

Αθήνα 20.02.2020

«Πράσινο» σενάριο για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος έως το 2050

Δρ. Γιάννης Σαραφίδης
Κύριος Ερευνητής
ΙΕΠΒΑ/ΕΑΑ
sara@noa.gr

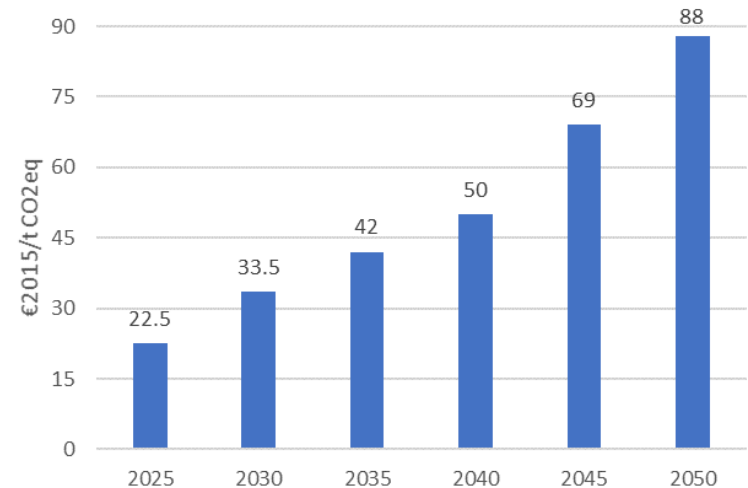


Εθνικό
Αστεροσκοπείο
Αθηνών

Γενικά χαρακτηριστικά σεναρίου και παραδοχές

- Τι περιλαμβάνεται
 - Εξηλεκτρισμός τομέων τελικής κατανάλωσης με έμφαση σε κτίρια και οδικές μεταφορές
 - Εξοικονόμηση ενέργειας
 - ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού
- Τι δεν περιλαμβάνεται
 - Μέτρα στους μη ενεργειακούς τομείς
 - Τεχνολογίες δέσμευσης, αποθήκευσης άνθρακα (π.χ. για τσιμέντα, διυλιστήρια)
 - Τεχνολογίες υδρογόνου / e-καυσίμων
- Σε γενικές γραμμές υιοθετούνται οι παραδοχές / επιλογές του ΕΣΕΚ για
 - Βασικά μεγέθη (π.χ. πληθυσμός, ΑΕΠ)
 - Απόσυρση λιγνιτικών μονάδων
 - Ολοκλήρωση διασυνδέσεων νησιών (έως το 2030)
- Το κόστος επένδυσης για την αποθήκευση ενέργειας μειώνεται σε 100 € / kWh (2030) και 60 € / kWh (2050)

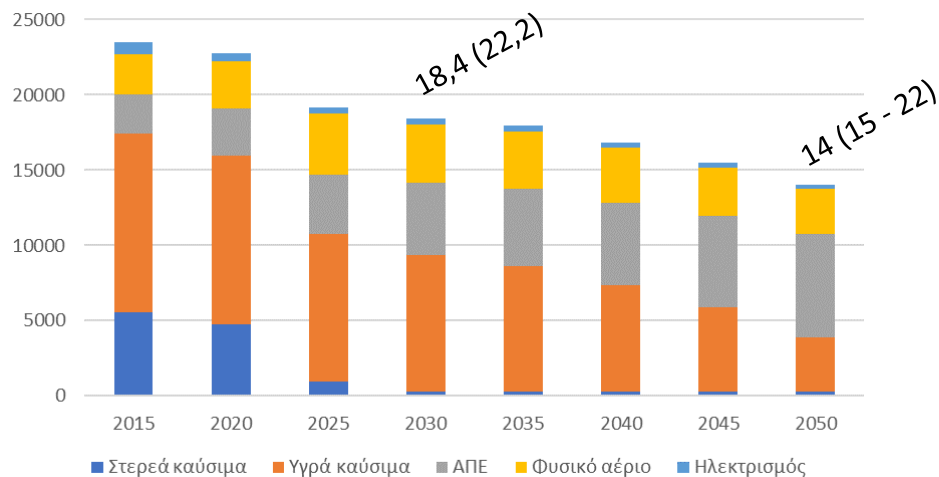
Τιμές δικαιωμάτων εκπομπών



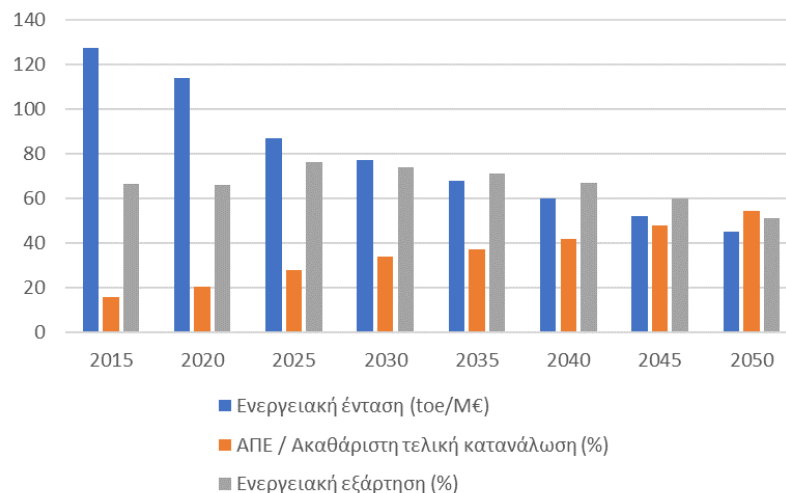
Αποτελέσματα/ Συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας

- Η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας μειώνεται με μέσο ετήσιο ρυθμό
 - 2,1% για την περίοδο 2020 – 2030 και
 - 1,3% για την περίοδο 2030 – 2050
- Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην συνολική ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας αυξάνει συνεχώς και το 2050 είναι 51%
- Η συμμετοχή των προϊόντων πετρελαίου περιορίζεται στο 25%, ενώ η συμμετοχή του φυσικού αερίου διπλασιάζεται
- Η ενεργειακή ένταση του ενεργειακού συστήματος βελτιώνεται από 136 toe/M€₂₀₁₀ το 2015 σε 77 toe/M€₂₀₁₀ το 2030 και σε 45 toe/M€₂₀₁₀ το 2050
- Η ενεργειακή εξάρτηση μειώνεται από το 2025 (76%) και μετά, και το 2050 υπολογίζεται σε 51%

Εξέλιξη ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας (ktoe)



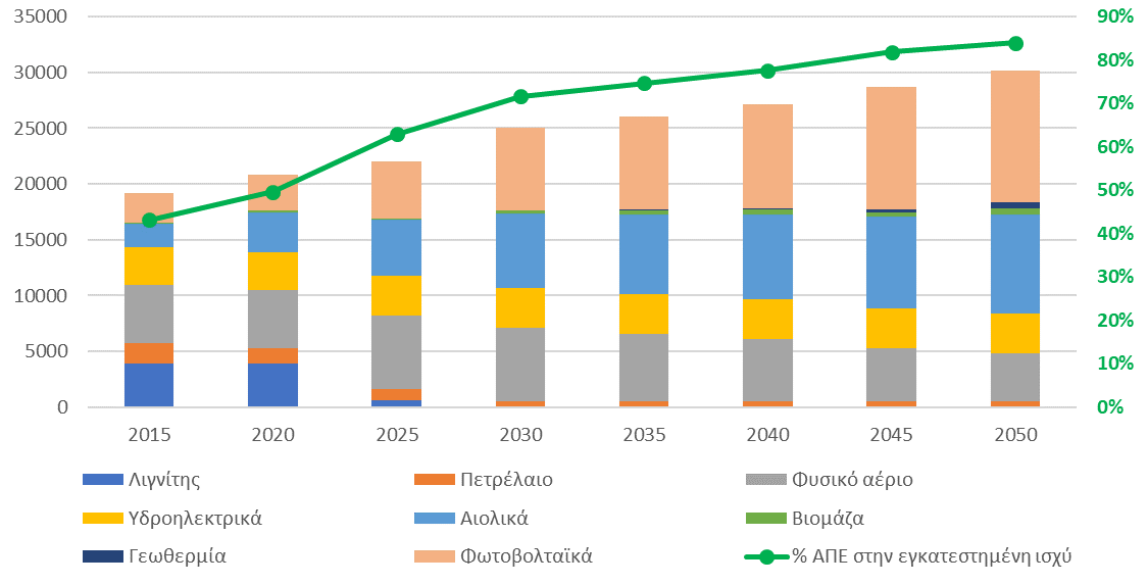
Ενεργειακοί δείκτες



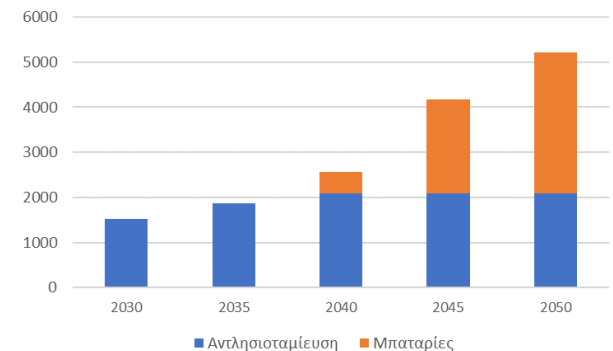
Αποτελέσματα/ Ηλεκτροπαραγωγή

- Απόσυρση λιγνιτικών μονάδων σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του ΕΣΕΚ
- Νέες μονάδες φυσικού αερίου εντός της 10ετίας 2020 – 2030, συνολικής ισχύος 1400 MW
- Συνολική εγκατεστημένη ισχύς
 - 2030: 25 GW (26,2)
 - 2050: 30 GW (31,9 – 71,7)
- Οι ΑΠΕ αποτελούν το 70% και 84% της εγκατεστημένης ισχύος το 2030 και 2050 αντίστοιχα
 - Αιολικά: το **2030** 6,6 GW και το **2050** 8,8 GW
 - Φωτοβολταϊκά: το **2030** 7,4 GW και το **2050** 11,8 GW
- Η ένταξη στο ηλεκτρικό σύστημα στοχαστικών ΑΠΕ σε αυτή την κλίμακα δημιουργεί πρόσθετες ανάγκες σε αποθήκευση ενέργειας.

Εξέλιξη εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία (MW)



Πρόσθετες απαιτήσεις σε αποθήκευση ενέργειας (MW)

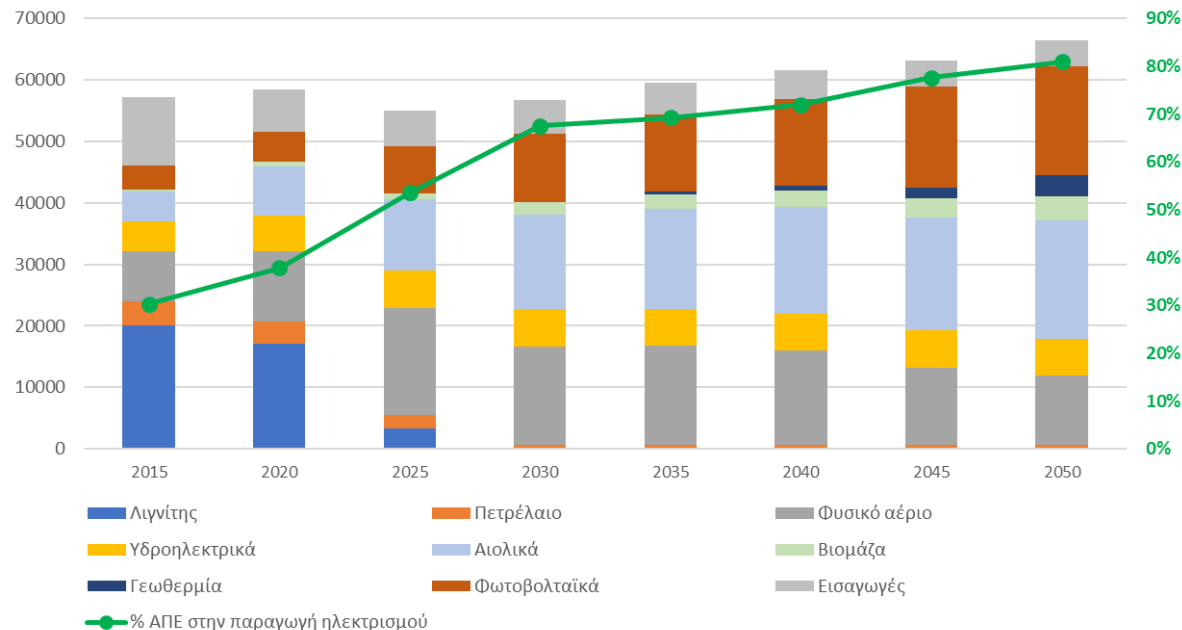


Αποτελέσματα/ Ηλεκτροπαραγωγή

- Συνολική καθαρή παραγωγή ηλεκτρισμού (με εισαγωγές)
 - 2030: 56,8 TWh (57,2)
 - 2050: 66,5 TWh (70 – 270)
- Η συμμετοχή του φυσικού αερίου λαμβάνει μια μέγιστη τιμή το 2025 (32%) και στη συνέχεια μειώνεται αλλά συνεισφέρει το 17% της παραγωγής το 2050
- Η παραγωγή από ΑΠΕ αποτελεί το 2050 το 81% της συνολικής παραγωγής (χωρίς τις εισαγωγές)

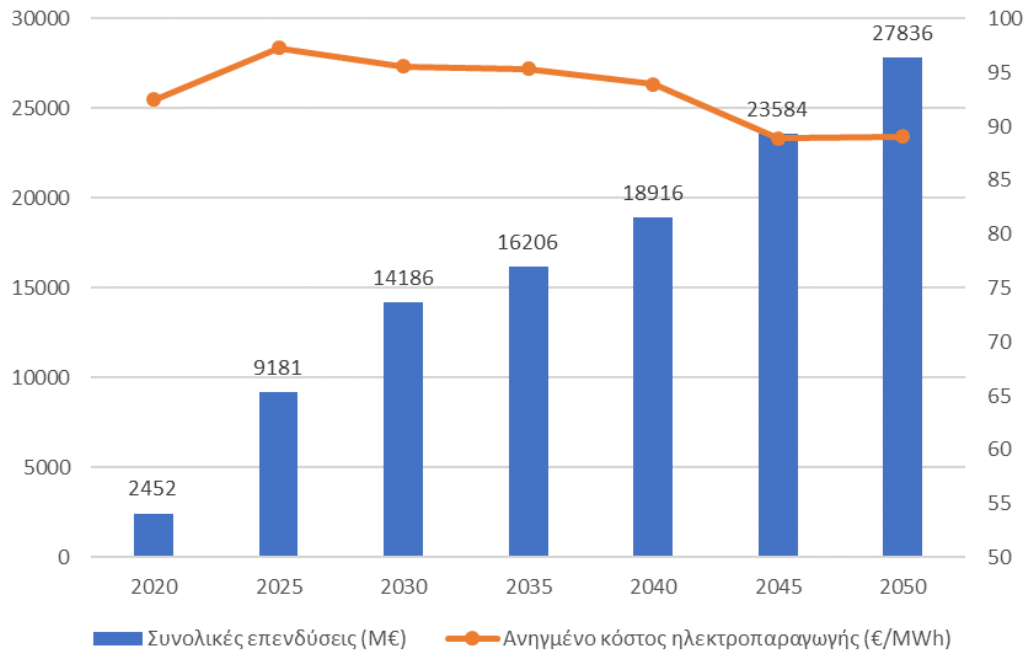
- Αιολικά: 31%
- Φωτοβολταϊκά: 28%
- Υδροηλεκτρικά: 10%
- Βιομάζα – Γεωθερμία: 12%

Παραγωγή ηλεκτρισμού ανά τεχνολογία (GWh)

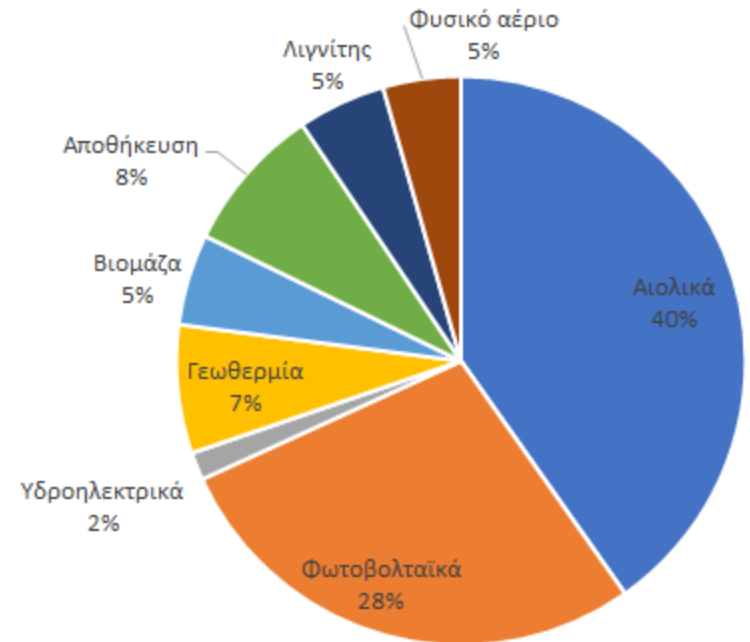


Αποτελέσματα/ Ηλεκτροπαραγωγή

Συνολικές επενδύσεις της περιόδου 2015-2050 (σε Μ€₂₀₁₅)
Ανηγμένο κόστος ηλεκτροπαραγωγής (σε €₂₀₁₅/MWh)



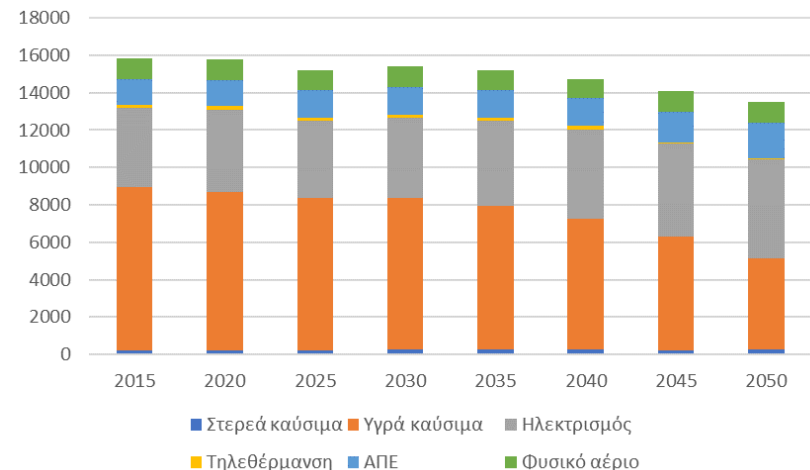
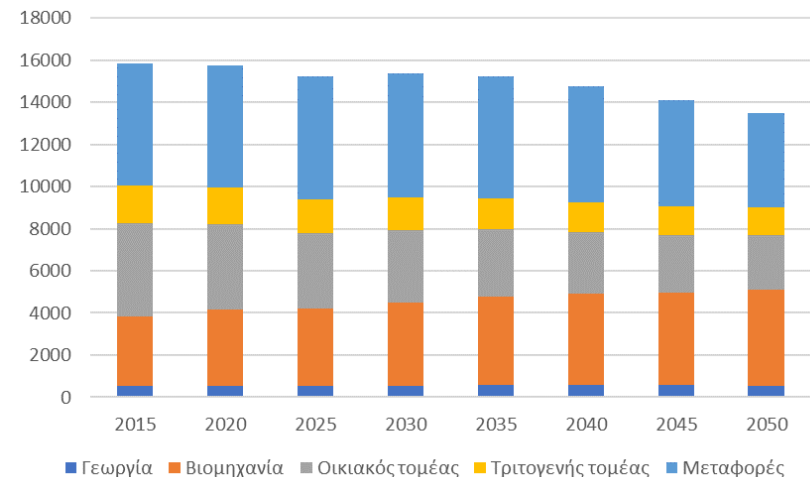
Κατανομή συνολικού κόστους επένδυσης
ανά τεχνολογία



Αποτελέσματα/ Ζήτηση ενέργειας

- Η ζήτηση ενέργειας διαμορφώνεται κάτω από τα επίπεδα του 2005 ως απόρροια της ήπιας οικονομικής ανάπτυξης αλλά και της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας
 - 2030: 15,4 Mtoe (16,2)
 - 2050: 13,5 Mtoe (13,3 – 18,1)
- Η κατανάλωση ηλεκτρισμού το 2050 αποτελεί το 40% της τελικής κατανάλωσης (28% το 2030)
- Η συμμετοχή των υγρών καυσίμων από 55% (2015) περιορίζεται σε 53% (2030) και 36% (2050)
- Η συμμετοχή του φυσικού αερίου διατηρείται πρακτικά σταθερή (7% - 8%) κατά την περίοδο 2020 – 2050

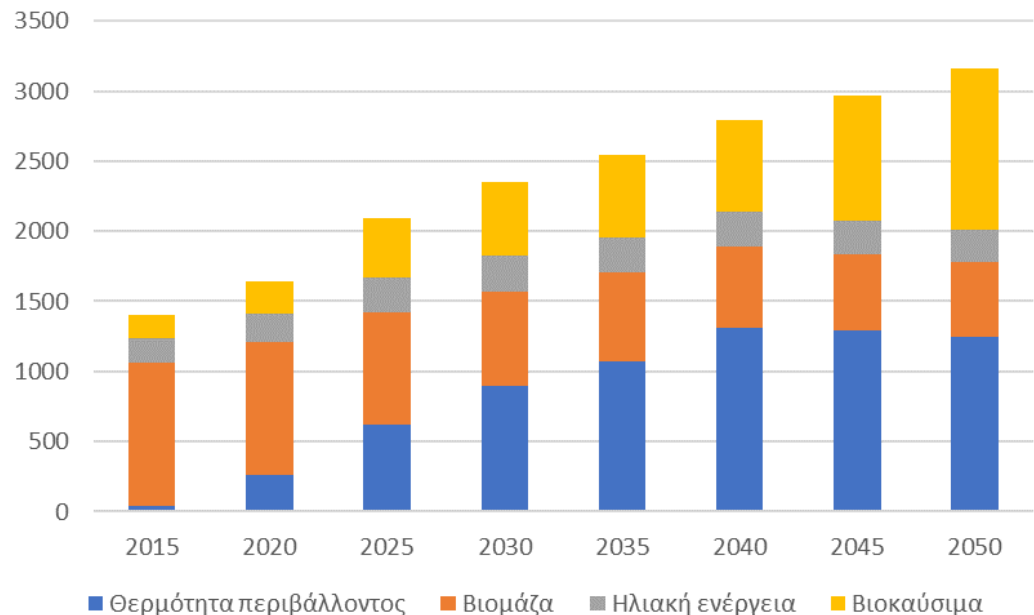
Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (ktoe)



Αποτελέσματα/ ΑΠΕ στην τελική ζήτηση

- Η χρήση ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2050 διπλασιάζεται σε σχέση με το 2020
- Η αύξηση της χρήσης οφείλεται
 - Στην αυξημένη χρήση βιοκαυσμών στον τομέα των μεταφορών (37% της χρήσης ΑΠΕ το 2050)
 - Στη διείσδυση αντλιών θερμότητας στα κτίρια (39% της συνολικής χρήσης ΑΠΕ το 2050)
- Μείωση των κατανάλωσης βιομάζας λόγω μείωσης της παραδοσιακής χρήσης στον οικιακό τομέα
- Η συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες) βρίσκεται στο 10% περίπου (μέση τιμή για την περίοδο 2020-2050)

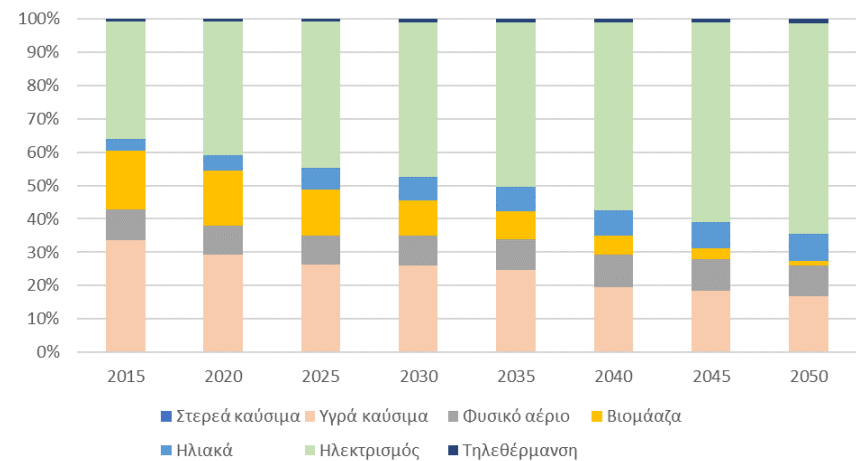
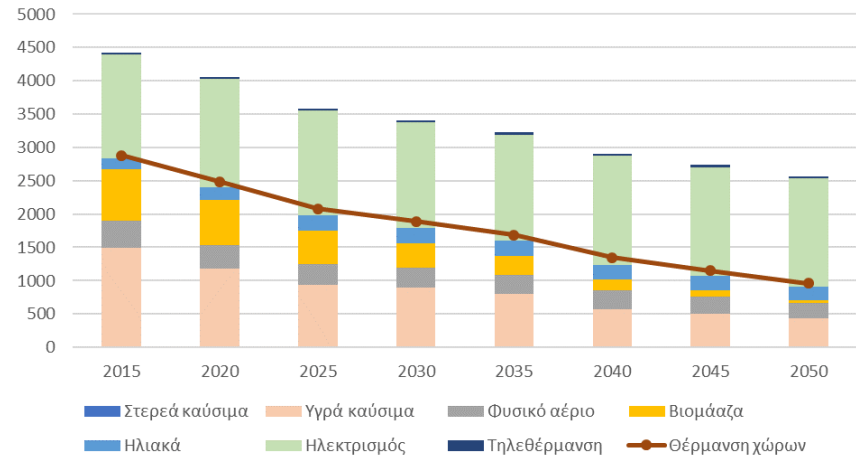
ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας (ktoe)



Αποτελέσματα/ Οικιακός τομέας

- Η ριζική ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος αποτελεί την κύρια παρέμβαση
- Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων είναι χαμηλότερη των 1000 ktoe το 2050
- Το κόστος επένδυσης για την περίοδο 2020 – 2050 εκτιμάται σε **50000 Μ€** (25000 € ανά κατοικία)
- Σε σχέση με το 2020, η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα μειώνεται
 - 2030: 16% (3406 ktoe)
 - 2050: 37% (2564 ktoe)
- Η συμμετοχή του ηλεκτρισμού αυξάνεται από 40% το 2020 σε 47% το 2030 και σε 63% το 2050

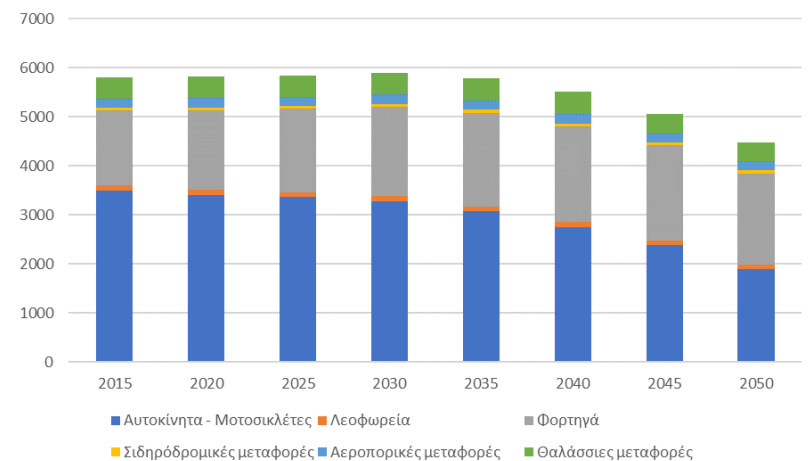
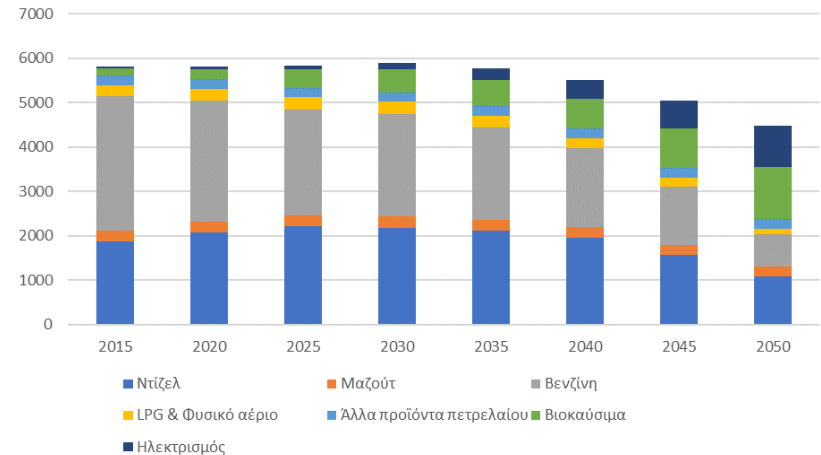
Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (ktoe)



Αποτελέσματα/ Μεταφορές

- Βασικά χαρακτηριστικά
 - Εξηλεκτρισμός οδικών μεταφορών με έμφαση στις επιβατικές μεταφορές (65% του μεταφορικού έργου το 2050)
 - Βιοκαύσιμα: 25% της κατανάλωσης του τομέα το 2050
 - Το επιβατικό μεταφορικό έργο διατηρείται πρακτικά σταθερό
 - Δεν εξετάζονται μέτρα για αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές
- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης
 - Επιβατικές μεταφορές: 5% (2030) και 40% (2050) σε σχέση με το 2020
 - Εμπορευματικές μεταφορές: 2% (2030) και 20% (2050) σε σχέση με το 2020
- Η κατανάλωση διατηρείται πρακτικά σταθερή στα 5,8 Mtoe την περίοδο έως το 2035 και στη συνέχεια μειώνεται στα 5,5 Mtoe το 2040 και στα 4,5 Mtoe το 2050

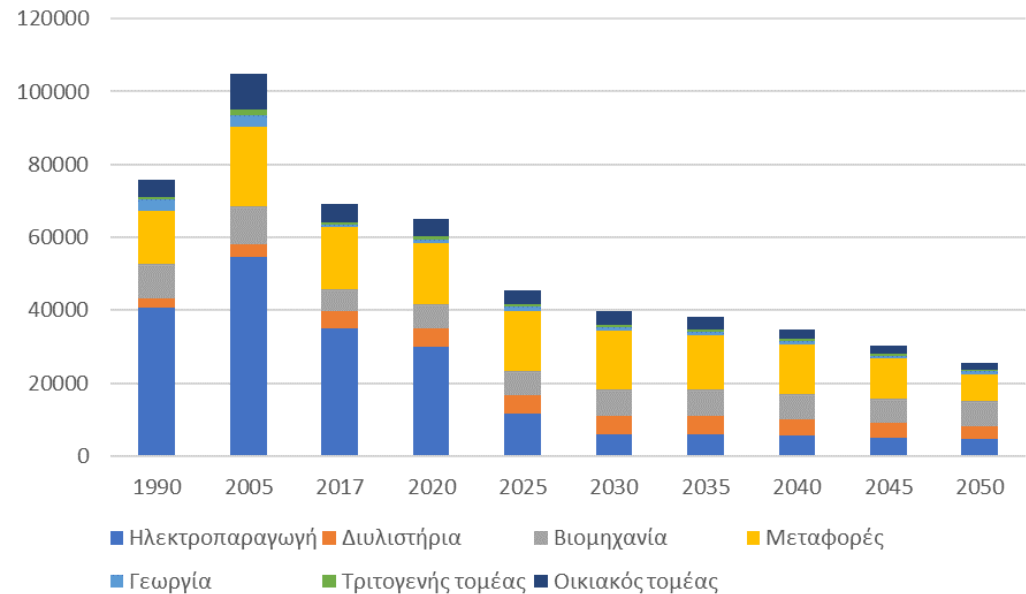
Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας (ktoe)



Αποτελέσματα/ Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, Ενέργεια

- Οι συνολικές εκπομπές του τομέα από 75,7 Mt CO₂eq το 1990 και 105 Mt CO₂eq το 2005 μειώνονται το 2030 στους 40 Mt CO₂eq, και το 2050 στους 25,6 Mt CO₂eq
- **2030:** -62% σε σχέση με το 2005 και -47% σε σχέση με το 1990
- **2050:** -76% σε σχέση με το 2005 και -66% σε σχέση με το 1990
- Οι εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρισμού το 2050 (4,5 Mt CO₂eq) προέρχονται από τις μονάδες φυσικού αερίου που εγκαταστάθηκαν την περίοδο 2020 - 2030
- Οι μεταφορές αποτελούν την κύρια πηγή εκπομπών του τομέα Ενέργεια από το 2025 και μετά

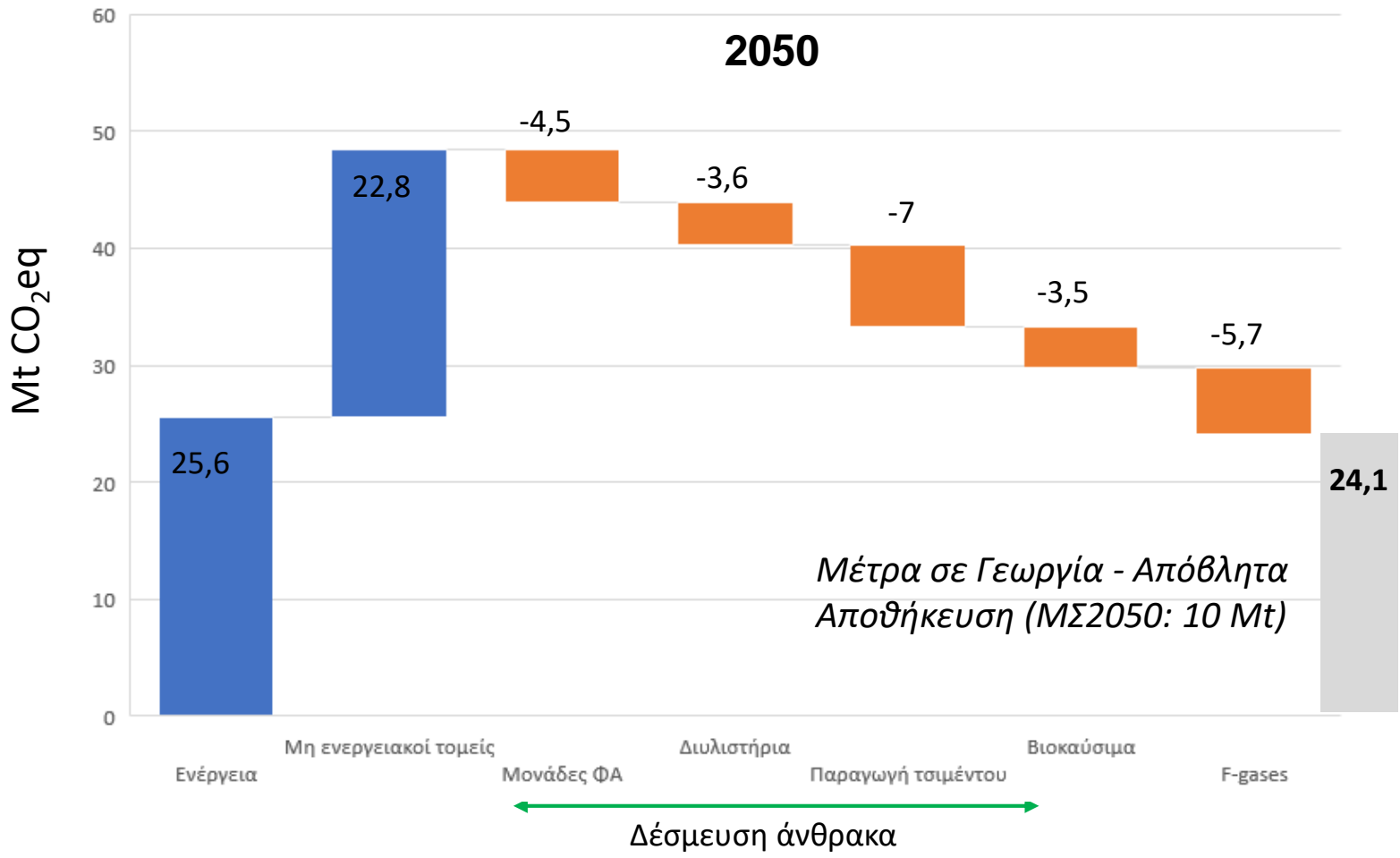
Εξέλιξη εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (kt CO₂eq)



Αποτελέσματα/ Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, Σύνολο

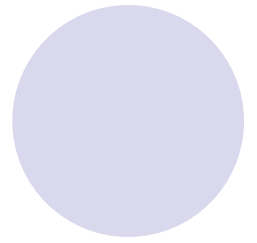
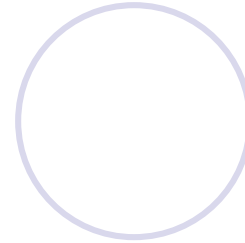
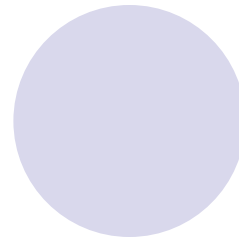
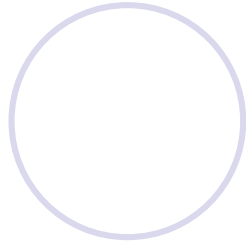
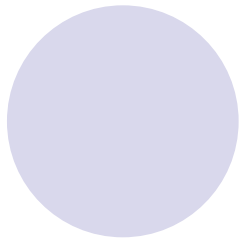
53% μείωση σε σχέση με το 1990
ή
64% μείωση σε σχέση με το 2005

77% μείωση σε σχέση με το 1990
ή
82% μείωση σε σχέση με το 2005



Συμπερασματικά σχόλια

- Οι υφιστάμενες πολιτικές δεν επαρκούν για την επίτευξη του στόχου των 2°C / 1,5°C
- Με δεδομένο τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, θα πρέπει να διερευνηθεί ο «βέλτιστος» τρόπος επίτευξης του στόχου αυτού
 - Εξηλεκτρισμός τελικής κατανάλωσης ενέργειας
 - Εξοικονόμηση ενέργειας
 - ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας και στην ηλεκτροπαραγωγή
 - Τεχνολογίες υδρογόνου / e-καυσίμων
- Η υλοποίηση προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας στους τομείς τελικής κατανάλωσης φαίνεται ότι οδηγεί σε μια πιο ορθολογική ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος
 - Απαιτείται σωστός σχεδιασμός ώστε να συνδυάζεται μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και βελτίωση των ενεργειακών υπηρεσιών
- Μη ενεργειακοί τομείς & αέρια θερμοκηπίου εκτός του CO₂
 - Κύριες πηγές εκπομπών
 - Απαραίτητη η εφαρμογή τεχνολογιών / πρακτικών απορρόφησης
- Ενίσχυση απορροφήσεων (δάση)



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!