%	96%	97%
ΑΠΕ-θέρμανση/ψύξη	31%	36%	46%	63%	80%	99%	100%
ΑΠΕ μεταφορές	4%	13%	29%	98%	209%	381%	584%
RFNBO (% καύσιμα μεταφορών)		0%	1%	11%	23%	31%	50%
Προηγμένα βιοκαύσιμα (% καύσιμα μεταφορών)	0%	0%	2.4%	10%	17%	26%	32%
Συμβατικά βιοκαύσιμα (% καύσιμα μεταφορών) -άνω όριο	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%	1.7%
Non-ETS (% μεταβολή ΑτΘ στους τομείς εκτός ETS)	-32%	-36%	-46%	-61%	-76%	-84%	-87%

Οι Πίνακες 2 και 3 που ακολουθούν παρουσιάζουν τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα στο ΕΣΕΚ Νοεμβρίου (στην πραγματικότητα του Απριλίου) για τον οικιακό τομέα και τον τομέα των μεταφορών.

**Πίνακας 2:** Στοιχεία σχετικά με τον οικιακό τομέα στην Ελλάδα στο ΕΣΕΚ 2023.

Δημογραφικά στοιχεία	2010-15	2015-20	2020-25	2025-30	2030-35	2035-40	2040-45	2045-50
Πληθυσμός (Εκατ.)		10.70	10.51	10.30	10.11	9.91	9.71	9.50
ΑΕΠ (Εκατ. €2015)	177.26	168.17	194.85	200.43	212.35	231.16	251.17	272.06
<b>Στοιχεία για νοικοκυριά</b>								
Συνολικές δαπάνες (Δις. €)	123.10	115.00	132.40	135.40	142.60	154.20	166.60	179.30
Πλήθος νοικοκυριών	4375.00	4382.00	4371.00	4336.00	4313.00	4294.00	4285.00	4274.00
Μέγεθος νοικοκυριών	2.44	2.44	2.40	2.38	2.34	2.31	2.27	2.22
Εμβαδόν ανα νοικοκυριό (m <sup>2</sup> /hh)	88.00	88.00	89.00	90.00	90.00	91.00	91.00	92.00
Σύνολο εμβαδού κατοικιών (Mm <sup>2</sup> )	385.00	385.62	389.02	390.24	388.17	390.75	389.94	393.21
<b>Αναβαθμίσεις &amp; Νέες κατασκευές</b>								
Ρυθμός ριζικών αναβαθμίσεων (% επι συνόλου)	3	7	12	19	25	31	38	43
Πλήθος κτιρίων χωρίς αναβάθμιση (1000)		3620	3212	2715				1256
Αναβαθμίσεις (1000/έτος)		47	59	79				83
Ρυθμός αναβαθμίσεων (% επι συνόλου)		0.8	1	1.4	1.7	1.5	1.6	1.7
Κόστος επενδύσεων αναβάθμισης (Εκατ. €/έτος)		362	483	811	855	707	716	694
Νέες κατασκευές (%/έτος)		0.07	0.11	0.18	0.21	0.23	0.25	0.27
<b>Εξοπλισμός και συσκευές</b>								
Πλήθος συσκευών (1000)								
Λευκά είδη	10170	14026	15750	17339	18860	20120	20783	21226
Μαύρα είδη	24587	33013	38953	45975	50162	58751	63199	64284
Κλιματισμός	3631	5460	8351	10935	13665	17175	20568	21857

Ενεργειακή αποδοτικότητα συσκευών (kWh/app)								
Λευκά είδη	301	247	148	144	142	139	135	130
Μαύρα είδη	249	234	212	192	179	171	167	164
Κλιματισμός		337	229	169	140	120	112	113
COP κλιματιστικών	2.45	3.03	3.64	4.31	4.73	5.08	5.2	5.3
Κτίρια με αντλίες θερμότητας για θ/ψ (%)		351	519	857				2727
Κτίρια με αντλίες θερμότητας (1000)		8	12	17	34	53	71	91
Δαπάνες εξοπλισμού (Εκατ. €)		2877	5752	6174	4796	5005	4098	5532
<b>Ενεργειακή κατανάλωση</b>								
% ηλεκτρισμού		36	38	47	53	56	59	61
Μέση κατανάλωση (kWh/m2)		135	128	112	101	98	94	90
<b>Εκπομπές ΑτΘ</b>								
Εκπομπές Κτίρια και Γεωργία (MtCO <sub>2</sub> )	6.3	5.6	5.8	5.1	2.9	1.1	0.1	0
Εκπομπές Οικιακών κτιρίων/ενέργεια (MtCO <sub>2</sub> /toe)		1.11	1	0.69	0.29	0.1	0.01	0.01

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, ο πληθυσμός μειώνεται κατά τη διάρκεια της περιόδου 2020-2050, μ' έναν σχεδόν σταθερό ρυθμό. Αυτό έχει τα εξής αποτελέσματα: διατήρηση ενός σχεδόν σταθερού αριθμού κτιρίων, μικρή μείωση του μεγέθους των νοικοκυριών και εξίσου μικρή αύξηση του χώρου ανά νοικοκυριό. Για τη χρονική περίοδο 2020-2030 οι μεταβολές αυτές στα δημογραφικά στοιχεία κυμαίνονται σε ποσοστό μικρότερο του 2%.

Εστιάζοντας στη χρονική περίοδο 2020-2030, το ΕΣΕΚ προτείνει μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (FEC) κατά 11,9%. Αυτό πρόκειται να επιτευχθεί (i) με την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων με ετήσιο ρυθμό 58.000 μονάδων/έτος κατά την περίοδο 2020-2025, ο οποίος προβλέπεται να αυξηθεί σε 68.000 μονάδες/έτος κατά την επόμενη πενταετία 2025-2030, (ii) με την αύξηση του μεριδίου χρήσης αντλιών θερμότητας από 7% το 2020 σε 17% της συνολικής χρήσης έως το 2030, που αντιστοιχεί σε αύξηση 9% και (iii) με την αναβάθμιση των οικιακών συσκευών με στόχο την αύξηση της μέσης απόδοσης από 40% για τις λευκές συσκευές και 20% για τις μαύρες συσκευές.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, θα απαιτηθεί χρηματοδότηση ύψους €2,5 δις για την περίοδο 2020-2025 για τις εργασίες ανακαίνισης, η οποία θα πρέπει να αυξηθεί κατά €4,1 δις για την επόμενη πενταετή περίοδο (2025-2030). Η αντίστοιχη μείωση των εκπομπών κατά τη δεκαετία 2020-2030 εκτιμάται σε περίπου 500 kt CO<sub>2</sub> ή 9% επί του συνόλου των εκπομπών του οικιακού τομέα. Για την ίδια δεκαετία προβλέπεται ένα πολύ μεγαλύτερο ποσό, ύψους €43,9 δις, για την αγορά συσκευών υψηλής απόδοσης.

Επιπλέον, το ΕΣΕΚ προτείνει αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων κατά 9,1 GW τη δεκαετία 2020-2030. Από αυτές, 100.000 εγκαταστάσεις σε στέγες είναι ήδη εγγεγραμμένες στο πρόγραμμα επιδότησης. Χρησιμοποιώντας ως οδηγό τα κόστη που αναφέρονται στο τρέχον πρόγραμμα επιδότησης (δηλ. €1500/kW συν €850/kWh για το συνοδευτικό πακέτο μπαταριών)

και υπολογίζοντας μια μέση ισχύ 5kW ανά εγκατάσταση, καθώς και ένα επιπλέον 20% των εγκαταστάσεων που δεν θα επωφεληθούν από την επιδότηση (που ανέρχεται σε 40% τον Σεπτέμβριο του 2023), υπολογίζεται ότι απαιτείται επένδυση ύψους περίπου €1,32 δις, εκ των οποίων περίπου €645 εκατ. αποτελούν το ποσό της επιδότησης.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, εντοπίζονται ορισμένες αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των εκδόσεων του ΕΣΕΚ του 2023. Η πρώτη διαφορά είναι η τεράστια αύξηση του ποσοστού εγκατάστασης αντλιών θερμότητας μετά το 2030, η οποία το 2050 φτάνει σχεδόν το 100% στην έκδοση του Αυγούστου 2023 (παρά το γεγονός ότι οι εκπομπές και η κατανάλωση ενέργειας ανά τ.μ. παραμένουν σταθερές). Η δεύτερη είναι η μεγάλη μείωση (της τάξης του 25%) των δαπανών για εργασίες ανακαίνισης κατά την περίοδο 2021-2025 στην έκδοση του Νοεμβρίου 2023. Αυτή η εκτίμηση βρίσκεται σαφώς πιο κοντά στην πραγματικότητα, καθώς τη στιγμή που συντάσσεται αυτό το κείμενο έχουμε ήδη διανύσει τα μισά της πενταετίας.

Στον τομέα των μεταφορών (Πίνακας 3), το ΕΣΕΚ προτείνει μείωση των εκπομπών κατά περίπου 2 Mt CO<sub>2</sub> στη δεκαετία έως το 2030. Αυτό αναμένεται να επιτευχθεί κυρίως με την αύξηση του ποσοστού των υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων με ρευματολήπτη (Plug-in Hybrid Electric Vehicle/PHEV) και των οχημάτων BEV στις πωλήσεις νέων αυτοκινήτων και τη βελτίωση της απόδοσης του στόλου, καθώς τα παλαιότερα οχήματα αντικαθίστανται με νέα, πιο αποδοτικά μοντέλα. Το τρέχον μερίδιο των PHEV/BEV στις πωλήσεις νέων αυτοκινήτων (Νοέμβριος 2023) ανέρχεται σε 9,0%, (δηλαδή 26.000 οχήματα εκ των οποίων 11.500 BEV). Αυτό το ποσοστό δεν είναι σε θέση να καλύψει τον στόχο του 19% (δηλαδή 78.000 οχήματα εκ των οποίων 35.000 BEV) για την πενταετία 2020-25 που προβλέπεται στο ΕΣΕΚ (βλ. Πίνακα 3). Ωστόσο, ο στόχος για το 50% των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων μέχρι το 2030 (δηλ. 430.000 οχήματα εκ των οποίων 256.000 BEV), παρότι φιλόδοξος, φαίνεται εφικτός.

**Πίνακας 3: Στοιχεία σχετικά με τον τομέα μεταφορών στην Ελλάδα που περιλαμβάνονται στο ΕΣΕΚ 2023.**

Μεταφορές (όλες)	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ενεργειακή κατανάλωση επιβατικά οχήματα & δίκυκλα (Twh/ε)	51.31	55.02	48.06	38.91	29.30	22.29	18.04
Ενεργειακή κατανάλωση δημόσια οχήματα (Twh/έτος)	4.27	4.31	4.31	4.11	3.49	2.99	2.76
Ενεργειακή κατανάλωση μέσα σταθερής τροχιάς (Twh/έτος)	0.29	0.51	0.55	0.53	0.52	0.50	0.48
Ενεργειακή κατανάλωση αεροπορία (Twh/έτος)	9.86	13.94	14.74	15.97	16.49	17.11	18.25
Ενεργειακή κατανάλωση εσωτερικά ναυσιπλοΐα (Twh/έτος)	6.69	6.05	6.69	6.57	6.34	6.28	5.88
Ενεργειακή κατανάλωση ηλεκτρικά μέσα (Twh/έτος)	0.02	0.19	1.41	3.63	6.00	8.62	9.89
Εκπομπές ΑτΘ χωρίς διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές (MtCO <sub>2</sub> )	16.1	19.2	17.0	11.5	5.9	3.1	0.5
<b>Επιβατικές μεταφορές</b>							
Επιβατοχλμ (Gρkm)	148	201	218	241	247	252	263
Επιβατοχλμ (Gρkm) χωρίς μεταφορές εκτός ΕΕ	136	174	186	204	205	207	214
Επιβατοχλμ αερομεταφορές εντός ΕΕ (Gρkm)	12	30	31	35	37	40	45
Επιβατοχλμ οδικών μεταφορών (Gρkm)	118	135	144	158	158	155	157
Επιβατοχλμ ηλεκτρικά οχήματα (%)	0.0	2.9	20.4	49.8	71.6	86.8	97.6
Επιβάτοχλμ με μέσα σταθερής τροχιάς (%)	1.3	1.8	1.9	1.9	2.1	2.4	2.5
% οχημάτων BEV PHEV στον στόλο	0.1	2.1	18.5	38	55.9	69.7	80.5

% πωλήσεων νέων BEV PHEV ετησίως	0.3	19.0	50.0	80.1	72.1	81.5	85.6
% πωλήσεων νέων BEV PHEV ετησίως χωρίς φορτηγά	0.0	6.0	33.0	78	75	79	83
% πωλήσεων νέων οχημάτων Η2 ετησίως				7	31	27	23
Ειδική κατανάλωση επιβατικών οχημάτων ανα χλμ (MJ/km)	2.69	2.51	1.94	1.4	1	0.75	0.55
Ειδική κατανάλωση επιβατικών οχημάτων ανά επιβατοχλμ (MJ/ρkm)	1.32	1.23	0.95	0.68	0.48	0.36	0.27
Ειδική κατανάλωση επιβατικών μεταφορών (MJ/ρkm)	1.29	1.16	0.98	0.80	0.65	0.56	0.49
Συνολική επενδυτική δαπάνη για μεταφορικά μέσα (εκατ. €)	10879	10904	15618	13234	15194	15765	16719

Το ΕΣΕΚ προτείνει συνολική ετήσια δαπάνη για όλα τα μέσα μεταφοράς ύψους €10,9 δις για την περίοδο 2020-25 και €15,62 δις για την περίοδο 2025-2030, δηλαδή συνολικά €132,6 δις για τη δεκαετή περίοδο έως το 2030.

Δεν προβλέπεται σημαντική αύξηση του πολύ μικρού μεριδίου των σιδηροδρομικών μεταφορών που είναι χαμηλότερο από 2%, παρόλο που εκτιμάται αύξηση των συνολικών επιβατοχιλιομέτρων (επιβατο-χλμ) καθώς και των επιβατο-χλμ στις οδικές μεταφορές κατά ~9% μέχρι το 2030.

Τα στοιχεία για τον τομέα των μεταφορών στο ΕΣΕΚ του Νοεμβρίου 2023 παρουσιάζουν μια αντίφαση, καθώς τα επιβατο-χλμ που διανύονται με ηλεκτρικά οχήματα υπολογίζονται στο 97,6% έως το 2050, ενώ ταυτόχρονα οι πωλήσεις νέων μη ηλεκτρικών αυτοκινήτων ανέρχονται στο 17%.

## 2. Μεθοδολογικό πλαίσιο και βασικές παραδοχές

### 2.1 Στοιχεία ανάλυσης (μοντέλα μηχανικής ανάλυσης bottom-up)

Η ανάλυση διεξήχθη με τη χρήση μοντέλων υπολογιστικής ανάλυσης bottom-up (από τη βάση προς την κορυφή) που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του παρόντος έργου, μέσω των οποίων υπολογίζονται λεπτομερώς η κατανάλωση ενέργειας και οι επακόλουθες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στους τομείς των οικιακών κτιρίων και των χερσαίων επιβατικών μεταφορών στην Ελλάδα.

Γενικά, τα μοντέλα bottom-up προσφέρουν μια λεπτομερή απεικόνιση των τεχνικών παραγόντων που καθορίζουν τις εκπομπές που σχετίζονται με τον εξεταζόμενο τομέα ενώ, ταυτόχρονα, ενσωματώνουν τεχνικά δεδομένα και τεχνολογικές επιλογές. Για παράδειγμα, τα μοντέλα bottom-up για τον κτιριακό τομέα περιλαμβάνουν κατά κανόνα μια λεπτομερή παρουσίαση του κτιριακού αποθέματος. Το απόθεμα συνήθως ταξινομείται σε διάφορες κατηγορίες κτιρίων με βάση τη χρήση τους (δηλ. οικιακά και εμπορικά κτίρια, με τις δικές τους υποδιαιρέσεις), την ενεργειακή τους κατηγορία, τη γεωγραφική τους θέση κ.λπ. Επιπλέον, για κάθε κατηγορία κτιρίων, η ενεργειακή κατανάλωση ταξινομείται περαιτέρω ανά κύρια ενεργειακή χρήση και

ανά χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας. Αντίστοιχα, το μοντέλο bottom-up για τις επιβατικές μεταφορές περιλαμβάνει ταξινόμηση της μεταφορικής δραστηριότητας ανά τρόπο μεταφοράς, λεπτομερή παρουσίαση του αποθέματος οχημάτων και της ενεργειακής του απόδοσης, καθώς και τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας. Τα μοντέλα αυτά παρέχουν μια καλή βάση για την αξιολόγηση των τομεακών πολιτικών και μέτρων. Συγκεκριμένα, είναι κατάλληλα για την αξιολόγηση των κανονιστικών πολιτικών εντολής και ελέγχου (προσέγγιση «command and control»), καθώς και του τεχνικού και οικονομικού δυναμικού μετριασμού σε επίπεδο τομέα (Oeko 2008), (Swan & Ugursal, 2009), (Hall & Buckley, 2016), (Bourdeau et al., 2019). Από την άλλη πλευρά, η δυνατότητά τους να αναλύουν ευρύτερες οικονομικές πολιτικές και την επίδρασή που αυτές έχουν στους υπόλοιπους τομείς της οικονομίας είναι περιορισμένη.

Εστιάζοντας στον κτιριακό τομέα, πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι για τη λεπτομερή αξιολόγηση των διαφόρων μέτρων χαμηλών εκπομπών άνθρακα απαιτείται μια αναλυτική ταξινόμηση των κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να αποτυπώνονται με ακρίβεια τα διάφορα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος. Ως εκ τούτου, στο πλαίσιο του μοντέλου που αναπτύχθηκε για την παρούσα μελέτη, τα οικιακά κτίρια ταξινομούνται με βάση την ενεργειακή τους κλάση, διακρίνοντας 9 διαφορετικούς τύπους κατοικιών. Η ταξινόμηση έγινε λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο κατασκευής τους, καθώς και στατιστικά στοιχεία σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κατοικιών που κατασκευάστηκαν την αντίστοιχη περίοδο, τα οποία δημοσιεύονται ετησίως από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Η προσομοίωση της ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε κατηγορία κατοικιών αφορούσε έξι τελικές χρήσεις, και συγκεκριμένα: (i) τη θέρμανση χώρου, (ii) το ζεστό νερό χρήσης, (iii) την ψύξη χώρου, (iv) το μαγείρεμα, (v) τον φωτισμό και (vi) τις ηλεκτρικές συσκευές (που διακρίνονται περαιτέρω σε πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία και καταψύκτες, τηλεοράσεις και πολυμέσα, ΤΠΕ (ICT) και άλλες μικροσυσκευές). Η ενεργειακή απαίτηση σε κάθε τελική χρήση υπολογίστηκε με την εφαρμογή αναλυτικών μεθοδολογιών, χρησιμοποιώντας συνήθη μετεωρολογικά δεδομένα και άλλα διαθέσιμα στοιχεία από εθνικές και διεθνείς τομεακές μελέτες σχετικά με την κατανάλωση/απόδοση μονάδων(π.χ. βάση δεδομένων IDEES<sup>6</sup>, το Clever Scenario for Europe που αναπτύχθηκε από την οργάνωση NegaWatt<sup>7</sup> κ.λπ.). Τα ποσοστά των τεχνολογιών και των καυσίμων που χρησιμοποιήθηκαν (π.χ. κεντρικά συστήματα θέρμανσης χώρων, λέβητες ξύλου, ηλιακά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κ.λπ.) αποτελούν τις κύριες παραμέτρους της μοντελοποίησης.

Το μοντέλο για τις επιβατικές μεταφορές περιλαμβάνει διάφορους τρόπους μεταφοράς (επιβατικά αυτοκίνητα, μοτοσικλέτες, λεωφορεία και πούλμαν, μετρό και σιδηρόδρομο) και ενσωματώνει τις διαθέσιμες τεχνολογικές επιλογές για κάθε τρόπο μεταφοράς, μαζί με τις προβλεπόμενες βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των οχημάτων. Επιπλέον, εξετάζει τους τύπους καυσίμων που χρησιμοποιούνται για κάθε μέσο, συμπεριλαμβανομένου του μεριδίου βιοκαυσίμων κατά περίπτωση

<sup>6</sup> Mantzos, Leonidas; Matei, Nicoleta Anca; Mulholland, Eamonn; Rózsai, Máté; Tamba, Marie; Wiesenthal, Tobias (2018): JRC-IDEES 2015. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] doi: 10.2905/JRC-10110-10001 PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10110-10001>

<sup>7</sup> <https://clever-energy-scenario.eu/>



(περιορίζεται στα μικτά βιοκαύσιμα για το χρονικό πλαίσιο της ανάλυσης.) Η κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται με βάση το απόθεμα οχημάτων ανά τρόπο και κατηγορία μεταφορών, τη μέση απόδοση και τη χιλιομετρική απόσταση. Η συμπερίληψη των παραμέτρων της χιλιομετρικής απόστασης μέσω των επιβατοχιλιομέτρων (επιβατο-χλμ) επιτρέπει την εξέταση μη τεχνικών μέτρων (όπως η ήπια κινητικότητα) καθώς και την εναλλαγή μεταξύ των τρόπων μεταφοράς. Τα στοιχεία που καταχωρούνται αντλούνται από εθνικές και διεθνείς βάσεις δεδομένων και τομεακές μελέτες (π.χ. βάση δεδομένων IDEES, το Clever Scenario for Europe που αναπτύχθηκε από την οργάνωση NegaWatt κ.λπ.).

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε για τον οικιακό τομέα καλύπτει ολόκληρη την περίοδο 2015-2050, ενώ η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη δεκαετία 2020-2030. Για την προηγούμενη χρονική περίοδο που εξετάζεται στην ανάλυση, δηλαδή για το διάστημα 2015-2021 για το οποίο έχουν ήδη δημοσιευτεί τα ενεργειακά ισοζύγια, επιχειρήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων του μοντέλου με τα δεδομένα του ενεργειακού ισοζυγίου και πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες προσαρμογές. Για τον τομέα των μεταφορών, λαμβάνονται επίσης υπόψη αναλυτικά στοιχεία κατανάλωσης που είναι διαθέσιμα στην Εθνική Έκθεση Απογραφής Αερίων του Θερμοκηπίου, με στόχο τη βαθμονόμηση του μοντέλου. Μετά τη βαθμονόμηση του μοντέλου με τη χρήση πληροφοριών από προηγούμενα έτη, έγιναν εκτιμήσεις της κατανάλωσης ενέργειας για κάθε έτος της περιόδου 2022-2030 λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Για τον οικιακό τομέα: μεταβολή του πληθυσμού, μεταβολή του μέσου μεγέθους των νοικοκυριών, παραδοχές σχετικά με τον βαθμό διείσδυσης διαφόρων τεχνολογιών και συσκευών στα ελληνικά νοικοκυριά, καθώς και αλλαγές στις συμπεριφορές των νοικοκυριών όσον αφορά τον βαθμό και τον τρόπο χρήσης διαφόρων τεχνολογιών και υπηρεσιών που συνδέονται με την κατανάλωση ενέργειας.
- Για τον τομέα των μεταφορών: μεταβολή του αποθέματος οχημάτων (για τα επιβατικά αυτοκίνητα και τις μοτοσικλέτες), μεταβολή της μεταφορικής δραστηριότητας με βάση τα επιβατοχιλιόμετρα, παραδοχές σχετικά με το επίπεδο διείσδυσης των διαφόρων επιβατικών αυτοκινήτων και αλλαγές στην προτίμηση των νοικοκυριών σχετικά με τους χρησιμοποιούμενους τρόπους μεταφοράς καθώς και αναμενόμενες βελτιώσεις στην τεχνική απόδοση.

Τα παραπάνω δεδομένα αποτελούν την κατάσταση αναφοράς η οποία πρέπει να συγκριθεί με τα αποτελέσματα των προτεινόμενων μέτρων μετριασμού.

## 2.2 Εξέταση μέτρων μετριασμού και αξιολόγηση σεναρίων

Η ανάλυση βασίζεται σε 12 δράσεις μετριασμού που αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την κατανάλωση ενέργειας σε οικιακά κτίρια, και σε 6 παρεμβάσεις που αποσκοπούν στη βελτίωση του ανθρακικού αποτυπώματος των επιβατικών μεταφορών (βλ. Πίνακα 4). Όλες αυτές οι παρεμβάσεις ταξινομούνται σε τρεις κύριες κατηγορίες, ήτοι μέτρα **επάρκειας** που περιλαμβάνουν κυρίως αλλαγές στη συμπεριφορά κατανάλωσης ενέργειας με στόχο

τη μείωση της ζήτησης ενέργειας, μέτρα **αποδοτικότητας** με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης της ενέργειας και της χρήσης υλικών, και αύξηση της χρήσης **ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** με στόχο τη μείωση της έντασης άνθρακα του ενεργειακού μείγματος που χρησιμοποιείται στους εξεταζόμενους τομείς. Στον **Πίνακα 4** παρουσιάζονται αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τα εξεταζόμενα μέτρα, τις κύριες παραδοχές που υιοθετήθηκαν για την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και του δυναμικού μείωσης των εκπομπών, καθώς και τα μέγιστα επίπεδα διείσδυσής τους. Οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε μέτρο λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος και του αποθέματος οχημάτων, τις ευρύτερες συνθήκες της ελληνικής οικονομίας, αλλά και πιθανά εμπόδια που δυσχεραίνουν την αποτελεσματική εφαρμογή τους. Επιπλέον, σημειώνεται ότι η ανάλυση, λόγω του βραχυπρόθεσμου χαρακτήρα της, δεν περιλαμβάνει διαρθρωτικά μέτρα για τη βελτίωση της επάρκειας, όπως η εφαρμογή πολιτικών που στοχεύουν στην προώθηση της διαβίωσης σε μικρότερες κατοικίες με εμβαδόν μεταξύ 35 και 40 τ.μ. ανά άτομο, καθώς είναι κατανοητό ότι τέτοιου είδους παρεμβάσεις απαιτούν μακροπρόθεσμο σχεδιασμό. Ωστόσο, τα μέτρα αυτά θα πρέπει να αξιολογούνται στο πλαίσιο του μακροπρόθεσμου ενεργειακού σχεδιασμού. Επιπλέον, οι πιθανές επενδύσεις σε υποδομές για τις οδικές μεταφορές δεν εντάσσονται στην ανάλυση, καθώς θεωρείται ότι θα καλυφθούν στο πλαίσιο των πολιτικών που έχουν εξαγγελθεί και περιλαμβάνονται στο ΕΣΕΚ (π.χ. σταθμοί φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα). Σημειώνεται επίσης ότι, λαμβάνοντας υπόψη ότι το σημερινό μερίδιο των δημόσιων μεταφορών είναι μικρό και ο χρονικός ορίζοντας της παρούσας μελέτης είναι σύντομος, δεν συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανάλυση φιλόδοξα μέτρα για την ενίσχυσή τους. Τέτοιες πρωτοβουλίες, προκειμένου να είναι αποτελεσματικές, απαιτούν πιο μακροπρόθεσμες πολιτικές.

**Πίνακας 4:** Οι δράσεις μετριασμού που διερευνήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης με τα μέγιστα ποσοστά διείσδυσης που εξετάστηκαν με βάση την κρίση των εμπειρογνομώνων.

Κατηγορία μέτρου	Μέτρο	Διείσδυση		Σχόλια
		2025	2030	
<i>Οικιακά κτίρια</i>				
Επάρκεια	Προσαρμογή των ρυθμίσεων θέρμανσης στις κατοικίες	2023: 10% των νοικοκυριών 2024: 20% των νοικοκυριών 2025: 30% των νοικοκυριών	60% των νοικοκυριών	Από 19°C σε 20°C Μείωση θέρμανσης κατά 12% με βάση τη διαφορά βαθμομερών θέρμανσης
	Προσαρμογή των ρυθμίσεων ψύξης στις κατοικίες	2023: 10% των νοικοκυριών 2024: 20% των νοικοκυριών 2025: 30% των νοικοκυριών	60% των νοικοκυριών	Από 27°C σε 26°C Μείωση ψύξης κατά 22% με βάση τη διαφορά βαθμομερών ψύξης
	Μείωση της θερμοκρασίας κατά 2°C κατά την απουσία από την κατοικία και το βράδυ	2023: 10% των νοικοκυριών 2024: 20% των νοικοκυριών 2025: 30% των νοικοκυριών	60% των νοικοκυριών	Επηρεάζει μόνο τη θέρμανση. Μείωση θέρμανσης κατά 16% με βάση τη διαφορά βαθμομερών θέρμανσης και των ωρών απουσίας
	Απενεργοποίηση των συσκευών που βρίσκονται σε λειτουργία αναμονής ή που είναι περιττές	2023: 15% των νοικοκυριών 2024: 30% των νοικοκυριών 2025: 50% των νοικοκυριών	90% των νοικοκυριών	Θεωρείται ότι η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα από συσκευές που βρίσκονται σε λειτουργία αναμονής φτάνει τις 279

Κατηγορία μέτρου	Μέτρο	Διείσδυση		Σχόλια
		2025	2030	
	Εξυπνότερες ρυθμίσεις στις οικιακές συσκευές	2023: 5% των νοικοκυριών 2024: 15% των νοικοκυριών 2025: 25% των νοικοκυριών	50% των νοικοκυριών	kWh/νοικοκυριό (Μπαλαράς et al. 2013) Καλύτερο γέμισμα πλυντηρίων και επιλογή προγραμμάτων πλύσης με τη μέγιστη ενεργειακή απόδοση. 25% μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του νοικοκυριού από τη χρήση αυτής της συσκευής.
Αποδοτικότητα	Ριζικές ανακαινίσεις	80.000 νοικοκυριά/έτος	80.000 νοικοκυριά/έτος	Όλα τα ανακαινισμένα κτίρια θα αναβαθμιστούν σε κλάση B+. Συνολικά 560.000 νοικοκυριά θα ανακαινιστούν (525.000 νοικοκυριά σύμφωνα με το ΕΣΕΚ για την περίοδο 2021-2030)
	Ήπιες ανακαινίσεις	100.000 νοικοκυριά/έτος	100.000 νοικοκυριά/έτος	Όλα τα ανακαινισμένα κτίρια θα αναβαθμιστούν κατά τρεις (3) ενεργειακές κλάσεις. Συνολικά 700.000 νοικοκυριά θα ανακαινιστούν (525.000 νοικοκυριά σύμφωνα με το ΕΣΕΚ για την περίοδο 2021-2030)
	Αντλίες θερμότητας	2023: 25% των νοικοκυριών 2024: 29% των νοικοκυριών 2025: 33% των νοικοκυριών	53% των νοικοκυριών	Εμπορικά διαθέσιμη τεχνολογία.
	Τοποθέτηση μονωτικών φιλμ στα μονά τζάμια	2023: 5% των νοικοκυριών 2024: 10% των νοικοκυριών 2025: 15% των νοικοκυριών	40% των νοικοκυριών	3-4% μείωσης της κατανάλωσης της θέρμανσης (nW)
	Αντικατάσταση των τελευταίων μη αποδοτικών λαμπτήρων	2023: 50% των εναπομεινάντων νοικοκυριών 2024: 75% των εναπομεινάντων νοικοκυριών 2025: 100% των εναπομεινάντων νοικοκυριών	Θεωρείται ότι θα έχει ήδη φτάσει στο 100%	
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Ηλιοθερμικά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	2023: 60.000 συστήματα 2024: 120.000 συστήματα 2025: 180.000 συστήματα	500.000 συστήματα	Αφορά συστήματα πλέον των υφιστάμενων
	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών	62.500 νοικοκυριά/έτος	62.500 νοικοκυριά/έτος	4kW ανά νοικοκυριό. Αυτό σημαίνει ότι το 2030 θα υπάρχουν 500.000 επιπλέον νοικοκυριά με φωτοβολταϊκά, δηλ. συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2 GW.
<b>Επιβατικές μεταφορές</b>				
Επάρκεια	Μείωση των μέγιστων ορίων ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους	Διείσδυση στο 100% της κυκλοφορίας επιβατικών αυτοκινήτων (βενζίνη και ντίζελ) σε αυτοκινητόδρομους και οδούς ταχείας κυκλοφορίας		Ανώτατο όριο: 110 χλμ/ώρα σε αυτοκινητόδρομους και 100 χλμ/ώρα σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας. 20% μείωση της κατανάλωσης καυσίμων στις σχετικές διαδρομές (Βάσει nW)
	Ήπια κινητικότητα	2025: 5% των επιβατο-χλμ	2030: 7% των επιβατο-χλμ	Τα ποσοστά αφορούν το συνολικό αριθμό επιβατο-χλμ εξαιρουμένων των σιδηροδρομικών, αεροπορικών και

Κατηγορία μέτρου	Μέτρο	Διείσδυση		Σχόλια
		2025	2030	
				θαλάσσιων μεταφορών (βάσει nW)
	Τηλεργασία	2024: 1% των απασχολούμενων 2025: 2% των απασχολούμενων	5% των απασχολούμενων	2021: 43,3% του συνολικού πληθυσμού που απασχολείται (ΕΛΣΤΑΤ) Το ποσοστό διατηρείται σταθερό. Παραδοχή: κάθε εργαζόμενος διανύει 20 χλμ/μέρα για 240 μέρες/έτος.
	Δημόσιες συγκοινωνίες (σιδηρόδρομος και μετρό)	2025: 25% αύξηση των επιβατο-χλμ που διανύονται με μετρό/τραμ	2030: 50% αύξηση των επιβατο-χλμ που διανύονται με μετρό/τραμ	Τα αυξημένα ποσοστά των δημόσιων συγκοινωνιών θα αντικαταστήσουν τις μεταφορές με ΙΧ αυτοκίνητα.
	Συνεπιβατισμός (carpooling)	2025: Ισχύει για το 5% των εργαζομένων	2030: Ισχύει για το 10% των εργαζομένων	Οι παραδοχές είναι οι ίδιες όπως για το μέτρο της τηλεργασίας. Λιγότερα οχηματοχιλιόμετρα (v-km) για την ίδια μεταφορική δραστηριότητα (p-km)
Αποδοτικότητα	Ηλεκτρικά οχήματα	2025: 2,1% του αποθέματος επιβατικών οχημάτων	2030: 18,5% του αποθέματος επιβατικών οχημάτων	Βάσει των αποτελεσμάτων του ΕΣΕΚ (έκδοση 2019). Όλα τα ηλεκτρικά οχήματα είναι BEV.

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, ο κύριος στόχος της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει ποια μέτρα μπορούν να υιοθετήσουν τα ελληνικά νοικοκυριά για να ανταποκριθούν στις ενεργειακές τους ανάγκες υπό συνθήκες υψηλών τιμών ορυκτού αερίου, πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας, και ταυτόχρονα να μειώσουν το ανθρακικό τους αποτύπωμα, συμβάλλοντας έτσι στην επίτευξη των εθνικών κλιματικών στόχων.

Όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και τις επακόλουθες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα οικιακά κτίρια, τα ζητήματα πολιτικής που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη αναλύονται περαιτέρω ως εξής:

- Σε ποιον βαθμό θα πρέπει ο εξηλεκτρισμός των θερμικών χρήσεων που προωθείται (κυρίως με τη χρήση αντλιών θερμότητας) και η διείσδυση οικιακών συσκευών μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης να συντονιστούν και να συνδυαστούν με την ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, η οποία είναι μια χρονοβόρα διαδικασία που απαιτεί τη δέσμευση σημαντικών πόρων;
- Στην περίπτωση που η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος κρίνεται αναγκαία, θα πρέπει οι σχετικές πολιτικές να εστιάσουν στις ήπιες ενεργειακές ανακαινίσεις που εφαρμόζονται σε μεγαλύτερο αριθμό κατοικιών ή σε ριζικές ανακαινίσεις οι οποίες, λόγω δημοσιονομικών περιορισμών, θα εφαρμοστούν σε μικρότερο αριθμό κατοικιών, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα;
- Σε ποιον βαθμό τα μέτρα ενεργειακής επάρκειας μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των σχετιζόμενων εκπομπών ΑΦΘ;
- Είναι οικονομικά αποδοτικό να συνοδεύονται τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια από την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ μικρής κλίμακας (κυρίως φωτοβολταϊκά) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών είτε μεμονωμένα είτε συλλογικά μέσω ενεργειακών κοινοτήτων, ή θα ήταν

προτιμότερο να επικεντρωθούμε αποκλειστικά στην απεξάρτηση του τομέα της ενέργειας από τον άνθρακα με τη χρήση συστημάτων ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και άλλους εμπορικούς φορείς;

Όλα αυτά τα ζητήματα πολιτικής διερευνήθηκαν με τη μέθοδο ανάλυσης σεναρίων, χρησιμοποιώντας τα μοντέλα υπολογιστικής ανάλυσης bottom-up που αναπτύχθηκαν για τον συγκεκριμένο σκοπό. Κάθε σενάριο περιλαμβάνει ένα διαφορετικό σύνολο μέτρων μετριασμού από αυτά που παρουσιάστηκαν παραπάνω στον Πίνακα 4, κατά τρόπο ώστε να αξιολογούνται οι πιθανές συνέργειες από την ταυτόχρονη εφαρμογή τους.

Συνολικά, αναπτύχθηκαν οκτώ σενάρια για τον κτιριακό τομέα, όπως περιγράφονται παρακάτω:

- Το S0 προβλέπει σημαντική διείσδυση των ευκόλως εφαρμόσιμων αποδοτικών και καθαρών τεχνολογιών, όπως οι αντλίες θερμότητας, τα ηλιακά συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ο ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός και τα μονωτικά φιλμ.
- Το S1 βασίζεται στο S0 με την πρόσθετη ενσωμάτωση των παρεμβάσεων για την ενεργειακή επάρκεια που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.
- Το S2 εστιάζει σε εργασίες ήπιων ανακαινίσεων σε περίπου 100.000 κατοικίες ετησίως και, ταυτόχρονα, περιλαμβάνει όλες τις παρεμβάσεις που εισάγουν τα S0 και S1. Σε αυτό το πλαίσιο, το μέγεθος των νέων εγκατεστημένων αντλιών θερμότητας μεταβάλλεται λόγω της μειωμένης ζήτησης ενέργειας που οφείλεται στην ενεργειακή ανακαίνιση των κατοικιών.
- Το S3 συμπίπτει με το S2 με τη διαφορά ότι περιλαμβάνει ριζικές αντί για ήπιες ανακαινίσεις σε ελαφρώς μικρότερο αριθμό κατοικιών (80.000 κατοικίες σε ετήσια βάση έως το 2030).
- Στα τέσσερα σενάρια S0-PV έως S3-PV, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων συνολικής ισχύος 2 GW προστίθεται στα πακέτα παρεμβάσεων που περιλαμβάνονται σε καθένα από τα σενάρια S0 έως S3.

Όσον αφορά τις οδικές μεταφορές, τα ζητήματα πολιτικής που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη αναλύονται περαιτέρω ως εξής:

- Σε ποιον βαθμό θα πρέπει ο εξηλεκτρισμός του στόλου οχημάτων να συνοδεύεται από μέτρα που έχουν ως στόχο τη στροφή προς τη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς ή ακόμα και τη μείωση της μεταφορικής δραστηριότητας (επιβατοχιλιόμετρα);
- Σε ποιον βαθμό μπορούν τα μέτρα ενεργειακής επάρκειας να συμβάλλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των σχετιζόμενων εκπομπών ΑΦΘ;
- Ποιες είναι οι δυνατότητες διασύνδεσης των μέτρων που εφαρμόζονται στον οικιακό τομέα και στον τομέα των μεταφορών, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο προϋπολογισμό των νοικοκυριών;

Για την εξέταση των προαναφερθέντων ζητημάτων ακολουθήθηκε μια προσέγγιση παρόμοια με αυτή που εφαρμόστηκε στον οικιακό τομέα. Αναπτύχθηκαν δύο σενάρια όπως περιγράφονται παρακάτω:

- Το T1 εξετάζει μόνο τον εξηλεκτρισμό του στόλου οχημάτων, όπως ορίζεται στον Πίνακα 1.
- Το T2 προβλέπει την εφαρμογή τόσο του μέτρου εξηλεκτρισμού του στόλου οχημάτων όσο και του συνόλου των μέτρων επάρκειας που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1. Σε σύγκριση με το σενάριο T1, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων που τίθενται σε κυκλοφορία είναι ίδιος, αλλά η μέση απόσταση που διανύει κάθε όχημα είναι μικρότερη.

## 2.3 Κριτήρια για την αξιολόγηση των σεναρίων και προσδιορισμός των αναγκών για πολιτικές στήριξης

Τα κύρια κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των σεναρίων που αναπτύχθηκαν είναι τα εξής:

Αποτελεσματικότητα στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου: Για κάθε σενάριο, αξιολογείται η ποσότητα των εκπομπών ΑΦΘ που εξοικονομείται ως αποτέλεσμα των μέτρων μετριασμού που περιλαμβάνονται, σε σχέση με τις εκπομπές του τομέα κατά το έτος βάσης της ανάλυσης (δηλαδή το 2022). Λόγω της σχετικά βραχείας διάρκειας της ανάλυσης, το έτος αυτό αντιπροσωπεύει το Σενάριο Αναφοράς κατά το οποίο η μελλοντική ενεργειακή ζήτηση καλύπτεται κυρίως από τις υφιστάμενες τεχνολογίες και καύσιμα. Η ποσότητα των εκπομπών ΑΦΘ που εξοικονομείται υπολογίζεται σε ετήσια βάση και αναλύεται περαιτέρω σε άμεσες (score 1) και έμμεσες (score 2) εκπομπές. Η εξοικονόμηση εκπομπών score 2 υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις αλλαγές στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με το έτος βάσης και το σχέδιο απεξάρτησης του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα που περιλαμβάνεται στο τρέχον ΕΣΕΚ που εγκρίθηκε το 2019.

Οικονομική Απόδοση: Η οικονομική αξιολόγηση κάθε σεναρίου περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- *Καθορισμός των τεχνικών παραμέτρων και των παραδοχών αξιολόγησης:* Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιοποίηση του ενεργειακού μοντέλου, καθορίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε σεναρίου (π.χ. βαθμός διείσδυσης κάθε μέτρου, συνολική εξοικονόμηση καυσίμων κ.λπ.). Επιπλέον, επιλέγεται ένα επιτόκιο προεξόφλησης βάσει του οποίου θα πραγματοποιηθεί η οικονομική ανάλυση.
- *Προσδιορισμός του ιδιωτικού κόστους και οφέλους:* Σε αυτό το στάδιο, προσδιορίζονται όλα τα κόστη και τα οφέλη που συνδέονται με την εφαρμογή κάθε σεναρίου, τα οποία επηρεάζουν την οικονομική του απόδοση. Αυτά περιλαμβάνουν συνήθως τις αρχικές (επενδυτικές) δαπάνες, το κόστος συντήρησης και λειτουργίας αλλά και τα έσοδα από την εξοικονόμηση καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας.
- *Υπολογισμός του ετήσιου καθαρού κόστους:* Σε αυτό το στάδιο, πραγματοποιείται ετήσια αναγωγή του αρχικού κόστους (IC) σε όλη τη διάρκεια ζωής (T) των μέτρων που περιλαμβάνονται στο σενάριο με την εφαρμογή της ακόλουθης εξίσωσης:

$$AIC = \frac{IC \times r}{(1 - (1 + r)^{-T})}$$

όπου AIC είναι το ετησιοποιημένο αρχικό κόστος (ευρώ/έτος) και r είναι το επιτόκιο προεξόφλησης (%). Στη συνέχεια, το ετήσιο καθαρό κόστος (ΔC) υπολογίζεται αφαιρώντας από το άθροισμα του ετήσιου κόστους λειτουργίας και συντήρησης (OMT) (που περιλαμβάνει τα κόστη καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας) και του ετησιοποιημένου αρχικού κόστους του υπό εξέταση έτους (AIC), το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης του έτους βάσης (OMB):

$$\Delta C = AIC + OMT - OMB$$

Επιπλέον, για τη διευκόλυνση της συγκριτικής αξιολόγησης των εναλλακτικών σεναρίων χρησιμοποιήσαμε δύο πρόσθετους οικονομικούς δείκτες:

- Προκειμένου να ληφθούν υπόψη τόσο το καθαρό ετήσιο κόστος όσο και οι μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που επιτεύχθηκαν, για κάθε σενάριο, υπολογίστηκε το καθαρό κόστος ανά μονάδα μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>eq (ευρώ/t CO<sub>2</sub>eq) διαιρώντας το ετήσιο καθαρό κόστος (ΔC) με την καθαρή ετήσια μείωση των εκπομπών (ΔEm) (σύμφωνα με την εκτίμηση του ενεργειακού μοντέλου bottom-up).
- Δεδομένου ότι το αρχικό έξοδο στο οποίο πρέπει να προβούν τα νοικοκυριά, προκειμένου να εφαρμόσουν ακόμη και οικονομικά αποδοτικές παρεμβάσεις, είναι ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια που αντιμετωπίζουν, στην αξιολόγηση των σεναρίων λαμβάνεται επίσης υπόψη το συνολικό κόστος επένδυσης που απαιτείται για την υλοποίηση των παρεμβάσεων που περιλαμβάνονται σε κάθε σενάριο καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου αναφοράς (δηλ. 2023-2030).

## 2.4 Κύριες οικονομικές παραδοχές και ανάλυση ευαισθησίας

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επηρεάζονται σημαντικά από τις οικονομικές παραδοχές που υιοθετούνται, δηλαδή από το μοναδιαίο επενδυτικό κόστος για κάθε παρέμβαση, τις τιμές των καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας και το επιτόκιο προεξόφλησης.

Ο Πίνακας 5 συνοψίζει το κόστος επένδυσης των διαφόρων παρεμβάσεων για τη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ που ενσωματώθηκαν στα σενάρια για τον οικιακό τομέα. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται αφορούν το συνολικό επενδυτικό κόστος κάθε παρέμβασης και δεν λαμβάνουν υπόψη τυχόν επιδοτήσεις ή άλλες πολιτικές στήριξης που εφαρμόζονται από το Ελληνικό Δημόσιο.

*Πίνακας 5: Οι δράσεις μετριασμού που περιλαμβάνονται σε κάθε σενάριο για τα οικιακά κτίρια και το κόστος της επένδυσής τους. Πηγές για τα επενδυτικά κόστη: Ριζικές ανακαινίσεις: Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Απόδοσης Κτιρίων (EIAK) (2020). Ήπιες ανακαινίσεις: ΕΣΕΚ (2023). Αντλίες θερμότητας: Οδηγός Προγράμματος «Εξοικονομώ-Ανακαινίζω για νέους». Μονωτικά φιλμ: έρευνα αγοράς της Ομάδας Έργου.*

Δράσεις μετριασμού	Επενδυτικά κόστη	Ενσωμάτωση μέτρων στα εξεταζόμενα σενάρια							
		S0	S1	S2	S3	S0- PV	S1- PV	S2- PV	S3- PV
Προσαρμογή των ρυθμίσεων θέρμανσης στις κατοικίες	4.000.000 ευρώ/έτος για εκπαιδεύσεις και εκστρατείες ενημέρωσης		X	X	X		X	X	X
Προσαρμογή των ρυθμίσεων ψύξης στις κατοικίες			X	X	X		X	X	X
Μείωση της θερμοκρασίας κατά 2°C κατά την απουσία από την κατοικία και το βράδυ			X	X	X		X	X	X
Απενεργοποίηση των συσκευών που βρίσκονται σε λειτουργία αναμονής ή που είναι περιττές			X	X	X		X	X	X
Εξυπνότερες ρυθμίσεις για οικιακές συσκευές			X	X	X		X	X	X
Ριζικές ανακαινίσεις (ευρώ/κατοικία)	29.904				X				X
Ήπιες ανακαινίσεις (ευρώ/κατοικία)	15.650			X				X	
Αντλίες θερμότητας (ευρώ/kW)	400	X	X	X	X	X	X	X	X
Τοποθέτηση μονωτικών φιλμ στα μονά τζάμια (ευρώ/κατοικία)	725	X	X	X	X	X	X	X	X
Αντικατάσταση των τελευταίων μη αποδοτικών λαμπτήρων (ευρώ/W)	0,5	X	X	X	X	X	X	X	X
Ηλιοθερμικά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ευρώ/κατοικία)	1.550	X	X	X	X	X	X	X	X
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες (ευρώ/kW)	1.800					X	X	X	X

Για τις οδικές μεταφορές, διατυπώθηκαν οι ακόλουθες παραδοχές όσον αφορά το κόστος των μέτρων.

- Για όλα τα μέτρα επάρκειας προβλέφθηκε συνολικό ετήσιο κόστος €4 εκατ. (2024-2030) για εκστρατείες ευαισθητοποίησης, με βάση τις σχετικές διατάξεις των προγραμμάτων χρηματοδότησης που εφαρμόζονται επί του παρόντος.
- Το κόστος αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος (BEV) υπολογίστηκε στα €35.000 ανά όχημα (τιμή καταναλωτή χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τυχόν επιδοτήσεις ή άλλες πολιτικές στήριξης) για όλη την περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη τον οδηγό του Προγράμματος «[Κινούμαι Ηλεκτρικά](#)»<sup>8</sup>.

Μια κρίσιμη παράμετρος για τις συνολικές οικονομικές επιδόσεις των σεναρίων που αναλύθηκαν είναι οι τιμές της ενέργειας και πώς αναμένεται να εξελιχθούν κατά την περίοδο ανάλυσης. Σε γενικές γραμμές, οι υψηλές τιμές ενέργειας ευνοούν την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και συμβάλλουν στη συντόμευση της περιόδου απόσβεσης των απαιτούμενων επενδύσεων. Στο πλαίσιο της παρούσας

<sup>8</sup> Μια πρωτοβουλία της Ελληνικής Κυβέρνησης για την προώθηση του εξηλεκτρισμού των οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της φόρτισης, και της βιώσιμης κινητικότητας.



μελέτης, η κύρια δέσμη αποτελεσμάτων προβλέπει σχετικά υψηλές τιμές ενέργειας, όπως αυτές είχαν διαμορφωθεί στα τέλη του 2022, όταν είχε ξεκινήσει η αποκλιμάκωση των πολύ υψηλότερων τιμών ενέργειας που είχαν καταγραφεί νωρίτερα το ίδιο έτος λόγω της ρωσικής εισβολής στην Ουκρανία. Προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση των ενεργειακών τιμών στα αποτελέσματα της ανάλυσης, όλα τα σενάρια επαναξιολογήθηκαν βάσει ενός συνόλου χαμηλών τιμών ενέργειας δηλαδή, με την παραδοχή ότι οι τιμές των καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας επιστρέφουν στα επίπεδα του 2017. Τέλος, επαναλάβαμε τους υπολογισμούς για ένα τρίτο σύνολο που περιλάμβανε συγκρατημένες τιμές ενέργειας. Σε αυτό το σενάριο, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας και των καυσίμων ορίστηκαν αρχικά ως ο μέσος όρος των χαμηλών και υψηλών τιμών που εξετάστηκαν προηγουμένως. Ωστόσο, οι τιμές των ορυκτών καυσίμων αυξήθηκαν σε σύγκριση με τα επίπεδα αυτά κατά το ήμισυ του κόστους των εκπομπών (50% μετακύλιση κόστους) λόγω της εφαρμογής του νέου Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ στα κτίρια και τις μεταφορές (ΣΕΔΕ 2 - ETS2), το οποίο, σύμφωνα με την πρόσφατα αναθεωρημένη Οδηγία της ΕΕ για το ΣΕΔΕ, θα τεθεί σε ισχύ το 2027. Ο Πίνακας 6 συνοψίζει τα τρία διαφορετικά σύνολα τιμών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας που υιοθετήθηκαν για την οικονομική αξιολόγηση των σεναρίων.

**Πίνακας 6:** Παραδοχές για τις τιμές ενέργειας που υιοθετήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης (ευρώ/MWh). Οι τιμές παραμένουν σταθερές για ολόκληρη την υπό εξέταση περίοδο (δηλ. 2023-2030).

Ενεργειακός φορέας	Σύνολο υψηλών τιμών ενέργειας	Σύνολο χαμηλών τιμών ενέργειας	Σύνολο συγκρατημένων τιμών ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη την εφαρμογή του ΣΕΔΕ 2 στα κτίρια και τις μεταφορές με ισχύ από το 2027
<i>Οικιακά κτίρια</i>			
Στερεά καύσιμα	82	43	71
Προϊόντα πετρελαίου	118	97	114
Ορυκτό αέριο	174	77,4	130
Βιομάζα	82	43	63
Ηλεκτρική ενέργεια	265	153	209
Θέρμανση	40	40	48
<i>Επιβατικές μεταφορές</i>			
Βενζίνη	223	164	178
Ντίζελ κίνησης	184	124	142
Ηλεκτρική ενέργεια	265	153	209

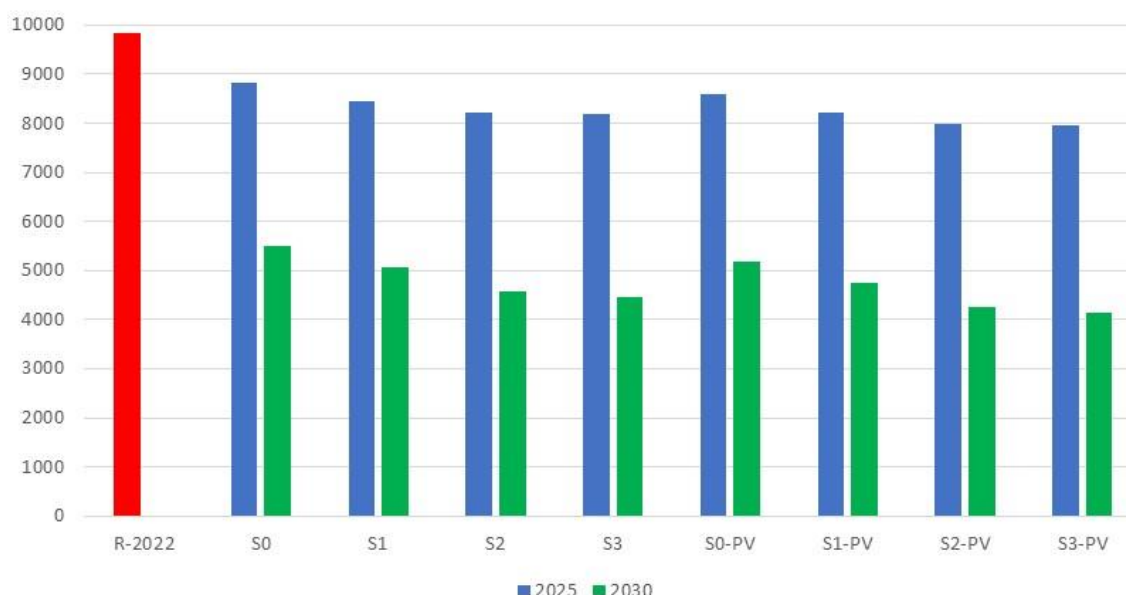
Το επιτόκιο προεξόφλησης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ετησιοποιημένου επενδυτικού κόστους το οποίο ενσωματώνεται σε κάθε σενάριο μπορεί επίσης να επηρεάσει τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Συγκεκριμένα, το κύριο σύνολο των αποτελεσμάτων προέκυψε από την παραδοχή ότι το επιτόκιο προεξόφλησης ανέρχεται σε 1%, αντανακλώντας την τρέχουσα κατάσταση χαμηλών επιτοκίων στην ΕΕ. Επίσης είναι ευρέως γνωστό και αποδεκτό ότι η υποτίμηση ή

παράβλεψη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις μελλοντικές γενιές δεν είναι μια κοινωνικά αποδεκτή ή οικονομικά βιώσιμη πρακτική, γεγονός που συνδέεται στενά με τις τρέχουσες αποφάσεις στον τομέα της ενέργειας και της οικονομίας γενικότερα. Σε μια πιο συντηρητική προσέγγιση, η συγκριτική αξιολόγηση των σεναρίων επαναλήφθηκε προβλέποντας ένα επιτόκιο προεξόφλησης της τάξης του 3%, το οποίο απαιτεί υψηλότερα ποσοστά απόδοσης για τα κεφάλαια που θα επενδύσουν σε μέτρα μείωσης των εκπομπών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το υψηλό επιτόκιο προεξόφλησης μειώνει την αξία των μελλοντικών επιπτώσεων και υποβαθμίζει το κοινωνικό κόστος των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

## 3. Αποτελέσματα

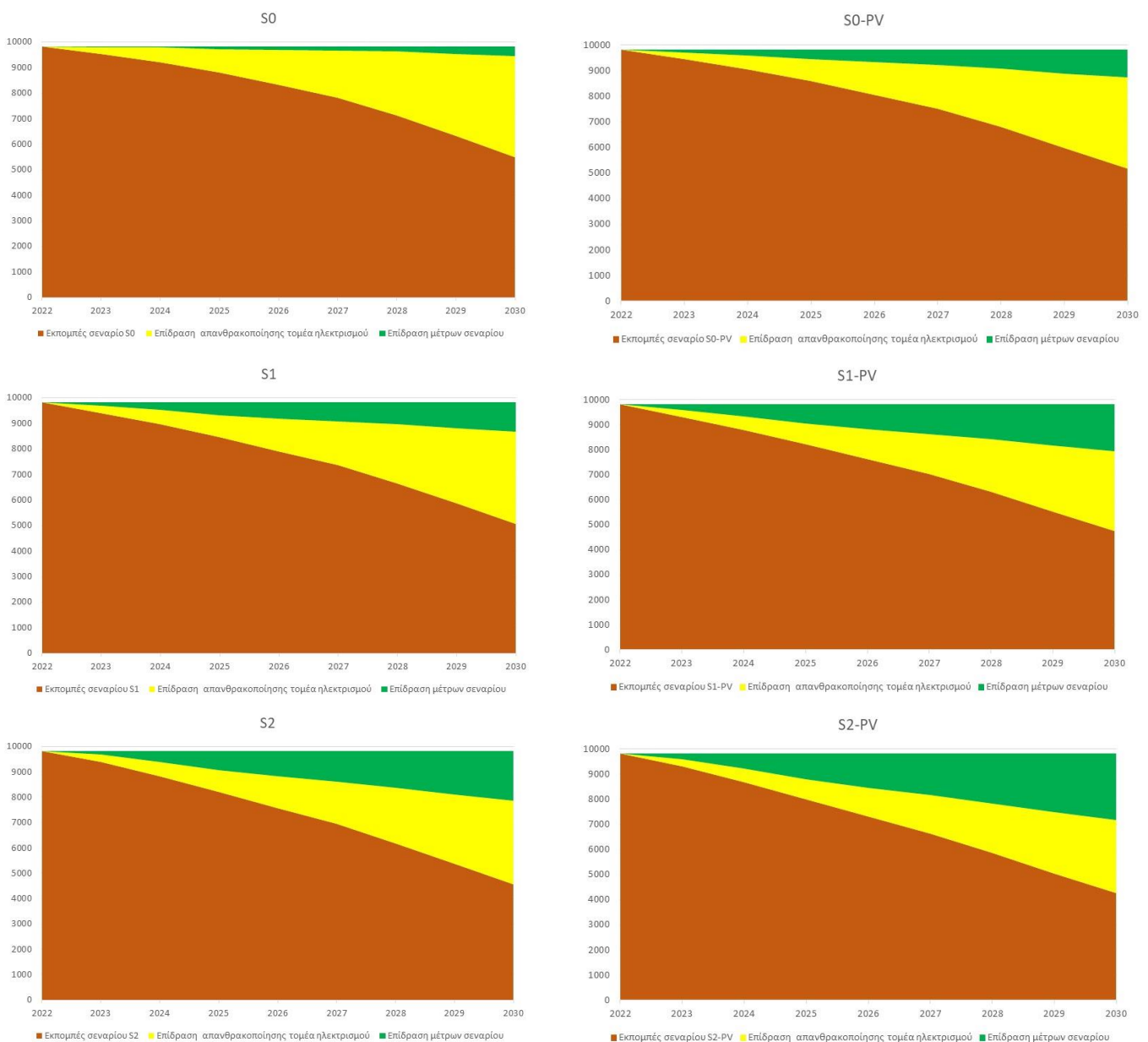
### 3.1 Οικιακός τομέας

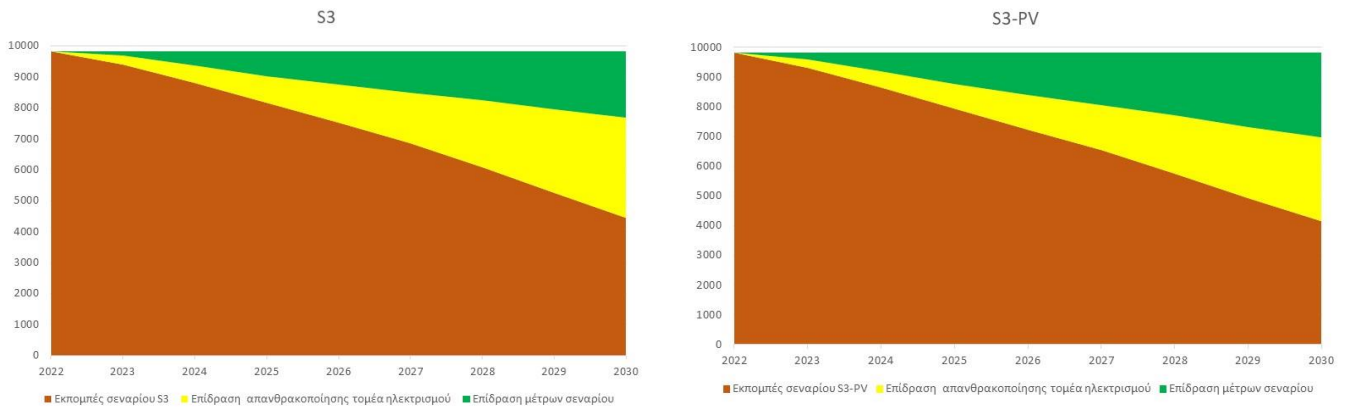
Στο Σχήμα 9 παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (άμεσες και έμμεσες) το 2025 και το 2030 που οφείλονται στην εφαρμογή των μέτρων μετριασμού τα οποία υιοθετούνται για τον οικιακό τομέα στα διάφορα εξεταζόμενα σεναρία. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, για το 2030 οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του τομέα μπορούν να μειωθούν μεταξύ 44% και 58% σε σύγκριση με το 2022, ενώ ακόμη και το 2025, όπου τα χρονικά περιθώρια για την εφαρμογή των μέτρων είναι αρκετά στενά, οι μειώσεις μπορούν να φθάσουν το 10-19%. Είναι προφανές ότι ένα σημαντικό μέρος αυτών των μειώσεων σχετίζεται με τον εξηλεκτρισμό του κτιριακού τομέα και τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



**Σχήμα 9:** Μεταβολή των άμεσων και έμμεσων εκπομπών ΑΦΘ στον οικιακό τομέα, από το 2022 έως το 2025 και το 2030 στα διάφορα σεναρία που αναπτύχθηκαν (σε kt CO<sub>2</sub>e).

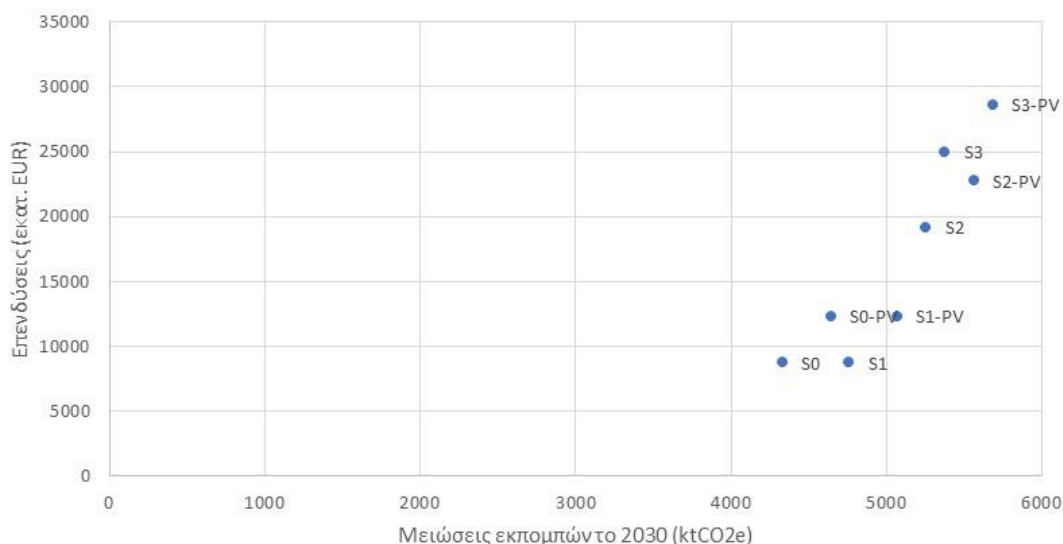
Στο **Σχήμα 10** παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που επιτεύχθηκε για κάθε σενάριο. Η ανάλυση αυτή διακρίνει τις μειώσεις εκπομπών που προκύπτουν από την εφαρμογή των μέτρων του σεναρίου από εκείνες που απορρέουν από τον «πράσινο» μετασχηματισμό του κεντρικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής. Είναι σαφές ότι στα σενάρια που περιλαμβάνουν την ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, ένα σημαντικό μέρος των μειώσεων που επιτεύχθηκαν αποδίδεται στις άμεσες επιπτώσεις που έχει η εφαρμογή των μέτρων μετριασμού στη μείωση της ενεργειακής ζήτησης, στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης και στην αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων. Αντίθετα, στα σενάρια που επικεντρώνονται στην εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, το μεγαλύτερο μέρος των μειώσεων των εκπομπών σχετίζεται με την απεξάρτηση του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα.



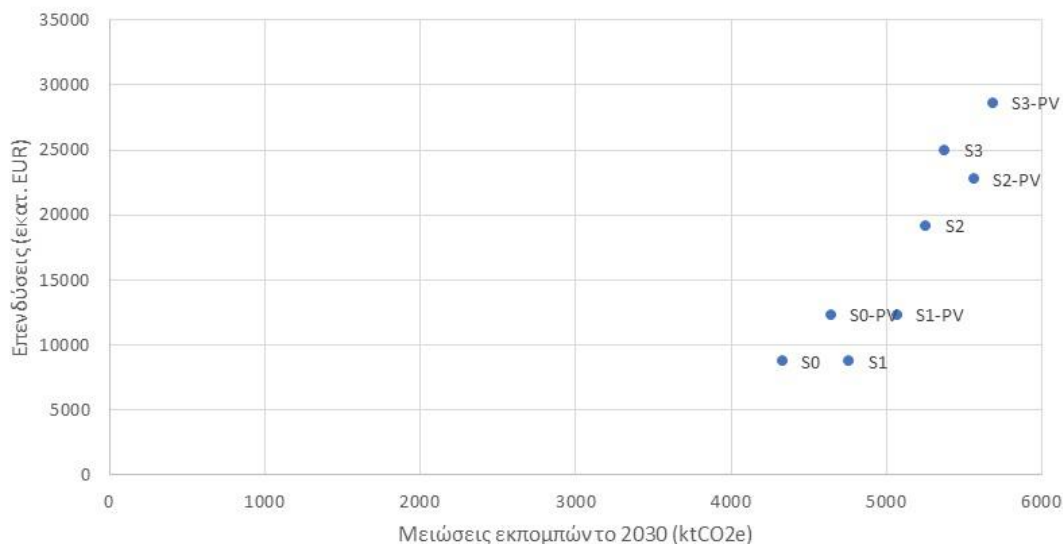


**Σχήμα 10:** Μειώσεις των άμεσων (λόγω της εφαρμογής των μέτρων μετριασμού στα κτίρια) και έμμεσων (λόγω της απεξάρτησης του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα) εκπομπών ΑΦΘ στον ελληνικό οικιακό τομέα και ανά εξεταζόμενο σενάριο (σε kt CO<sub>2</sub>e).

Η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του κτιριακού τομέα στην Ελλάδα απαιτεί σημαντικές επενδύσεις, οι οποίες αθροιστικά για την περίοδο 2023-2030 κυμαίνονται από €8,7 δις (σενάριο S0) έως €28,6 δις (σενάριο S3-PV). Στο **Σχήμα 11α** παρουσιάζονται, για όλα τα σενάρια που αναλύθηκαν, οι συνολικές επενδύσεις που απαιτούνται κατά την περίοδο 2023-2030 στον κλάδο των οικιακών κτιρίων σε σχέση με τις αναμενόμενες μειώσεις των εκπομπών ΑΦΘ το 2030, έτος κατά το οποίο θα έχουν επιτευχθεί οι προβλεπόμενες δεισδύσεις των σχεδιαζόμενων παρεμβάσεων. Δεδομένου ότι ένα σημαντικό μέρος της εκτιμώμενης μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα σχετίζεται με την απεξάρτηση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα, το **Σχήμα 11β** περιλαμβάνει επίσης τις επενδύσεις που απαιτούνται στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, με βάση τις σχετικές εκτιμήσεις του ΕΣΕΚ και λαμβάνοντας υπόψη το μερίδιο της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που αποδίδεται στα οικιακά κτίρια. Στην περίπτωση αυτή οι συνολικές επενδύσεις της περιόδου 2023-2030 κυμαίνονται από €14,9 δις (σενάριο S0) έως €34,8 δις (σενάριο S3-PV).



(α) Οι επενδύσεις αφορούν αποκλειστικά τα μέτρα που εφαρμόζονται σε οικιακά κτίρια.



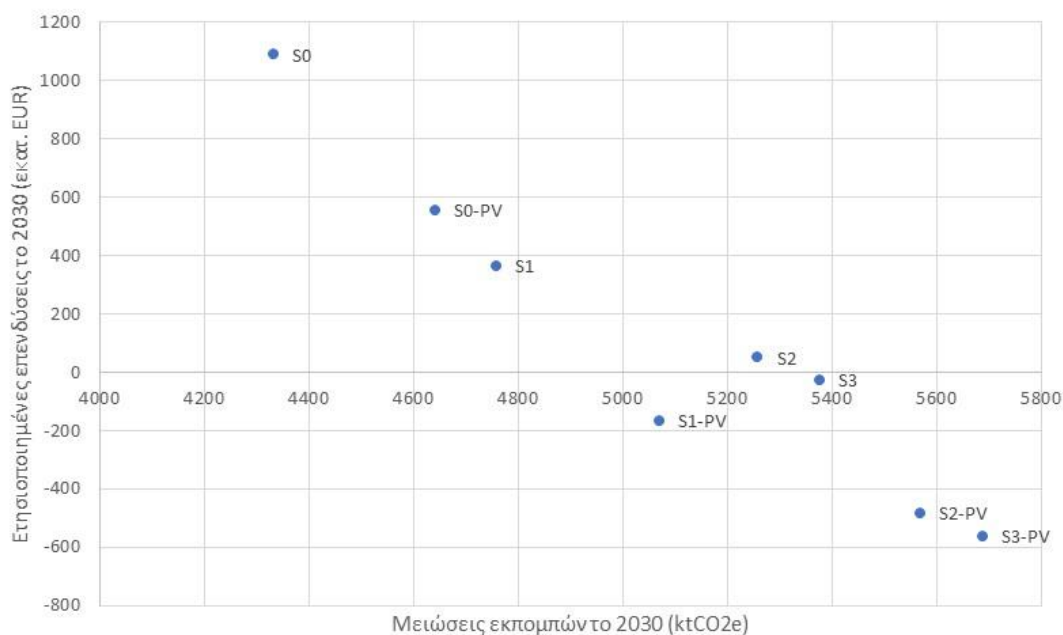
(β) Οι επενδύσεις περιλαμβάνουν τόσο τις δαπάνες που απαιτούνται για την εφαρμογή των μέτρων που αφορούν τα οικιακά κτίρια όσο και μέρος των επενδύσεων που απαιτούνται για την απεξάρτηση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα.

**Σχήμα 11:** Συνολικές επενδύσεις ανά σενάριο για την περίοδο 2023-2030 (σε εκατ. ευρώ) και εκτιμώμενες μειώσεις των εκπομπών ΑΦΘ το 2030 (σε kt CO<sub>2</sub>e/έτος).

Το Σχήμα 12 παρουσιάζει μια συνολική αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων, καταγράφοντας τις εκτιμώμενες μειώσεις των εκπομπών ΑΦΘ σε συνάρτηση με το σχετικό ετήσιο κόστος των εν λόγω σεναρίων, το οποίο περιλαμβάνει τόσο το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης όσο και το όφελος από την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών. Η ανάλυση παρουσιάζεται για το έτος 2030, όταν τα μέτρα που εξετάζονται ανά σενάριο θα έχουν φθάσει στα προβλεπόμενα επίπεδα διεξόδου. Για τη διεξαγωγή της ανάλυσης, υιοθετήθηκε το σύνολο των

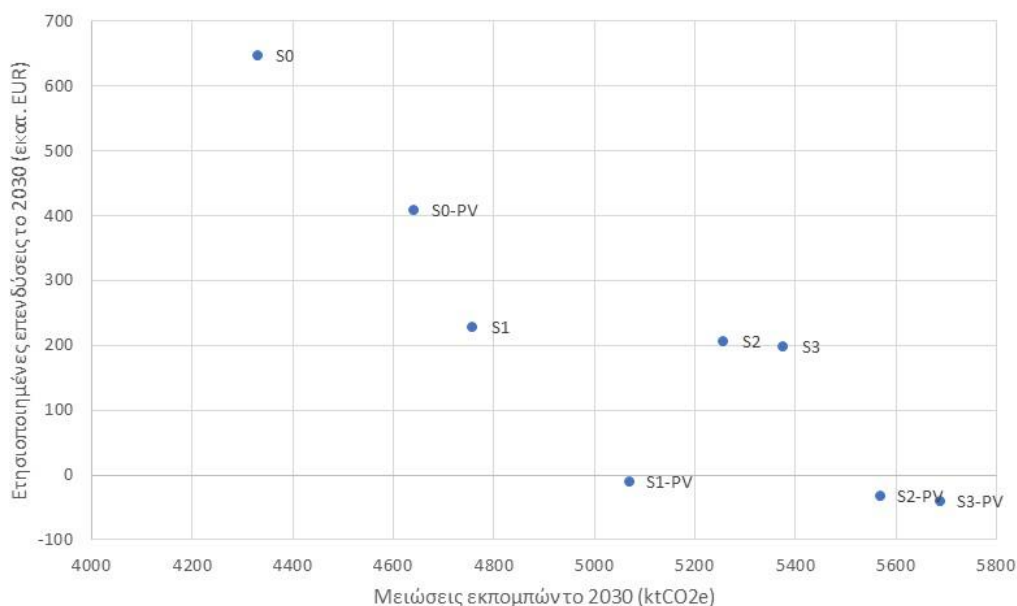
υψηλών τιμών ενέργειας και ένα προεξοφλητικό επιτόκιο 1%, ενώ τα κύρια ευρήματά της συνοψίζονται ως εξής:

- Για τέσσερα από τα εξεταζόμενα σενάρια, δηλαδή S1-PV, S2-PV, S3, S3-PV, οι συνολικές εκτιμώμενες μειώσεις εκπομπών επιτυγχάνονται με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, δηλαδή η ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών υπερβαίνει τις ετησιοποιημένες ενεργειακές επενδύσεις. Τα σενάρια S2-PV και S3-PV παρουσιάζουν τις καλύτερες επιδόσεις μεταξύ των οκτώ εξεταζόμενων σεναρίων, τόσο όσον αφορά τις συνολικές μειώσεις των εκπομπών ΑΦΘ που επιτυγχάνονται όσο και την οικονομική αποδοτικότητά τους.
- Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτίρια φαίνεται να επιδρά σημαντικά στη βελτίωση των επιδόσεων των σεναρίων, τόσο όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όσο και τη σχέση κόστους-απόδοσης. Ο κύριος λόγος είναι ότι τα σενάρια αυτά χρησιμοποιούν μια τεχνολογία της οποίας το κόστος επένδυσης έχει μειωθεί σημαντικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, προκειμένου να υποκαταστήσουν την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο, οι τιμές της οποίας είναι ιδιαίτερα υψηλές κατά την περίοδο μελέτης.
- Τα μέτρα επάρκειας βελτιώνουν τις επιδόσεις των σεναρίων, αυξάνοντας το συνολικό δυναμικό μείωσης των εκπομπών κατά 10% με πολύ χαμηλό κόστος. Ως εκ τούτου, αυτού του είδους οι παρεμβάσεις θα πρέπει πάντα να ενσωματώνονται στις δέσμες μέτρων που προγραμματίζονται με στόχο την απεξάρτηση του κτιριακού τομέα από τον άνθρακα.
- Τα σενάρια που βασίζονται κυρίως στη χρήση αντλιών θερμότητας παρουσιάζουν υψηλό κόστος λόγω των υψηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας που υιοθετήθηκαν για την παρούσα ανάλυση. Αντίθετα, η αποτελεσματικότητα και η οικονομική αποδοτικότητα των σεναρίων βελτιώνεται σημαντικά εάν η διείσδυση των αντλιών θερμότητας συνδυαστεί με ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος, η οποία επιτρέπει επίσης την αναπροσαρμογή του μεγέθους των αντλιών θερμότητας ανά κατοικία και κτίριο.

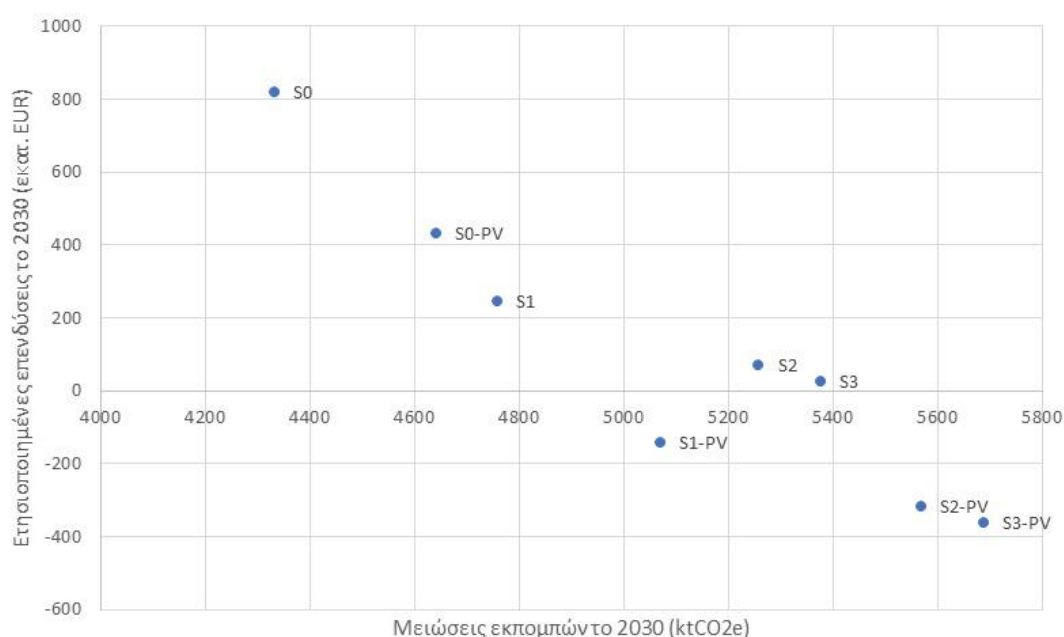


**Σχήμα 12:** Αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων με βάση το ετήσιο κόστος τους, που περιλαμβάνει το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης και την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών (σε εκατ. ευρώ), και τις μειώσεις εκπομπών που επιτυγχάνονται (σε kt CO<sub>2</sub>e/χρόνο) για τον χρονικό ορίζοντα 2030. Η παρούσα ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την υιοθέτηση του συνόλου των υψηλών τιμών ενέργειας και ενός προεξοφλητικού επιτοκίου 1%.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποτελεσμάτων δεν διαφέρουν σημαντικά στην περίπτωση του συνόλου των χαμηλών τιμών ενέργειας. Τα σεναρία S2-PV και S3-PV εξακολουθούν να παρουσιάζουν τις καλύτερες επιδόσεις και είναι τα μόνα που επιτυγχάνουν συνολικές μειώσεις εκπομπών με αξιοσημείωτη οικονομική απόδοση (Σχήμα 13). Ωστόσο, οι διαφορές στην οικονομική αποδοτικότητα των σεναρίων έχουν μειωθεί σε σύγκριση με το σενάριο υψηλών τιμών ενέργειας (Σχήμα 12) λόγω των χαμηλότερων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας που υιοθετήθηκαν σε αυτό το σύνολο παραμέτρων. Κατά συνέπεια, η χρήση των αντλιών θερμότητας οδηγεί σε σχετικά βελτιωμένη απόδοση των σεναρίων που ευνοούν την πολύ υψηλή διείσδυσή τους (κυρίως S0, S1 και S0-PV). Η γενική εικόνα δεν αλλάζει ακόμη και αν η ανάλυση επαναληφθεί για το σύνολο των συγκρατημένων τιμών ενέργειας, που λαμβάνει υπόψη την εφαρμογή του ΣΕΔΕ2 (ETS2) στα κτίρια και τις μεταφορές, λόγω του οποίου έχουν αυξηθεί οι τιμές των καυσίμων σε σχέση με τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας (Σχήμα 14). Τα σεναρία S1-PV, S2-PV και S3-PV φαίνονται και πάλι εφικτά από άποψη οικονομικής απόδοσης (δηλ. αρνητικές ετησιοποιημένες δαπάνες).



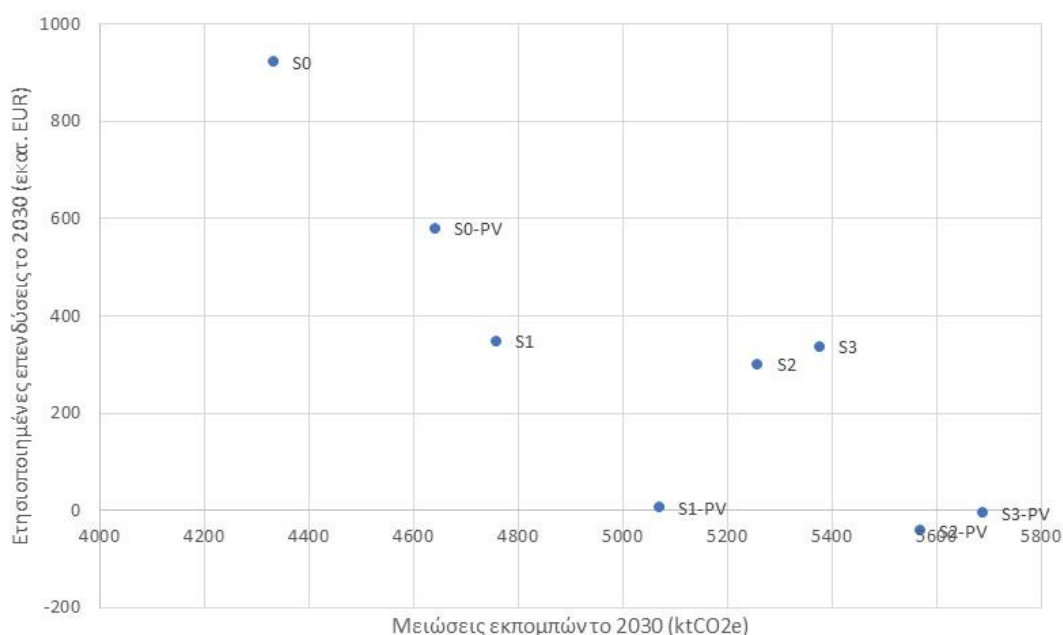
**Σχήμα 13:** Αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων με βάση το ετήσιο κόστος τους, που περιλαμβάνει το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης και την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών (σε εκατ. ευρώ), και τις μειώσεις εκπομπών που επιτυγχάνονται (σε kt CO<sub>2</sub>e/χρόνο) για τον χρονικό ορίζοντα 2030. Η παρούσα ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την υιοθέτηση του συνόλου των χαμηλών τιμών ενέργειας και ενός επιτοκίου προεξόφλησης 1%.



**Σχήμα 14:** Αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων με βάση το ετήσιο κόστος τους που περιλαμβάνει το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης και την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών (σε εκατ. ευρώ) και τις μειώσεις εκπομπών που επιτυγχάνονται (σε kt CO<sub>2</sub>e/χρόνο) για τον χρονικό ορίζοντα 2030. Η παρούσα ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την υιοθέτηση του συνόλου των συγκρατημένων τιμών ενέργειας, που λαμβάνει υπόψη την εφαρμογή του ΣΕΔΕ 2 (ETS2) στα κτίρια και τις μεταφορές, καθώς και ενός επιτοκίου προεξόφλησης 1%.



Στο **Σχήμα 15** εξετάζεται η επίδραση του επιτοκίου προεξόφλησης με την υιοθέτηση υψηλότερης τιμής (3%) σε σύγκριση με το σύνολο των παραμέτρων της περίπτωσης βάσης. Παρόλο που τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιδόσεων των σεναρίων είναι αρκετά παρεμφερή, οι ετησιοποιημένες δαπάνες το 2030 αυξάνονται στην περίπτωση υψηλότερων επιτοκίων προεξόφλησης. Επιπλέον, η κατάταξη των οικονομικών επιδόσεων παρουσιάζει μια σχετική μετατόπιση, με τα σεναρία που ενσωματώνουν ήπιες ενεργειακές ανακαινίσεις (δηλ. S2 και S2-PV) να καθίστανται ελαφρώς πιο αποδοτικά σε σχέση με τα σεναρία που προωθούν τις ριζικές ενεργειακές ανακαινίσεις (δηλ. S3 και S3-PV, αντίστοιχα).



**Σχήμα 15:** Αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων με βάση το ετήσιο κόστος τους που περιλαμβάνει το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης και την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών (σε εκατ. ευρώ) και τις μειώσεις εκπομπών που επιτυγχάνονται (σε kt CO<sub>2</sub>e/χρόνο) για τον χρονικό ορίζοντα 2030. Η παρούσα ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την υιοθέτηση του συνόλου των συγκρατημένων τιμών ενέργειας, που λαμβάνει υπόψη την εφαρμογή του ΣΕΔΕ (ETS) στα κτίρια και τις μεταφορές, καθώς και ενός επιτοκίου προεξόφλησης 3%.

Τέλος, ο **Πίνακας 7** συνοψίζει τη μεταβολή του μοναδιαίου κόστους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον οικιακό τομέα στην Ελλάδα καθ' όλη τη διάρκεια της υπό εξέταση περιόδου 2023-2030, για όλα τα σεναρία και τις παραδοχές που υιοθετήθηκαν όσον αφορά τις τιμές της ενέργειας και το επιτόκιο προεξόφλησης.

**Πίνακας 7:** Κόστος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον ελληνικό οικιακό τομέα καθ' όλη την υπό εξέταση περίοδο για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια και τις διαφορετικές παραδοχές (σε ευρώ/t CO<sub>2e</sub>).

	S0	S1	S2	S3	S0-PV	S1-PV	S2-PV	S3-PV
<i>Υψηλές τιμές ενέργειας και επιτόκιο προεξόφλησης 1%</i>								
2023	5797	243	243	243	666	-123	-123	-123
2024	6585	231	84	62	713	-130	-161	-167
2025	3817	118	-15	-35	575	-177	-207	-212
2026	4347	166	-5	-29	617	-157	-199	-207
2027	4388	236	16	-14	621	-128	-188	-198
2028	4172	276	22	-12	605	-113	-185	-197
2029	3096	299	28	-8	541	-94	-178	-192
2030	2804	313	26	-13	505	-89	-181	-197
<i>Χαμηλές τιμές ενέργειας και επιτόκιο προεξόφλησης 1%</i>								
2023	3548	169	169	169	504	-17	-17	-17
2024	4006	155	115	109	530	-26	-17	-17
2025	2289	79	57	53	426	-62	-45	-43
2026	2605	108	71	65	453	-48	-35	-34
2027	2627	151	91	82	455	-29	-23	-23
2028	2494	175	99	88	443	-19	-17	-18
2029	1848	188	105	92	397	-8	-12	-14
2030	1667	196	106	92	372	-6	-12	-14
<i>Συγκρατημένες τιμές ενέργειας με την εφαρμογή του ETS στα κτίρια και τις μεταφορές και επιτόκιο προεξόφλησης 1%</i>								
2023	4450	163	163	163	537	-97	-97	-97
2024	5045	150	65	52	572	-105	-114	-116
2025	2891	59	-10	-21	453	-146	-149	-150
2026	3295	96	2	-12	487	-130	-140	-143
2027	3325	150	22	4	489	-106	-128	-132
2028	3157	181	30	9	476	-94	-124	-130
2029	2339	200	36	14	425	-79	-117	-124
2030	2110	210	36	12	394	-75	-118	-126
<i>Συγκρατημένες τιμές ενέργειας με την εφαρμογή του ETS στα κτίρια και τις μεταφορές και επιτόκιο προεξόφλησης 3%</i>								
2023	4991	250	250	250	702	-19	-19	-19
2024	5640	237	171	177	739	-28	-21	-9
2025	3253	135	92	103	601	-75	-58	-42
2026	3696	176	110	120	639	-56	-45	-28
2027	3727	236	136	143	641	-30	-28	-13
2028	3541	270	147	153	626	-15	-22	-7
2029	2627	287	153	157	562	-1	-15	-1
2030	2376	298	154	157	528	3	-16	-2

Συνοψίζοντας, η ανάλυσή μας εστιάζει σε μέτρα που υποστηρίζουν τις ανακαινίσεις κτιρίων και όχι μόνο τη βελτίωση της αποδοτικότητας των συσκευών, στην οποία επικεντρώνεται ως επί το πλείστον το προσχέδιο ΕΣΕΚ. Επιπλέον, η μελέτη διαπιστώνει ότι ο συνδυασμός αυτών των μέτρων με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη των οικιακών αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια (είτε φωτοβολταϊκά μικρής κλίμακας σε στέγες είτε μεγαλύτερης κλίμακας μέσω ενεργειακών κοινοτήτων) οδηγεί σε βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά τη μείωση τόσο του ανθρακικού αποτυπώματος όσο και των λογαριασμών ενέργειας

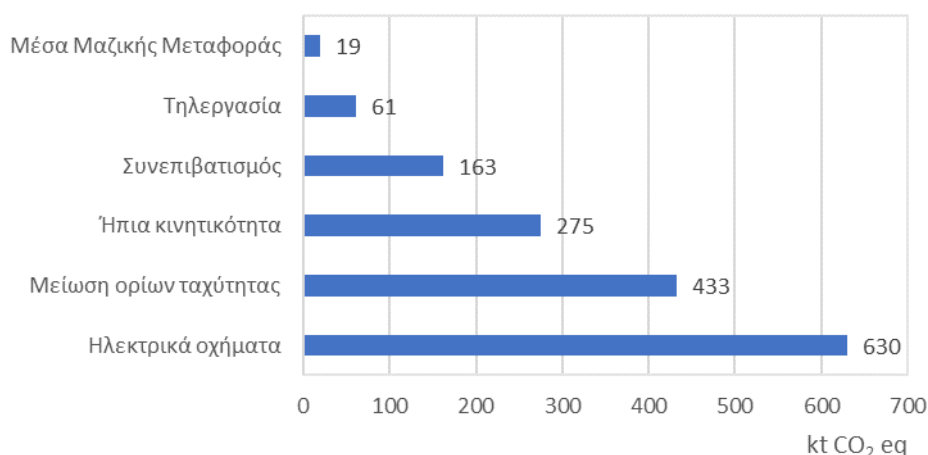
των νοικοκυριών. Πιο συγκεκριμένα, τα σενάρια τα οποία περιλαμβάνουν εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιπλέον της ήπιας (S2-PV) ή ριζικής ανακαίνισης (S3-PV), της χρήση αντλιών θερμότητας και των μέτρων επάρκειας οδηγούν σε καθαρά κέρδη για την περίοδο 2023-2030. Αυτό προκύπτει και από τις αρνητικές τιμές των ετησιοποιημένων δαπανών, που περιλαμβάνουν τόσο τα επενδυτικά κόστη όσο και τα οικονομικά οφέλη για τα νοικοκυριά. Οι τιμές κυμαίνονται από -€6 εκατ. έως -€561 εκατ. ετησίως το 2030, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν κατά την ανάλυση ευαισθησίας (τιμές ενέργειας, προεξοφλητικά επιτόκια).

Δεδομένου ότι το μείγμα των μέτρων που προτείνουμε είναι διαφορετικό από εκείνο του ΕΣΕΚ, αναμένονται επίσης διαφορές στο συνολικό κόστος επένδυσης. Παρόλο που είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς συγκρίσεις, ελλείψει πληροφόρησης σχετικά με τις συγκεκριμένες παραδοχές που χρησιμοποιούνται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, σημειώνουμε ότι, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, οι συνολικές δαπάνες που προορίζονται για τον οικιακό τομέα (ανακαινίσεις και ενεργειακές συσκευές) για την περίοδο 2023-2030 ανέρχονται σε €29,2 δις (€6,3 δις για ανακαινίσεις και €22,9 δις για συσκευές). Από την άλλη πλευρά, οι συνολικές επενδυτικές δαπάνες για τα σενάρια S0, S1, S2 και S3 που εξετάζονται στην παρούσα ανάλυση για την ίδια περίοδο ανέρχονται σε €8,7 δις, €8,8 δις, €19,1 δις και €25 δις, αντίστοιχα. Επιπλέον, το συνολικό κόστος επένδυσης για τα δύο σενάρια που αναδεικνύονται ως τα πλέον αποδοτικά από οικονομική άποψη (S2-PV και S3-PV), κυμαίνεται από €22,7 έως €28,6 δις, χαμηλότερο ή στην ίδια τάξη μεγέθους με εκείνο του προσχεδίου ΕΣΕΚ. Ωστόσο, σχεδόν το 50% των επενδύσεων στο σενάριο S2-PV ή, ακόμη περισσότερο, στο σενάριο S3-PV αφορούν ανακαινίσεις παλαιών κατοικιών. Οι ετησιοποιημένες δαπάνες που υπολογίστηκαν για αυτά τα σενάρια αποδείχθηκαν αρνητικές σε ένα ευρύ φάσμα παραμετρικών τιμών (σχήματα 12-15). Επιπλέον, τα δύο σενάρια S2-PV και S3-PV, τα οποία εστιάζουν στην ανακαίνιση κτιρίων σε συνδυασμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών, έχουν αρνητικό κόστος ανά τόνο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> που επιτυγχάνουν για κάθε έτος κατά την υπό εξέταση περίοδο (Πίνακας 7). Επομένως και τα δύο σενάρια αποδείχθηκαν ωφέλιμα τόσο για το κλίμα όσο και την εθνική οικονομία. Ως εκ τούτου, είναι σκόπιμο να επιδιωχθεί η εφαρμογή τους μέσω της ανάπτυξης κατάλληλων χρηματοδοτικών μέσων και κινήτρων.

## 3.2 Επιβατικές μεταφορές

Συνολικά, εξετάστηκαν έξι (6) μέτρα μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ για τις επιβατικές μεταφορές στην Ελλάδα, εκ των οποίων πέντε (5) είναι μέτρα επάρκειας και ένα (εξηλεκτρισμός των ΙΧ αυτοκινήτων) είναι μέτρο αποδοτικότητας. Το δυναμικό μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ που αξιολογήθηκε για κάθε μέτρο σύμφωνα με τις παραδοχές και τα ποσοστά διείσδυσης που εξετάζονται στον Πίνακα 1, παρουσιάζεται στο Σχήμα 16. Το μέγιστο δυναμικό παρατηρείται στο έτος 2030, όταν επιτυγχάνεται το μέγιστο ποσοστό διείσδυσης που εξετάζεται.

## Δυναμικό μείωσης εκπομπών το 2030



**Σχήμα 16.** Δυναμικό μείωσης των εκπομπών ΑΦΘ (σε kt CO<sub>2</sub>e /έτος) των μέτρων που εξετάστηκαν για τις επιβατικές μεταφορές για το 2030. Δεν λαμβάνονται υπόψη οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μέτρων που ενδέχεται να επηρεάσουν το εκτιμώμενο δυναμικό.

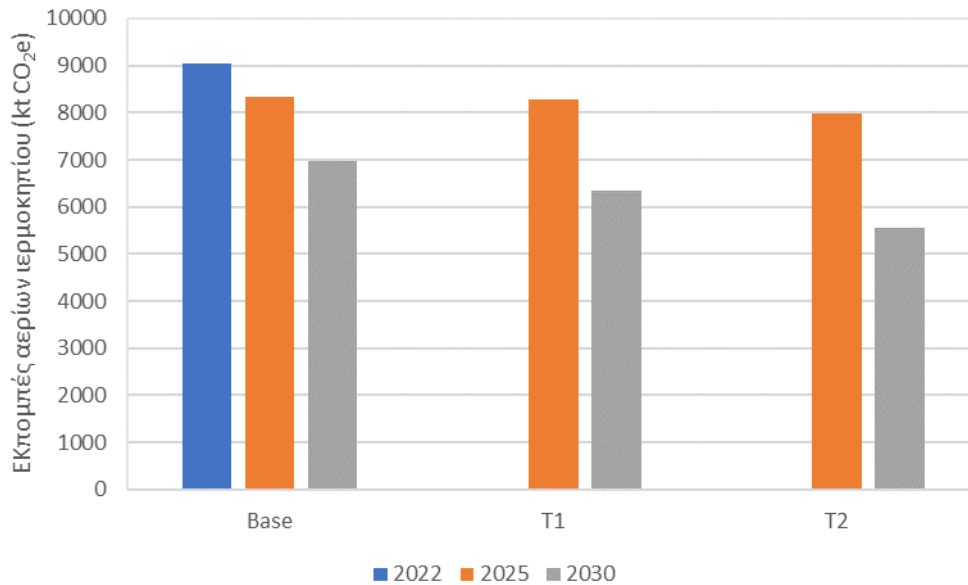
Ο εξηλεκτρισμός των επιβατικών αυτοκινήτων παρουσιάζει το μεγαλύτερο δυναμικό μείωσης, φθάνοντας περίπου τους 630 kt CO<sub>2</sub>e. Το δυναμικό αυτό αντιστοιχεί περίπου στο 7% των εκπομπών για το 2022 (9.074 kt CO<sub>2</sub>e από επιβατικά αυτοκίνητα, μοτοσικλέτες, λεωφορεία, μετρό και τραμ) και περιλαμβάνει τις επιπτώσεις από την απεξάρτηση του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα, όπως εκτιμάται από το τρέχον ΕΣΕΚ (2019), το οποίο είναι σημαντικά πιο συντηρητικό όσον αφορά τη διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον τομέα σε σύγκριση με τις αναθεωρημένες εκδοχές που εξετάζονται το 2023 (61% έναντι 79-80% μεριδίων ΑΠΕ). Εξαιρουμένων αυτών των επιπτώσεων, το δυναμικό μειώνεται σε περίπου 480 kt CO<sub>2</sub>e προερχόμενο κυρίως από την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές των επιβατών.

Από τα μέτρα επάρκειας που εξετάστηκαν, η μείωση του μέγιστου ορίου ταχύτητας στους αυτοκινητοδρόμους παρουσιάζει το μεγαλύτερο δυναμικό, φθάνοντας τους 433 kt CO<sub>2</sub>e (δηλαδή περίπου το 5% των εκπομπών το 2022), ακολουθούμενη από τα μέτρα ήπιας κινητικότητας (275 kt CO<sub>2</sub>e, δηλαδή το 3% των εκπομπών το 2022), τον συνεπιβατισμό (carpooling) (163 kt CO<sub>2</sub>e) και την τηλεργασία (61 kt CO<sub>2</sub>e).

Τα αποτελέσματα των δύο σεναρίων που αναπτύχθηκαν, με βάση τις εκπομπές ΑΦΘ για το 2025 και το 2030, παρουσιάζονται στο Σχήμα 17. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι:

- Το σενάριο T1 εξετάζει μόνο τον εξηλεκτρισμό του στόλου οχημάτων, όπως ορίζεται στο τρέχον ΕΣΕΚ, δηλαδή μερίδιο 18,5% ηλεκτρικών οχημάτων το 2030 (Πίνακας 4).
- Το σενάριο T2 προβλέπει την εφαρμογή τόσο του εξηλεκτρισμού του στόλου οχημάτων όσο και του συνόλου των μέτρων επάρκειας που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 4. Σε σύγκριση με το σενάριο T1, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων που

τίθενται σε κυκλοφορία είναι ίδιος, αλλά η μέση απόσταση που διανύει κάθε όχημα είναι μικρότερη.



**Σχήμα 17:** Εκπομπές ΑΦΘ (σε kt CO<sub>2</sub>e/ έτος) το 2025 και το 2030 για τα σενάρια που αναπτύχθηκαν για τις επιβατικές μεταφορές.

Στο σενάριο T1, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το 2030 εκτιμώνται σε 6.354 kt CO<sub>2</sub>e, που συνιστά μείωση κατά 30% σε σύγκριση με το 2022 και πρόσθετη μείωση κατά 7% σε σύγκριση με το βασικό σενάριο. Η εκτιμώμενη μείωση σχετίζεται με:

- τη βελτιωμένη οικονομία καυσίμου των «συμβατικών» επιβατικών αυτοκινήτων, με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για την ίδια μεταφορική δραστηριότητα.
- τον εξηλεκτισμό του αποθέματος επιβατικών αυτοκινήτων (περίπου 896.000 ηλεκτρικά οχήματα το 2030 ή περίπου 654.000 ηλεκτρικά οχήματα επιπλέον εκείνων που περιλαμβάνονται στο βασικό σενάριο), με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (ντίζελ και βενζίνης).
- το γεγονός ότι η απεξάρτηση του τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα επιτρέπει χαμηλότερες εκπομπές κατά τη φόρτιση των οχημάτων.

Στο σενάριο T2, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το 2030 (5542 kt CO<sub>2</sub>e) μειώθηκαν κατά 39% σε σύγκριση με το 2022. Πρόκειται για επιπλέον μείωση της τάξεως του 16% σε σύγκριση με το βασικό σενάριο. Η πρόσθετη (σε σύγκριση με το σενάριο T1) μείωση των εκπομπών που υπολογίζεται για το σενάριο αυτό αποδίδεται σαφώς στη διεύθυνση των εξεταζόμενων μέτρων επάρκειας που περιόρισαν τη μεταφορική δραστηριότητα των επιβατικών αυτοκινήτων και τη σχετική κατανάλωση ενέργειας.

Τα αποτελέσματα των σεναρίων συνοψίζονται στον Πίνακα 8 με βάση τις μειώσεις εκπομπών που επιτεύχθηκαν, το απαιτούμενο ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης και τα αντίστοιχα οικονομικά οφέλη (από πλευράς μειωμένων ενεργειακών δαπανών). Όλα τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 αναφέρονται στο έτος 2030, κατά το οποίο επιτυγχάνεται το μέγιστο εξεταζόμενο ποσοστό διεύθυνσης.

- Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις επιβατικές μεταφορές απαιτεί σημαντικές επενδύσεις, οι οποίες για την περίοδο 2023-2030 εκτιμώνται αθροιστικά σε €22.900 εκατ. για το σενάριο T1 και σε €22.928 εκατ. για το σενάριο T2. Οι επενδύσεις που απαιτούνται στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής δεν περιλαμβάνονται στα προαναφερθέντα στοιχεία.
- Τα μέτρα επάρκειας συνεισφέρουν σημαντικά στη μείωση των ενεργειακών δαπανών. Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των υψηλών τιμών, οι ενεργειακές δαπάνες μειώνονται κατά €360 εκατ. στο σενάριο T1 (σε σύγκριση με το 2022 και εξαιρουμένων των οφελών που προκύπτουν στο πλαίσιο του βασικού σεναρίου) και κατά €1070 εκατ. στο σενάριο T2. Η μείωση των ενεργειακών δαπανών είναι σχεδόν τριπλάσια όταν εφαρμόζονται μέτρα επάρκειας. Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το σύνολο των συγκρατημένων και χαμηλών τιμών δείχνουν μείωση των προβλεπόμενων οφελών, αλλά σε ποιοτικό επίπεδο δεν υπάρχουν αλλαγές.
- Η εκτιμώμενη μείωση των ενεργειακών δαπανών που υπολογίστηκε για τα εξεταζόμενα σενάρια είναι χαμηλότερη από το απαιτούμενο κόστος επένδυσης (όσον αφορά το ετησιοποιημένο κόστος επένδυσης). Για το σενάριο T1, η μείωση των ενεργειακών δαπανών αντιστοιχεί στο 12-15% του ετησιοποιημένου κόστους επένδυσης (ανάλογα με τις παραδοχές για τις τιμές της ενέργειας), ενώ για το σενάριο T2 αντιστοιχεί περίπου στο 33-45% του ετησιοποιημένου κόστους επένδυσης.

**Πίνακας 8: Παράμετροι για την οικονομική αξιολόγηση των εξεταζόμενων σεναρίων με την εφαρμογή διαφορετικών παραδοχών σχετικά με τις τιμές της ενέργειας και το προεξοφλητικό επιτόκιο.**

	Σενάριο T1	Σενάριο T2
<i>Μείωση εκπομπών ΑΦΘ (σε ktCO<sub>2e</sub>)</i>		
Συμπεριλαμβανομένης της απεξάρτησης του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα	630	1442
Μη συμπεριλαμβανομένης της απεξάρτησης του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα	479	1301
<i>Επενδυτικό κόστος (εκατ. ευρώ)</i>		
Σύνολο	22900	22928
Ετησιοποιημένο κόστος, προεξοφλητικό επιτόκιο 1 %	2418	2446
Ετησιοποιημένο κόστος, προεξοφλητικό επιτόκιο 3%	2685	2713
<i>Μείωση δαπανών ενέργειας (εκατ. ευρώ)</i>		
Υψηλές τιμές	360	1070
Συγκρατημένες τιμές	286	851
Χαμηλές τιμές	296	810

Η ανάλυση για τις επιβατικές μεταφορές έως το 2030 έδειξε ότι ο εξηλεκτρισμός του στόλου των οχημάτων θα συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ. Η συμβολή αυτή αναμένεται να αυξηθεί μετά την απεξάρτηση του τομέα παραγωγής

ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνθρακα. Η προγραμματισμένη απαγόρευση των συμβατικών κινητήρων για τα επιβατικά αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα έως το 2035, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, αναμένεται να ενισχύσει τις πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ωστόσο, θα πρέπει να διευθετηθεί το ζήτημα του υψηλού κόστους των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, δεδομένου του περιορισμένου διαθέσιμου εισοδήματος των νοικοκυριών, αλλά και της ανάγκης μείωσης των εκπομπών σε όλες τις δραστηριότητες σε εθνικό επίπεδο.

Για τον σκοπό αυτό, η παρούσα ανάλυση έδειξε ότι με σχεδόν μηδενικό πρόσθετο κόστος επένδυσης, η εφαρμογή μέτρων επάρκειας για τις επιβατικές μεταφορές, όπως η μείωση του μέγιστου ορίου ταχύτητας, η ήπια κινητικότητα, ο συνεπιβατισμός και η τηλεργασία, επιτυγχάνουν πρόσθετη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ κατά 812-822 ktCO<sub>2</sub>/έτος και πρόσθετη μείωση των ενεργειακών δαπανών για τα νοικοκυριά κατά 514-710 εκατ. ευρώ/έτος, σε σύγκριση με την προσέγγιση του ΕΣΕΚ που εστιάζει αποκλειστικά στην ηλεκτροκίνηση.

## 4. Συμπεράσματα και επιπτώσεις για τη χάραξη πολιτικής

Πάνω από το 60% της κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα χρησιμοποιείται για συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Εάν προσθέσουμε την κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε επίπεδο άνω του 75%. Συνεπώς, είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση σε πολιτικές που μειώνουν τις ενεργειακές απώλειες ενώ συγχρόνως αυξάνουν την ενεργειακή απόδοση των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης. Ο πρώτος στόχος της μείωσης των απωλειών θερμότητας επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της ανακαίνισης των κτιρίων, ενώ η ενεργειακή απόδοση μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά με την αύξηση του ποσοστού εγκατάστασης αντλιών θερμότητας.

Στην Ελλάδα εφαρμόζονται ήδη μέτρα για την αναβάθμιση των κτιρίων, τα οποία όμως στοχεύουν κυρίως στη βελτίωση της μόνωσης ενώ, έως τώρα, το πεδίο εφαρμογής τους, περιορίζεται από την ανεπαρκή χρηματοδότηση που διατίθεται για επιδοτήσεις και από γραφειοκρατικές καθυστερήσεις. Τα πρόσθετα μέτρα που είναι σε ισχύ δημιουργούν κίνητρα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες και για την αντικατάσταση ορισμένων λευκών συσκευών (ψυγεία και κλιματιστικά) με νέες συσκευές μεγαλύτερης απόδοσης. Επιπλέον, ελλείπει συντονισμού στην εφαρμογή των μέτρων, δεν είναι εφικτό να επωφεληθούν στο έπακρο από πιθανές συνέργειες. Επομένως, είναι σημαντικό να προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα αποτελέσματα της ανάλυσης που παρουσιάστηκε παραπάνω μπορούν να παράσχουν καθοδήγηση στους φορείς χάραξης πολιτικής οι οποίοι, σε αυτή την κρίσιμη περίοδο ανακατατάξεων στις αγορές ενέργειας και παγκόσμιας οικονομικής αβεβαιότητας, καλούνται να αντιμετωπίσουν την ενεργειακή φτώχεια και να βελτιώσουν τις ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών υπό συνθήκες πληθωρισμού.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης μπορούν να παρέχουν έγκαιρη καθοδήγηση στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής που καλούνται τώρα να οριστικοποιήσουν το αναθεωρημένο ΕΣΕΚ. Το προσχέδιο ΕΣΕΚ πρόσφατα (7 Νοεμβρίου 2023) κατατέθηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, δυστυχώς, χωρίς να προηγηθεί δημόσια διαβούλευση. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας ανακοίνωσε ότι θα τεθεί σε διαβούλευση η έκδοση του τελικού προσχεδίου, η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, πριν την υποβολή της τελικής έκδοσης έως τον Ιούνιο του 2024.

Οι συστάσεις πολιτικής που απορρέουν από τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι οι εξής:

1. Θεσμοθέτηση της υποχρεωτικής αντικατάστασης των συστημάτων θέρμανσης που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο και αέριο) με αντλίες θερμότητας. Τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης κατέδειξαν με σαφήνεια την προστιθέμενη αξία που προσφέρει η εφαρμογή τέτοιων μέτρων σε συνδυασμό με τις εργασίες ανακαίνισης του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μέγεθος των αντλιών θερμότητας προσαρμόζεται ώστε να ανταποκρίνονται στις μειωμένες ενεργειακές ανάγκες των ανακαινισμένων δομών. Παράλληλα αυξάνεται η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης/ψύξης. Αυτό με τη σειρά του θα συμβάλλει περαιτέρω στη συνολική μείωση των εκπομπών ΑΦΘ λόγω της υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων με ηλεκτρική ενέργεια, το ανθρακικό αποτύπωμα της οποίας θα συνεχίσει να μειώνεται ως αποτέλεσμα της συνεχούς αύξησης του μεριδίου των ΑΠΕ στο μείγμα της. Σύμφωνα με το υποβληθέν προσχέδιο ΕΣΕΚ, το μερίδιο των ΑΠΕ θα διαμορφωθεί στο 79% για το σύνολο της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και στο 44% για τη συνολική ζήτηση έως το 2030.
2. Εφαρμογή μέτρων που ενθαρρύνουν την αλλαγή στις καταναλωτικές επιλογές με στόχο την ενεργειακή επάρκεια ενώ, ταυτόχρονα, μπορούν να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές συνθήκες ποιοτικής διαβίωσης για να αποφευχθεί το φαινόμενο ενεργειακής ανάδρασης (rebound effect). Η αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων αποδεικνύεται από τις εντυπωσιακές μειώσεις στις εκπομπές ΑΦΘ στα σενάρια S0 και S1 με σχεδόν μηδενικό κόστος. Ήπια μέτρα που ενθαρρύνουν τη συνετή κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να στοχεύουν, εκτός από τη χρήση των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, και στην ορθολογική χρήση όλων των ηλεκτρικών συσκευών, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το υπόλοιπο 25-35% της κατανάλωσης ενέργειας των νοικοκυριών. Σταδιακά και μακροπρόθεσμα θα πρέπει επίσης να εξεταστούν διαρθρωτικά μέτρα προς την κατεύθυνση της ενεργειακής επάρκειας.
3. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων του σεναρίου S2 (ήπια ανακαίνιση) με τα αποτελέσματα του σεναρίου S3 (ριζική ανακαίνιση με σχεδόν διπλάσιο μοναδιαίο κόστος, αλλά με εφαρμογή στο 80% των μονάδων που προορίζονται για ήπια ανακαίνιση ετησίως) δείχνει ότι η διαφορά στη μείωση των εκπομπών ΑΦΘ που επιτυγχάνεται από τη χρήση των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης μεταξύ των δύο σεναρίων είναι πολύ μικρή. Κατά συνέπεια, δεδομένου ότι η διάρκεια ζωής των κτιριακών ανακαινίσεων είναι μεγάλη, εκ πρώτης όψεως αυτό θα ευνοούσε την



προτεραιοποίηση των ριζικών ανακαινίσεων, αν και θα οδηγούσε μικρότερο αριθμό (65.000/έτος για την ίδια δαπάνη με αυτή που αντιστοιχεί σε 100.000 ήπιες ανακαινίσεις ανά έτος). Από την άλλη πλευρά, η μεγαλύτερη δαπάνη που απαιτείται για τις εργασίες ριζικής ανακαίνισης θα την καθιστούσε λιγότερο προσιτή για τα νοικοκυριά με χαμηλότερο εισόδημα, ενώ ταυτόχρονα ο μεγαλύτερος αριθμός δικαιούχων που λαμβάνουν επιδότηση για την υλοποίηση ήπιων ανακαινίσεων, ενδεχομένως να τις καθιστά πιο ελκυστικές. Συνεπώς, συνιστάται η επιλογή της ριζικής ανακαίνισης κατά τον σχεδιασμό υποστηρικτικών μέτρων, αν και η ήπια ανακαίνιση ή ο συνδυασμός των δύο αποτελούν επίσης αποδεκτές επιλογές. Κατά τη διαδικασία των εργασιών ανακαίνισης, είναι σημαντικό να εξετάζεται η σημαντική συμβολή των μονωτικών φιλμ που τοποθετούνται στα παράθυρα τα οποία μπορούν να μειώσουν τις ανάγκες θέρμανσης κατά περίπου 3%, ενώ το κόστος τους είναι ελάχιστο. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη και να ενσωματώνονται στο σχεδιασμό των προγραμμάτων ανακαίνισης.

4. Δεδομένου ότι τα ορυκτά καύσιμα αναμένεται να συνεχίσουν να αντιπροσωπεύουν περίπου το 18 % της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2030, τα μέτρα που προωθούν τις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών με σκοπό την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών σε οικιακά κτίρια αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, ιδίως στο πλαίσιο της ανακαίνισης, καθώς διαπιστώθηκε ότι μειώνουν αποτελεσματικά τις συνολικές εκπομπές σε όλα τα σενάρια. Αν και αυτές οι εγκαταστάσεις βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη, η εφαρμογή τους είναι περιορισμένη και αντιμετωπίζει προβλήματα. Επομένως, συστήνεται η ενίσχυση του ρυθμού εγκατάστασης μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων για σκοπούς αυτοκατανάλωσης, ενδεχομένως σε συνδυασμό με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μπαταρίας, για να μειωθεί η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια δικτύου. Η εγκατάσταση μεγαλύτερων συστημάτων μέσω ενεργειακών κοινοτήτων που επιχειρούν να καλύψουν συλλογικά τις ενεργειακές ανάγκες ενός αριθμού νοικοκυριών αναμένεται να αποτελέσει επίσης μια περιβαλλοντικά και οικονομικά αποτελεσματική λύση και θα πρέπει να προσφέρεται ως εναλλακτική για τα νοικοκυριά που στοχεύουν στην αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
5. Στην παρούσα ανάλυση δεν εξετάστηκαν πρωτοβουλίες όπως το πρόγραμμα που θεσπίστηκε πρόσφατα με στόχο την παροχή κινήτρων για την αντικατάσταση συσκευών με νεότερα, πιο αποδοτικά μοντέλα. Αντ' αυτού, εφαρμόστηκαν τα συνήθη ποσοστά αντικατάστασης, τα οποία αναμένεται να συμβάλλουν στην ενίσχυση της συνολικής απόδοσης. Η συγκεκριμένη απόφαση οφείλεται στο σχετικά χαμηλότερο ποσοστό της ενεργειακής ζήτησης που αποδίδεται στις οικιακές συσκευές σε σύγκριση με τα συστήματα θέρμανσης/ψύξης και ζεστού νερού χρήσης, καθώς και στη σχετικά υψηλή σχέση κόστους/οφέλους που συνδέεται με τα εν λόγω μέτρα. Η ανακατεύθυνση των κονδυλίων που προορίζονται για την αντικατάσταση συσκευών προς την υποστήριξη της υιοθέτησης αντλιών θερμότητας και την επιτάχυνση της εγκατάστασης ηλιακών θερμοσιφώνων και φωτοβολταϊκών συστημάτων θα μπορούσε να αποφέρει ευνοϊκότερα αποτελέσματα.

6. Τα προγράμματα που αξιολογούνται στην παρούσα ανάλυση και τα οποία περιλαμβάνουν 100.000 ανακαινίσεις ετησίως μαζί με την εγκατάσταση αντλιών θερμότητας στο ήμισυ του κτιριακού αποθέματος, καθώς και πάνω από 2GW εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών, απαιτούν σημαντικές επενδύσεις. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι συνολικές δαπάνες, δημόσιες και ιδιωτικές, θα μπορούσαν να ξεπεράσουν τα €28 δις για την περίοδο από το 2023 έως το 2030. Σημαντικό μέρος του ποσού αυτού αναμένεται να προέλθει από ιδιωτικά κεφάλαια. Για να δοθούν κίνητρα για τέτοιου είδους ιδιωτικές επενδύσεις, η παρούσα ανάλυση καταλήγει σ' ένα βασικό επιχείρημα: το κόστος εγκατάστασης αποσβένεται κατά τη διάρκεια ζωής της ανακαίνισης ή της εγκατάστασης μέσω της μείωσης των ενεργειακών δαπανών. Σύμφωνα με τα σενάρια υψηλών ή συγκρατημένων τιμών ενέργειας και ελάχιστων επιτοκίων προεξόφλησης, όλες οι ανακαινίσεις που περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις παρουσιάζουν αρνητικές ετησιοποιημένες δαπάνες, γεγονός που σημαίνει ότι το αρχικό κόστος επένδυσης θα αποσβεστεί πολύ πριν από το τέλος της διάρκειας ζωής τους. Ακόμη και με υψηλά επιτόκια προεξόφλησης, το ετησιοποιημένο κόστος κυμαίνεται κοντά στο μηδέν για όλα τα σενάρια που περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά συστήματα, υποδεικνύοντας ότι η επένδυση ουσιαστικά δεν ενέχει κανένα κόστος κατά τη διάρκεια της ζωής της. Κατά συνέπεια, είναι σκόπιμο το κράτος να προσφέρει οικονομικά κίνητρα, όπως επιδοτήσεις ή χαμηλότοκα δάνεια, που θα βοηθήσουν τους πολίτες στην εφαρμογή των εν λόγω μέτρων. Επιπλέον, θα πρέπει να δρομολογηθούν εκστρατείες επικοινωνίας για να τονιστούν οι ευνοϊκές οικονομικές πτυχές της επένδυσης σε ανακαινίσεις, αντλίες θερμότητας και φωτοβολταϊκά συστήματα.
7. Στον τομέα των μεταφορών, εκτός από τα προφανή οφέλη της υψηλής διείσδυσης των οχημάτων BEV, είναι ζωτικής σημασίας να τονιστεί ο αντίκτυπος των μέτρων επάρκειας, τα οποία αντιπροσωπεύουν τη διαφοροποίηση μεταξύ των σεναρίων T1 και T2. Αυτά τα συνδυαστικά μέτρα επάρκειας (μείωση του μέγιστου ορίου ταχύτητας, ήπια κινητικότητα, συνεπιβατισμός, τηλεργασία) αποφέρουν σημαντική μείωση των εκπομπών που υπερβαίνει συνολικά εκείνη της διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων BEV μέχρι το 2030. Μεταξύ αυτών των μέτρων, ξεχωρίζει η εύλογη μείωση των ορίων ταχύτητας (κατά 10-15 χλμ/ώρα), μια πρακτική που έχει ήδη προταθεί και εφαρμοστεί σε άλλες περιοχές<sup>9</sup>. Αυτό το μέτρο από μόνο του οδηγεί σε μείωση του αποτυπώματος άνθρακα ισοδύναμη με όλα τα άλλα ήπια μέτρα μαζί και με τα ~2/3 της μείωσης που επιτυγχάνεται μέσω της αυξημένης διείσδυσης των BEV. Ως εκ τούτου, συνιστάται ιδιαίτερα η εφαρμογή του μέτρου της μείωσης του ορίου ταχύτητας, ιδίως επειδή δεν συνεπάγεται καμία πρόσθετη δαπάνη για τα νοικοκυριά και έχει ιστορικά αποδώσει αξιοσημείωτα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια προηγούμενων ενεργειακών κρίσεων.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των μέτρων που εξετάζονται και προτείνονται για εφαρμογή από την παρούσα μελέτη με εκείνα που προβλέπονται στην πιο πρόσφατη αναθεώρηση του ΕΣΕΚ (Νοέμβριος 2023).

---

<sup>9</sup><https://bit.ly/3SZOXc1>

Οι σημαντικότερες διαφορές στον τομέα των οικιακών κτιρίων φαίνεται να είναι: (α) η αύξηση του ετήσιου ποσοστού ανακαίνισης στα τρέχοντα σενάρια, (β) η πιο έγκαιρη εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, (γ) η μικρότερη εξάρτηση από την αντικατάσταση συσκευών και (δ) η ενσωμάτωση ήπιων μέτρων για την επάρκεια. Η μελέτη μας διαπιστώνει ότι ο συνδυασμός αυτών των μέτρων με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη των οικιακών αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια (είτε φωτοβολταϊκά μικρής κλίμακας σε στέγες είτε μεγαλύτερης κλίμακας μέσω ενεργειακών κοινοτήτων) οδηγεί σε βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά τη μείωση τόσο του ανθρακικού αποτυπώματος όσο και των λογαριασμών ενέργειας των νοικοκυριών.

Πιο συγκεκριμένα, τα σενάρια τα οποία περιλαμβάνουν εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιπλέον της ήπιας (S2-PV) ή ριζικής ανακαίνισης (S3-PV), της χρήσης αντλιών θερμότητας και των μέτρων επάρκειας οδηγούν σε καθαρά κέρδη για την περίοδο 2023-2030. Αυτό προκύπτει και από τις αρνητικές τιμές των ετησιοποιημένων δαπανών, που περιλαμβάνουν τόσο τα επενδυτικά κόστη όσο και τα οικονομικά οφέλη για τα νοικοκυριά. Οι τιμές κυμαίνονται από -€6 εκατ. έως -€561 εκατ. ετησίως το 2030, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν κατά την ανάλυση ευαισθησίας (τιμές ενέργειας, επιτόκια προεξόφλησης).

Δεδομένου ότι το μείγμα των μέτρων που προτείνουμε είναι διαφορετικό από εκείνο του ΕΣΕΚ, αναμένονται επίσης διαφορές στο συνολικό κόστος επένδυσης. Παρόλο που είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς συγκρίσεις, ελλείψει πληροφόρησης σχετικά με τις συγκεκριμένες παραδοχές που χρησιμοποιούνται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, σημειώνουμε ότι, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, οι συνολικές δαπάνες που προορίζονται για τον οικιακό τομέα για την περίοδο 2023-2030 ανέρχονται σε €29,2 δις (€6,3 δις για ανακατασκευές και €22,9 δις για συσκευές). Από την άλλη πλευρά, οι συνολικές επενδυτικές δαπάνες για τα σενάρια S0, S1, S2 και S3 που εξετάζονται στην παρούσα ανάλυση για την ίδια περίοδο ανέρχονται σε €8,7 δις, €8,8 δις, €19,1 δις και €25 δις, αντίστοιχα. Επιπλέον, το συνολικό κόστος επένδυσης για τα δύο σενάρια που αναδεικνύονται ως τα πλέον αποδοτικά από οικονομική άποψη (S2-PV και S3-PV), κυμαίνεται από €22,7 έως €28,6 δις, χαμηλότερο ή στην ίδια τάξη μεγέθους με εκείνο του προσχεδίου ΕΣΕΚ. Ωστόσο, σχεδόν το 50% των επενδύσεων στο σενάριο S2-PV ή ακόμη περισσότερο στο σενάριο S3-PV αφορούν ανακατασκευές παλαιών κατοικιών. Οι ετησιοποιημένες δαπάνες που υπολογίστηκαν για αυτά τα σενάρια αποδείχθηκαν αρνητικές σε ένα ευρύ φάσμα παραμετρικών τιμών (σχήματα 12-15). Επιπλέον, τα δύο σενάρια S2-PV και S3-PV, τα οποία εστιάζουν στην ανακαίνιση κτιρίων σε συνδυασμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών, έχουν αρνητικό κόστος ανά τόνο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> που επιτυγχάνουν για κάθε έτος κατά την υπό εξέταση περίοδο (Πίνακας 7). Επομένως και τα δύο σενάρια αποδείχθηκαν ωφέλιμα τόσο για το κλίμα όσο και την εθνική οικονομία. Ως εκ τούτου, είναι σκόπιμο να επιδιωχθεί η εφαρμογή τους μέσω της ανάπτυξης κατάλληλων χρηματοδοτικών μέσων και κινήτρων.

Στον τομέα των επιβατικών μεταφορών, μια άλλη σημαντική αντίθεση με το ΕΣΕΚ έγκειται στην ενσωμάτωση ήπιων αλλά σημαντικών μέτρων, τα οποία αναγνωρίζονται αλλά δεν ποσοτικοποιούνται στο ΕΣΕΚ. Όσον αφορά τη διείσδυση

των οχημάτων BEV, το ΕΣΕΚ περιλαμβάνει υψηλότερο ποσοστό διείσδυσης, το οποίο δεν αποκλίνει σημαντικά από τις προβλέψεις της παρούσας ανάλυσης για την περίοδο 2025-2030. Ωστόσο, τα ήπια μέτρα που αξιολογούνται εδώ, όπως η μείωση του μέγιστου ορίου ταχύτητας, η ήπια κινητικότητα, ο συνεπιβατισμός και η τηλεργασία, αποφέρουν πρόσθετες μειώσεις εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 812-822 KtCO<sub>2</sub>/έτος και μειώσεις ενεργειακών δαπανών κατά 514-710 εκατ. ευρώ/έτος για τα νοικοκυριά, με σχεδόν αμελητέο πρόσθετο κόστος επένδυσης. Ως εκ τούτου, τα μέτρα αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν ωφέλιμες επιλογές («no regret») και θα πρέπει να αναπτυχθούν κατάλληλες πολιτικές για την εφαρμογή τους.

Τα πορίσματα της παρούσας ανάλυσης θα έχουν ιδιαίτερη σημασία κατά τη φάση της δημόσιας διαβούλευσης του προσχεδίου ΕΣΕΚ, το οποίο αναμένεται να δημοσιευθεί για τη διατύπωση σχολίων πριν από την κατάθεσή του έως τον Ιούνιο του 2024, όπως έχει ήδη διαβεβαιώσει η Κυβέρνηση.

Έχοντας ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η ανάλυση των μέτρων που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στον δημόσιο διάλογο σχετικά με την εφαρμογή πολιτικών για την επίτευξη τόσο των ενδιάμεσων στόχων έως το 2030 όσο και εκείνων για το 2040, στην πορεία προς την επίτευξη πλήρους μηδενισμού των εκπομπών έως το 2050. Η ανάλυση επικεντρώθηκε σε πολιτικές που επηρεάζουν τον προϋπολογισμό των νοικοκυριών, δηλαδή τις δαπάνες για ενέργεια και μεταφορές, και που συνεπώς έχουν υψηλό πολιτικό αντίκτυπο.

Οι εξεταζόμενες πολιτικές πρέπει να εφαρμοστούν άμεσα, καλύπτοντας, δηλαδή, την περίοδο έως το 2030. Αυτή η περίοδος συνάδει με την τυπική τετραετή θητεία μιας κυβέρνησης και το απαιτούμενο χρονικό πλαίσιο για την εφαρμογή των πολιτικών. Ο εν λόγω χρονικός ορίζοντας ευθυγραμμίζεται με τα αναθεωρημένα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) που ήδη σχολιάστηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με προθεσμία για έγκριση από τα κράτη μέλη έως τον Ιούνιο του 2024. Επιπλέον, περιλαμβάνει την επόμενη θητεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και τον πολυετή προϋπολογισμό της ΕΕ.

Όλες οι πολιτικές και τα μέτρα (ΠκΜ) που αναλύθηκαν βρίσκονται ήδη σε εφαρμογή, ή έχουν διερευνηθεί στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες. Η προστιθέμενη αξία της παρούσας ανάλυσης είναι η δυνατότητα εξέτασης εναλλακτικών πεδίων εφαρμογής των εν λόγω ΠκΜ, συμπεριλαμβανομένων κυρίως των μέτρων επάρκειας. Η εξέταση γίνεται με διαφανή και αξιόπιστο τρόπο, ακολουθώντας μια προσέγγιση «bottom-up», ενώ ταυτόχρονα απαιτεί ελάχιστους υπολογιστικούς πόρους και είναι εύκολο να αναπαραχθεί ώστε να χρησιμοποιηθεί σε άλλες χώρες ή περιφέρειες. Ευελπιστούμε ότι η ανάλυσή μας μπορεί να ωφελήσει ιδιαίτερα οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών που ενδιαφέρονται για τον αντίκτυπο της ενεργειακής μετάβασης στην κοινωνία, καθώς και άλλες πολιτικές οργανώσεις, ώστε να προτείνουν βελτιώσεις ή εναλλακτικές πολιτικές σε σχέση με αυτές που προτείνει η κυβέρνηση ως τώρα.