

ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σενάρια με το μοντέλο PRIMES

Οι στόχοι της ενεργειακής στρατηγικής

- Η απειλή της κλιματικής αλλαγής διαφοροποιεί τις παραδοσιακές προτεραιότητες της ενεργειακής στρατηγικής των χωρών, σε παγκόσμιο επίπεδο
- Πρωτεύον στόχος είναι πλέον η μετάβαση προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Η ενεργειακή στρατηγική πρέπει όμως να επιδιώξει να γίνει η μετάβαση αυτή, έτσι ώστε:
 - Να ελαχιστοποιείται το κόστος για την οικονομία και εάν είναι δυνατόν η μετάβαση αυτή να αποτελέσει ευκαιρία νέων αναπτυξιακών δραστηριοτήτων
 - Να διασφαλίζεται αξιόπιστη και επαρκής ενεργειακή τροφοδοσία
 - Να διευκολύνεται η πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες των οικονομικά ευάλωτων καταναλωτών και των μικρομεσαίων επιχειρήσεων

Αντικείμενο της μελέτης

- Ανάλυση της πορείας του ενεργειακού τομέα της Ελλάδας και των διαθέσιμων επιλογών στο πλαίσιο της μετάβασης προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- Η ανάλυση βασίζεται σε ποσοτικά σενάρια για την οικονομία και το ενεργειακό σύστημα (ζήτηση, προσφορά, τιμές και επενδύσεις για όλο τον κλάδο) μέχρι το 2050
- Η ποσοτική ανάλυση προέρχεται από τα μαθηματικά μοντέλα του E3MLab και κυρίως από το μοντέλο PRIMES
 - Στο μοντέλο PRIMES βασίζονται οι αναλύσεις για την ΕΕ: Roadmap 2050 (DG CLIMA), Energy Roadmap 2050 (DG ENER), White Paper on Transport (DG MOVE), 20-20-20 Climate and Energy Policy Package, Power Choices (EURELECTRIC), κ.ά.

Σενάρια που μελετήθηκαν

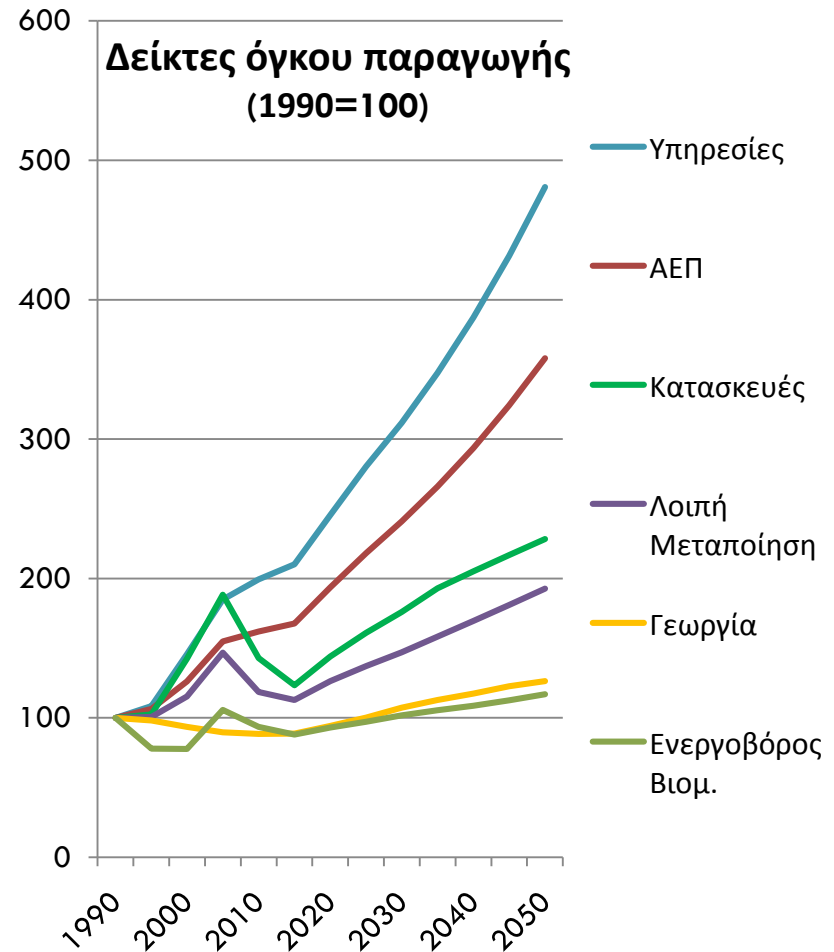
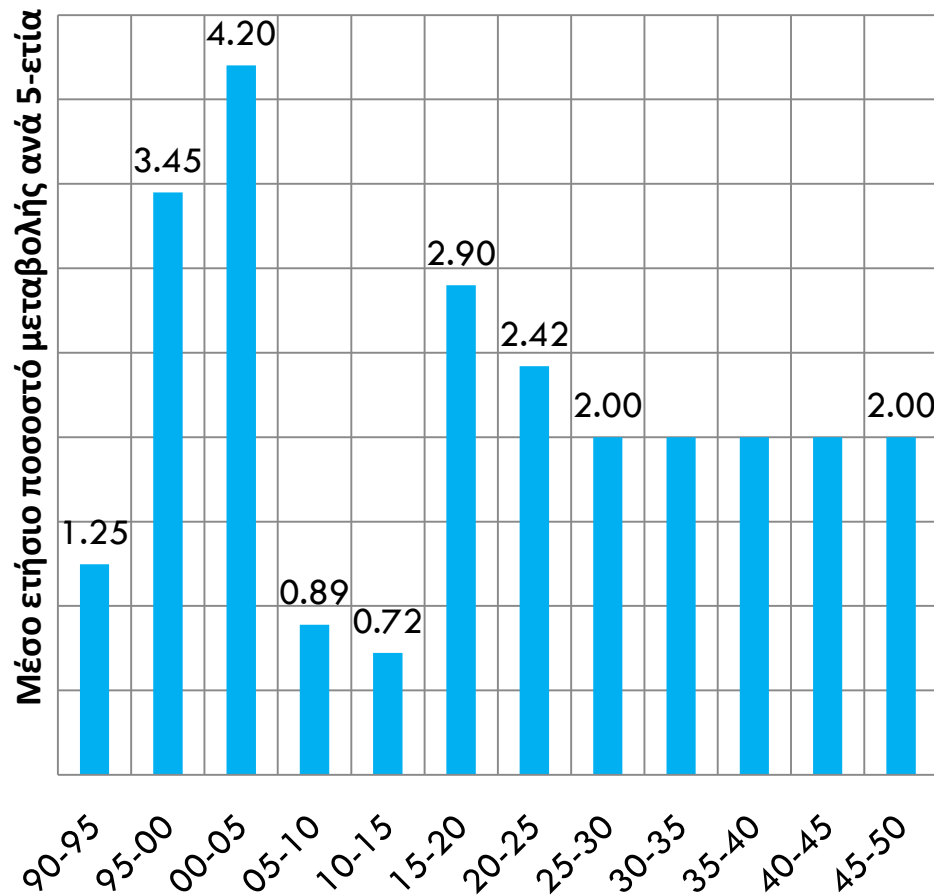
- **Σενάριο καμίας πολιτικής:** καμία πολιτική για το περιβάλλον, ΑΠΕ και ενεργειακή αποδοτικότητα, όμως εξέλιξη του συστήματος και τεχνολογιών με βάση τους μηχανισμούς της αγοράς.
- **Σενάριο αναφοράς:** η τρέχουσα πολιτική της Ελλάδας και της ΕΕ για τις ΑΠΕ, το ETS και την ενεργειακή αποδοτικότητα παραμένει μέχρι το 2020 και επεκτείνεται μέχρι το 2050 χωρίς περαιτέρω φιλόδοξους στόχους μείωσης των εκπομπών. Σε ισχύ παραμένει και ο μηχανισμός ETS μέχρι το 2050.
- **Σενάρια χαμηλών εκπομπών:** 80% μείωση των εκπομπών CO₂ σε ευρωπαϊκό επίπεδο το 2050 (40% μείωση το 2030 στην ΕΕ) και 75% στην Ελλάδα το 2050. Εναλλακτικά σενάρια σχετικά με τη μελλοντική διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής:
 - Σενάριο μείωσης εκπομπών με «**ΑΠΕ**»
 - Σενάριο μείωσης εκπομπών με «**ΑΠΕ και CCS**»
 - Σενάριο μείωσης εκπομπών με «**ΑΠΕ και πυρηνικά**»
- Ανάλυση ευαισθησίας σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας ως παραλλαγές του σεναρίου αναφοράς:
 - **Σενάριο αναφοράς με υψηλότερη ανάπτυξη**
 - **Σενάριο αναφοράς με χαμηλότερη ανάπτυξη**

Το σενάριο οικονομικής ανάπτυξης

5

E³M - Lab

ΑΕΠ σε πραγματικές τιμές



Πηγή: Μοντέλο GEM-E3 (E3MLab)

Υποθέσεις σχετικά με την ενεργειακή πολιτική και τις υποδομές

6

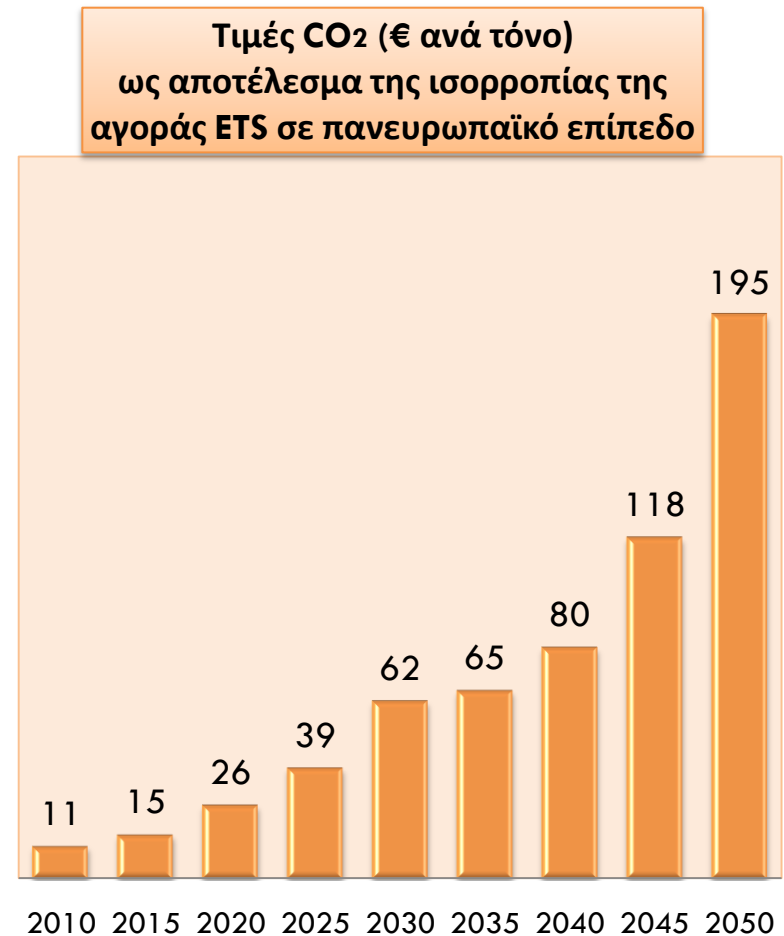
E³M - Lab

- Στα σενάρια αναφοράς και χαμηλών εκπομπών εφαρμόζονται τουλάχιστον οι **Οδηγίες της ΕΕ**, σχετικά με την ενεργειακή αποτελεσματικότητα, τα κτήρια, τις ΑΠΕ, τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, τις εκπομπές από τα οχήματα, κλπ.
- Η αγορά δικαιωμάτων εκπομπών **ETS** της ΕΕ προσομοιώνεται κατά σενάριο και οι τιμές των αδειών εκπομπής CO₂ προσδιορίζονται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο (σύμφωνα με τη μελέτη PRIMES για την ΕΕ).
- Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών οι **τιμές CO₂** επεκτείνονται σε όλη την οικονομία μετά το 2025 αλλά υποχρέωση πληρωμής για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής θα έχουν μόνο οι τομείς που υπόκεινται στο ETS. Στα σενάρια αυτά οι **δράσεις** για ενεργειακή αποτελεσματικότητα και ΑΠΕ επεκτείνονται.
- Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών ο τομέας των οδικών μεταφορών μετατρέπεται σταδιακά προς την **ηλεκτροκίνηση** ενώ επεκτείνεται η χρήση **βιοκαυσίμων** στα αεροπλάνα και πλοία.
- Πραγματοποιούνται εκτεταμένες επενδύσεις στα **δίκτυα** και στη **διασύνδεση** όλων των νησιών, ώστε να αναπτυχθούν οι ΑΠΕ. Επίσης νέα συστήματα **αποθήκευσης** αναπτύσσονται σε αντλητικά συστήματα και μακροχρόνια μέσω **υδρογόνου** από ηλεκτρόλυση.

Προσομοίωση σεναρίων με το μαθηματικό μοντέλο PRIMES

E³M - Lab

- Προσομοίωση μελλοντικής εξέλιξης της ζήτησης και της προσφοράς ενέργειας, καθώς και των τιμών ενέργειας, ως αποτέλεσμα της τιμολόγησης των εκπομπών CO₂ και της εφαρμογής πολιτικών προώθησης των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων, της εξοικονόμησης ενέργειας και του εξηλεκτρισμού των μεταφορών
- Το πρότυπο προσομοιώνει την βέλτιστη οικονομικά εξέλιξη ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι και λαμβάνει ως δεδομένους τους περιορισμούς πολιτικής κατά σενάριο
- Το πρότυπο υποδεικνύει την κατανομή της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών κατά τομέα και των επενδύσεων κατά τομέα και τεχνολογία



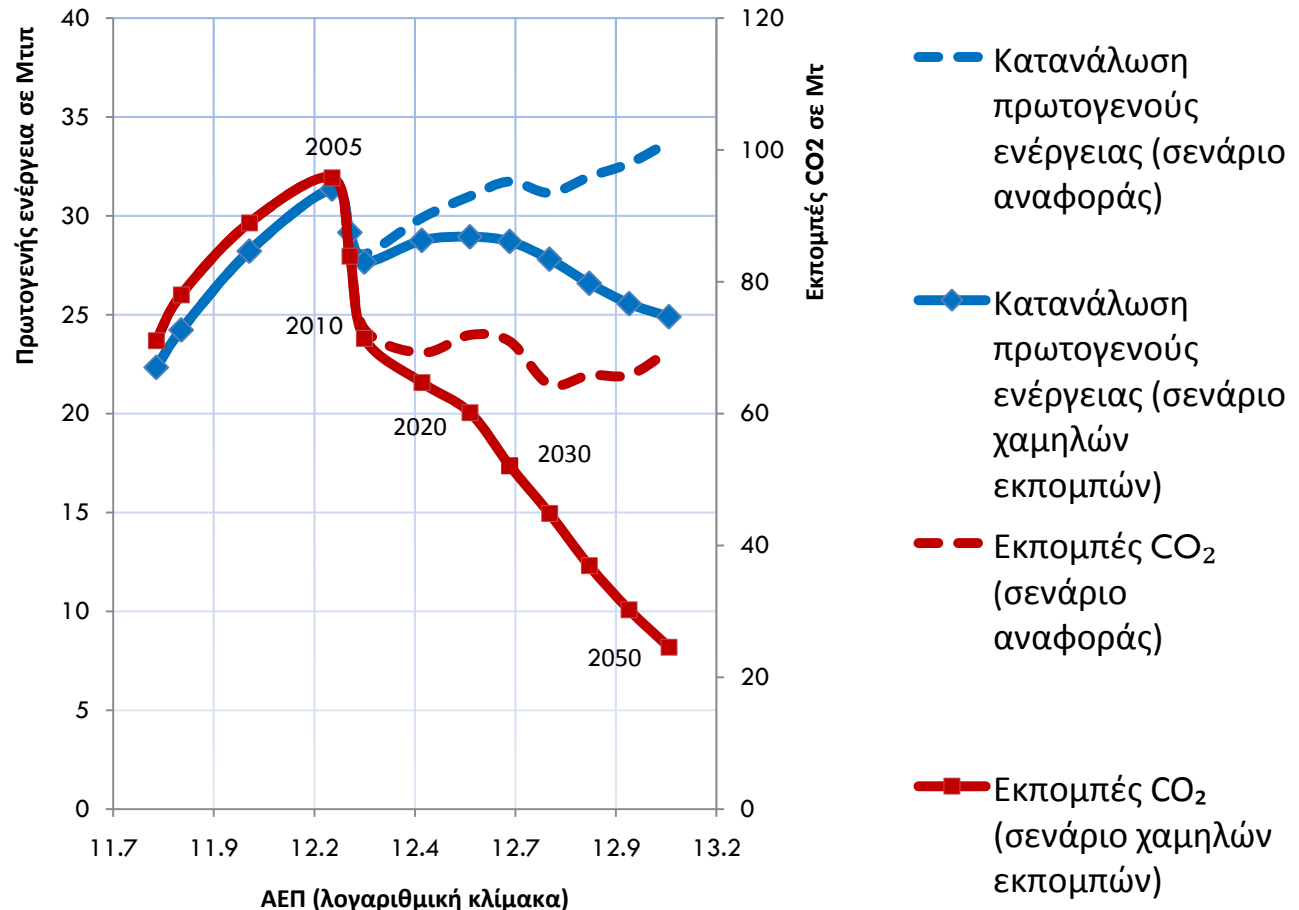
Αποσύνδεση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών από τη μεγέθυνση του ΑΕΠ

E³M - Lab

Για την αποσύνδεση της ενέργειας από το ΑΕΠ κλειδί είναι η ενεργειακή αποτελεσματικότητα

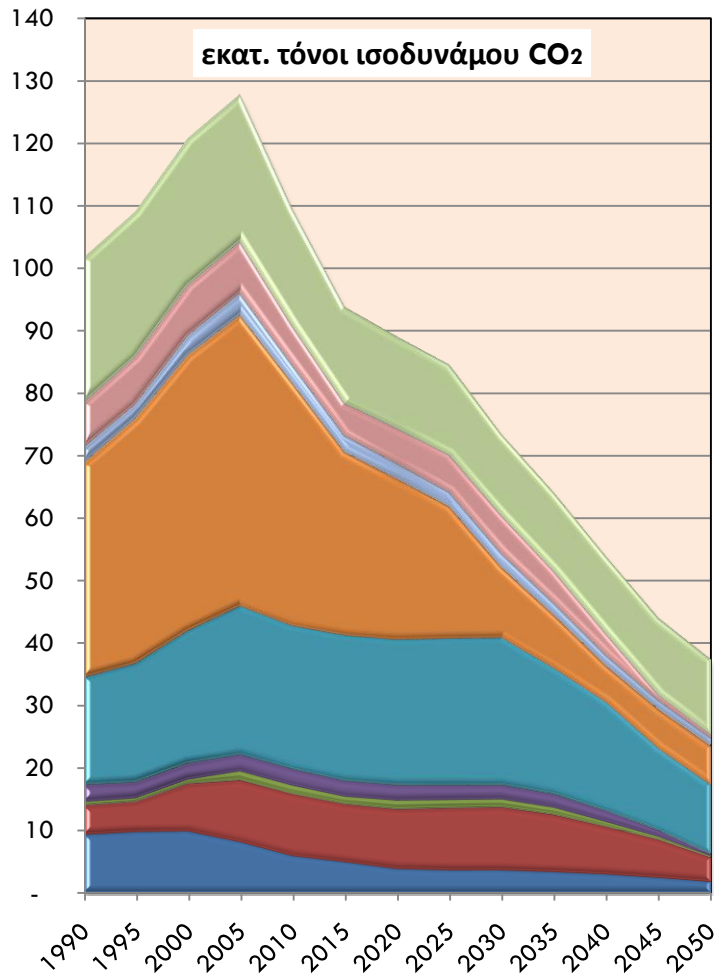
Για την αποσύνδεση των εκπομπών από το ΑΕΠ κλειδί είναι ο μηδενισμός των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή

Οι πολιτικές του σεναρίου αναφοράς είναι στη σωστή κατεύθυνση αλλά δεν είναι επαρκείς μετά το 2020



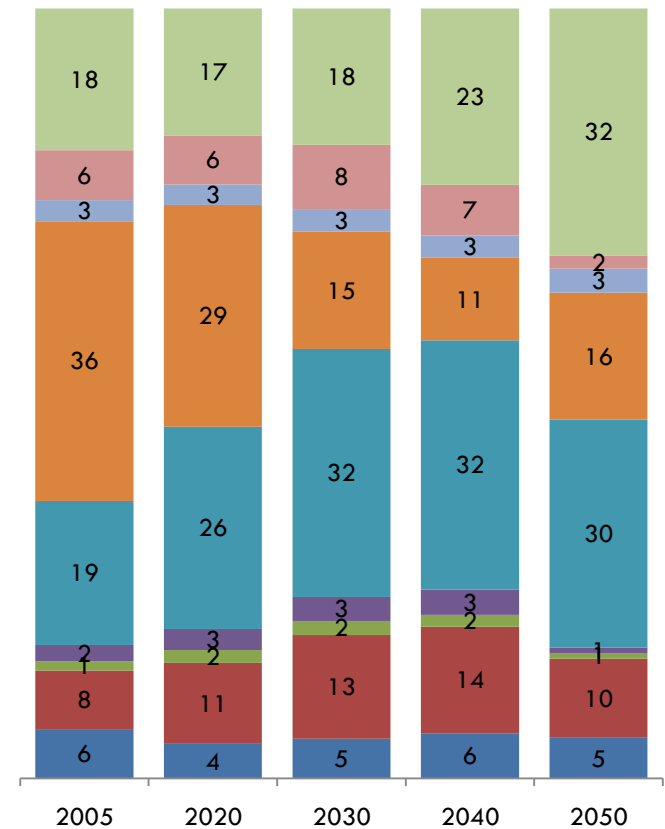
Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στα σενάρια χαμηλών εκπομπών

E³M - Lab



- Άλλα αέρια θερμοκηπίου
- Βιομ. Διεργασίας
- Λοιπός ενεργειακός τομέας
- Ηλεκτροπαραγωγή
- Μεταφορές
- Γεωργία
- Υπηρεσίες
- Οικιακός
- Βιομηχανία

Εκατοστιαία διάρθρωση των
εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά
τομέα



Συνεισφορά στη μείωση εκπομπών

E³M - Lab

Σε όλα τα σενάρια:

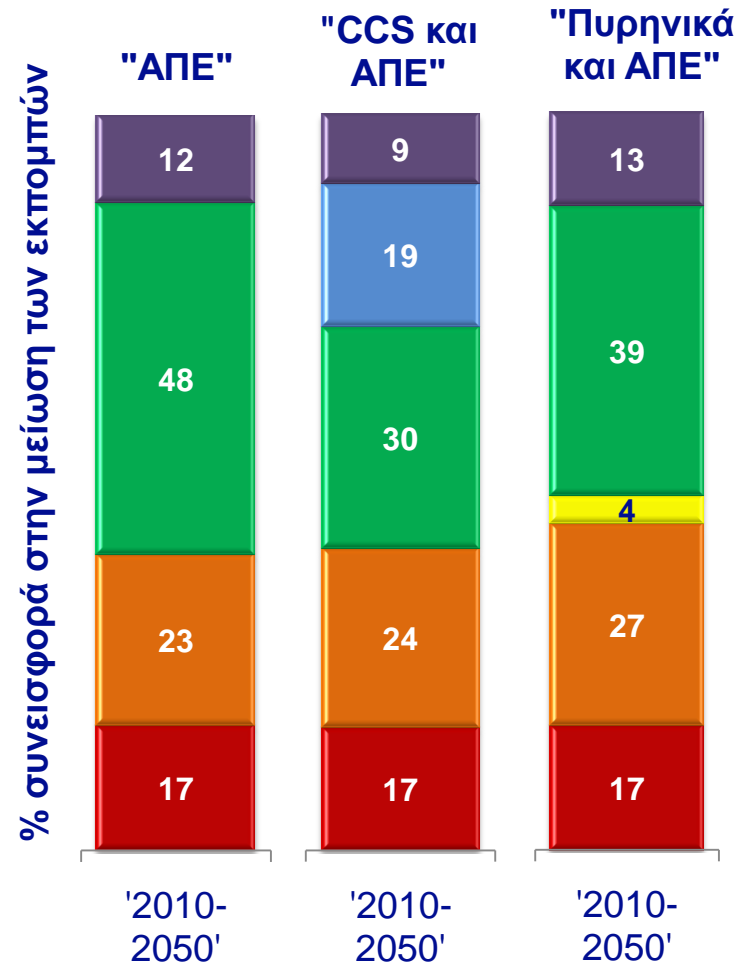
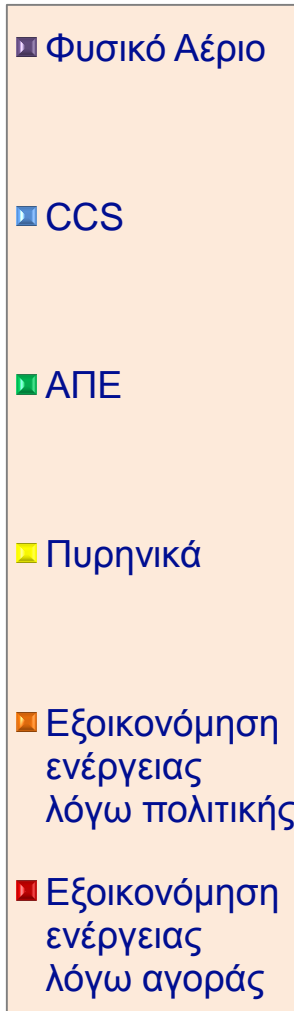
- μεγαλύτερη είναι η συνεισφορά της εξοικονόμησης ενέργειας (40 – 44%) και των ΑΠΕ (30 έως 48%)
- το φυσικό αέριο, υποκαθιστώντας άλλα ορυκτά καύσιμα, συνεισφέρει μεταξύ 9 και 13%

Σενάριο «CCS και ΑΠΕ»:

Η συνεισφορά της δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂ φθάνει το 19%

Σενάριο «Πυρηνικά και ΑΠΕ»:

Η συνεισφορά της πυρηνικής ενέργειας είναι μικρή (4%)

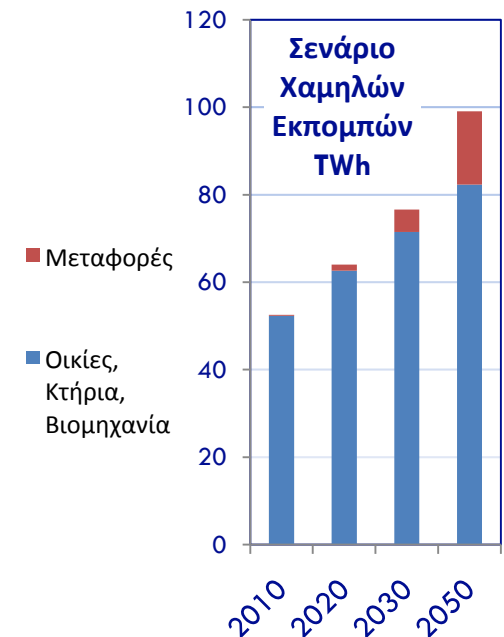
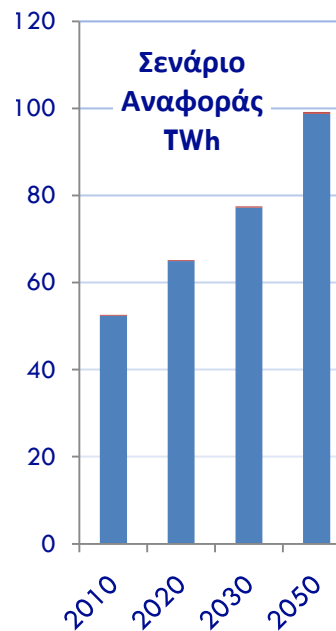
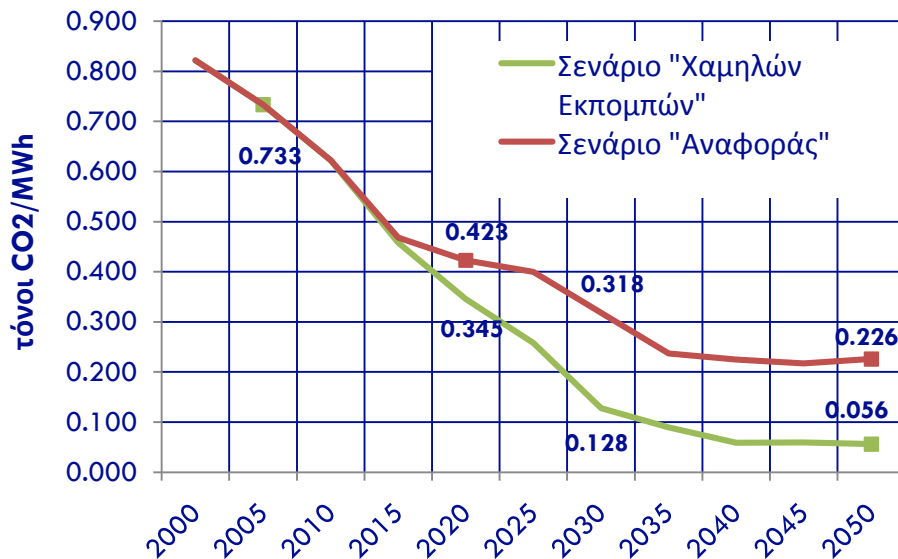


Κομβικός ο ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας ως μέσου μείωσης εκπομπών σε άλλους τομείς

E³M - Lab

- Χάρη στον σχεδόν μηδενισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή
- Επέκταση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε τελικές ενεργειακές καταναλώσεις (αντλίες θερμότητας)
- Διείσδυση του ηλεκτρισμού στις οδικές μεταφορές

Ανθρακική ένταση της ηλεκτροπαραγωγής



Εξοικονόμηση ενέργειας

E³M - Lab

Οι δυνατότητες πιο αποδοτικής χρήσης της ενέργειας είναι σημαντικές και ανεκμετάλλευτες

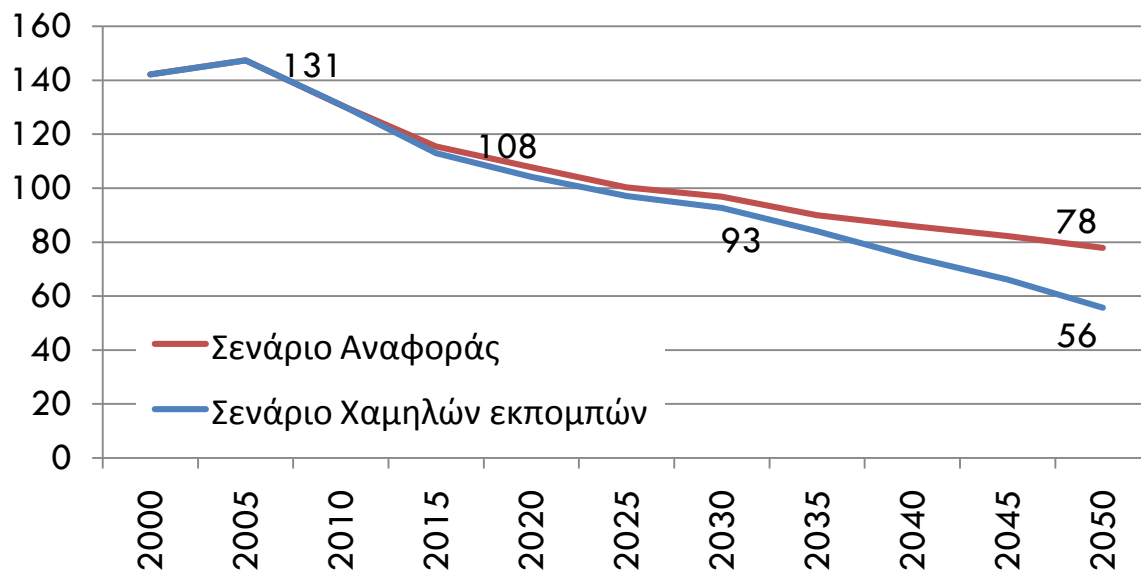
Ειδικές πολιτικές κατά τομέα απαιτούνται στο σενάριο χαμηλών εκπομπών για εξοικονόμηση ενέργειας, ιδίως στα κτήρια και τις οικίες. Παράδειγμα, εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών, λευκά πιστοποιητικά

Η διάδοση νέων πιο αποδοτικών τεχνολογιών πρέπει να ενισχυθεί ιδιαίτερα σε ηλεκτρικές χρήσεις και σε βιομηχανικές διεργασίες

Εκατοστιαία μεταβολή της ενεργειακής αποτελεσματικότητας κατά τομέα ως προς το 2005

	2020	2030	2050
Τομέας Υπηρεσιών			
Θέρμανση-Ψύξη Κτηρίων	16.2	27.2	69.9
Ηλεκτρικές χρήσεις και φωτισμός	17.9	21.4	162.5
Τομέας Κατοικιών			
Θέρμανση-Ψύξη Κτηρίων	7.2	14.0	47.4
Ηλεκτρικές χρήσεις και φωτισμός	37.4	36.9	48.5
Τομέας Βιομηχανίας			
Ηλεκτρικές Χρήσεις	13.1	30.2	54.5
Θερμικές Διεργασίες	8.4	19.0	41.4
Ηλεκτρικές Διεργασίες	8.3	17.3	30.2

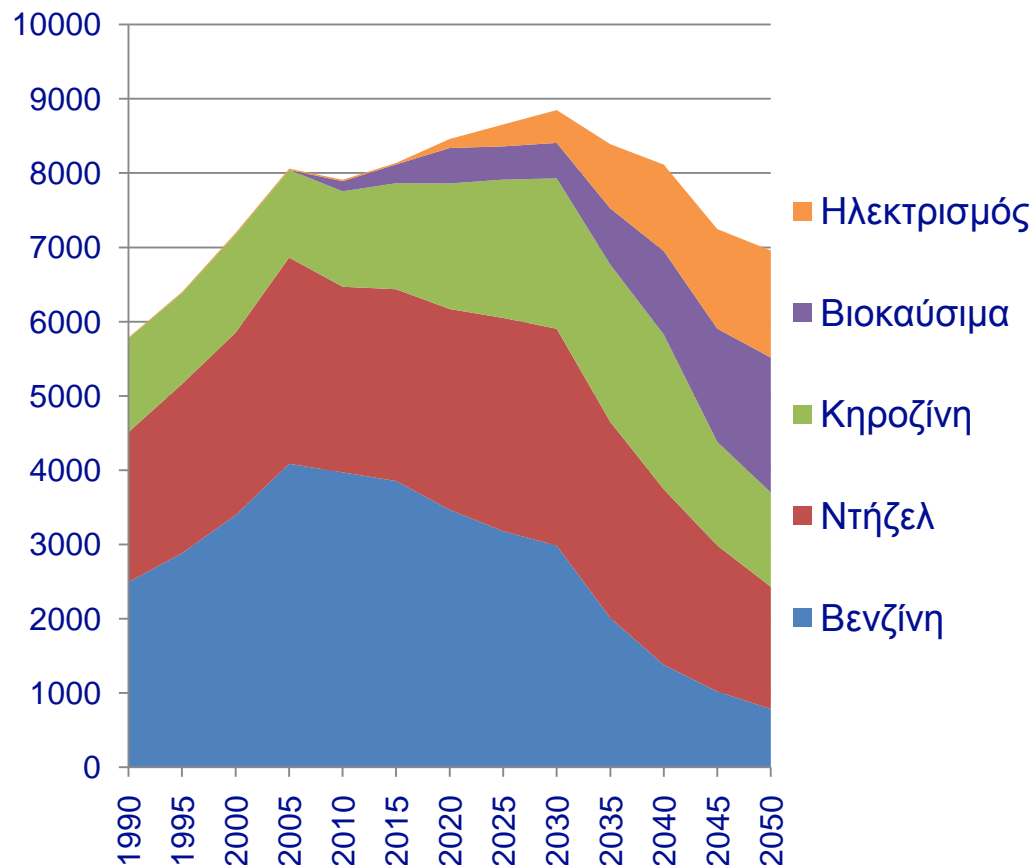
Ενέργεια ανά τ.μ. οικίας (kWh)



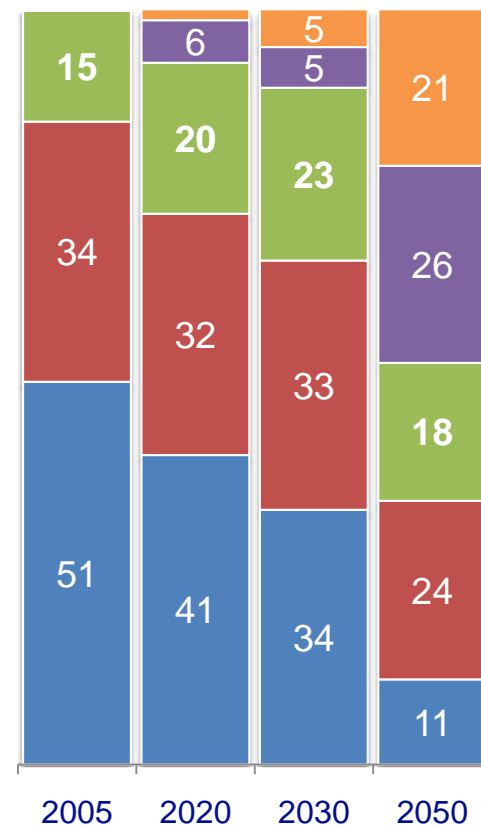
Μείγμα καυσίμων στις οδικές μεταφορές στα Σενάρια Χαμηλών Εκπομπών

E³M - Lab

Κατανάλωση ενέργειας (χιλ. τ.ι.π.)



Μερίδια %



Τομέας Ηλεκτροπαραγωγής

E³M - Lab

- Η προσομοίωση με το πρότυπο PRIMES επιβεβαιώνει τη σημασία επίτευξης των στόχων για το 2020: 35-40% ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, μείωση συνεισφοράς λιγνιτών, διατήρηση και ενίσχυση μεριδίου φυσικού αερίου και διασύνδεση νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα
- Για την επίτευξη χαμηλών εκπομπών, η στρατηγική αυτή πρέπει να συνεχισθεί μακροχρόνια ενισχύοντας περαιτέρω τις ΑΠΕ, με επέκταση διασύνδεσης για όλα τα νησιά και διατήρηση του φυσικού αερίου για την αξιόπιστη λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος
- Σε κάθε περίπτωση ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής οφείλει σχεδόν να μηδενίσει τις εκπομπές CO₂ μακροχρόνια, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να αποτελέσει μέσο μείωσης των εκπομπών σε όλους τους τομείς και ιδίως στις μεταφορές
- Υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με στρατηγικές επιλογές σε μακροχρόνια προοπτική:
 - Αβεβαιότητα σχετικά με την αξιοπιστία λειτουργίας συστήματος σχεδόν αποκλειστικά με ΑΠΕ. Η προσομοίωση έδειξε αξιόπιστη λειτουργία με ΑΠΕ 80-85% και συστήματα αποθήκευσης με άντληση και υδρογόνο
 - Ανάπτυξη τεχνολογιών (CCS) δέσμευσης και γεωλογικής αποθήκευσης CO₂ που διασφαλίζει την αξιοποίηση των λιγνιτικών πόρων αλλά ενέχει αβεβαιότητα σχετικά με την ασφάλεια και την αποδοχή της αποθήκευσης
 - Ανάπτυξη πυρηνικής ενέργειας που ενέχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με την ασφάλεια σε μία σεισμογενή χώρα αλλά και το κόστος για μία χώρα χωρίς πυρηνική βιομηχανία
- Για λόγους σύγκρισης αναπτύχθηκαν τρία σενάρια σχετικά με τη μακροχρόνια εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα

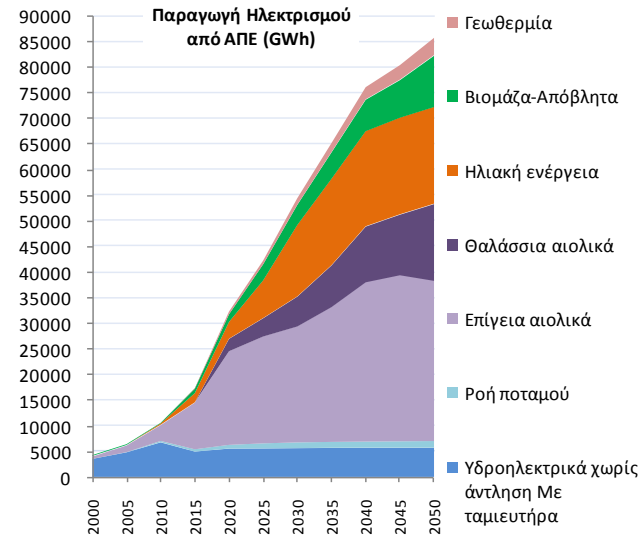
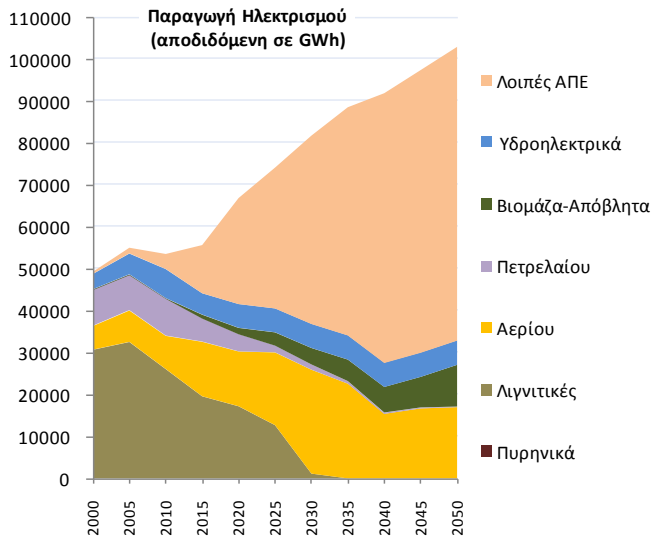
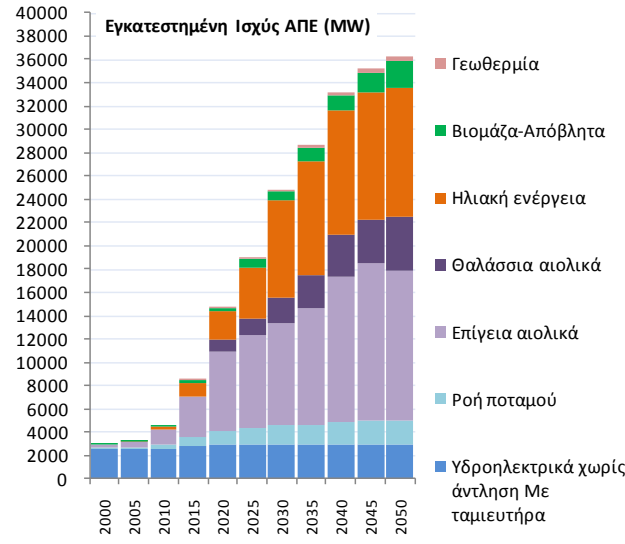
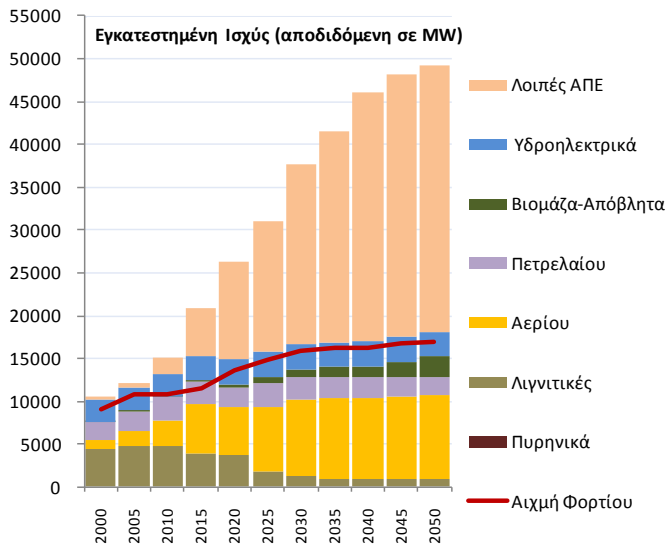
Σενάριο Ηλεκτροπαραγωγής με ΑΠΕ

E³M - Lab

Εντυπωσιακή διεξόδου των ΑΠΕ: 66% Η/Π από ΑΠΕ με 50% Η/Π από αιολικά και ηλιακά, το 2030, και το 2050 82% από ΑΠΕ με 62% από αιολικά και ηλιακά

Μηδενική συμβολή των λιγνιτών μετά το 2030

Διατήρηση του σημαντικού ρόλου του φυσικού αερίου ιδίως σε εγκατεστημένη ισχύ μακροχρόνια



Εναλλακτικά σενάρια για την ηλεκτροπαραγωγή

- Τυχόν διαθεσιμότητα της τεχνολογίας CCS διατηρεί τη λιγνιτική παραγωγή και την αυξάνει μακροχρόνια. Η ανάπτυξη του CCS είναι δυνατή προς το τέλος της επόμενης δεκαετίας.
- Στην περίπτωση εισαγωγής πυρηνικής τεχνολογίας, η Η/Π από λιγνίτες παραμένει σε χαμηλά επίπεδα και η πυρηνική ενέργεια αναπτύσσεται σε δύο φάσεις μετά το 2035 μέχρι τα 2,2 GW, με ελάχιστη συνεισφορά στην επίτευξη χαμηλών εκπομπών και χωρίς ουσιώδη διαφορά στο κόστος
- Είτε με CCS είτε με πυρηνικά, οι ΑΠΕ συνεισφέρουν καλύπτοντας περίπου το 50% της Η/Π

Τελικές τιμές Ηλεκτρικής Ενέργειας

17

E³M - Lab

		Σενάριο Αναφοράς			Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ		
Σταθερά Ευρώ/ MWh	2005	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Βιομηχανία σε Υψηλή Τάση	47	78	80	73	80	80	74
Λοιπή βιομηχανία	71	117	125	109	120	125	110
Οικιακός τομέας	90	163	173	146	174	186	185
Τομέας Υπηρεσιών	112	156	163	138	166	174	169
Μέση τιμή	88	147	157	135	156	168	169
		Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ και CCS			Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ και πυρηνικά		
Σταθερά Ευρώ / MWh		2020	2030	2050	2020	2030	2050
Βιομηχανία σε Υψηλή Τάση		80	78	72	80	79	76
Λοιπή βιομηχανία		120	124	107	120	123	105
Οικιακός τομέας		172	175	166	172	174	168
Τομέας Υπηρεσιών		164	164	155	164	163	154
Μέση τιμή		155	159	156	155	159	155

Επιπτώσεις στο κόστος του ενεργειακού συστήματος (ζήτηση και προσφορά)

18

E³M - Lab

Μέσο ετήσιο κόστος ενεργειακού συστήματος κατά χρονική περίοδο (περιλαμβάνονται δαπάνες για καύσιμα, εξοπλισμούς, εξοικονόμηση ενέργειας, νέα οχήματα, υποδομές, κλπ.)

δισ. Ευρώ '2008	Σενάριο καμίας πολιτικής				Σενάριο Αναφοράς			
	2011-2020	2021-2030	2031-2050	2011-2050	2011-2020	2021-2030	2031-2050	2011-2050
Βιομηχανία	2.8	3.1	3.3	3.1	2.8	3.1	3.4	3.2
Οικιακός Τομέας	11.9	15.8	18.4	16.2	13.0	17.0	19.3	17.1
Τομέας Υπηρεσιών	6.1	8.5	10.9	9.1	6.3	8.3	10.1	8.7
Μεταφορές	12.3	16.4	17.8	16.1	13.9	21.4	27.6	22.6
Σύνολο (*)	33.2	43.8	50.5	44.5	35.6	48.8	58.5	50.4
σε % του μέσου ΑΕΠ	14.1	14.7	12.5	13.3	15.1	16.4	14.5	15.0

(*) χωρίς πληρωμές για αγορά δικαιωμάτων ETS

δισ. Ευρώ '2008	Σενάριο χαμηλών εκπομπών ΑΠΕ				Σενάριο χαμηλών εκπομπών ΑΠΕ και CCS			
	2011-2020	2021-2030	2031-2050	2011-2050	2011-2020	2021-2030	2031-2050	2011-2050
Βιομηχανία	2.9	3.1	3.4	3.2	2.9	3.1	3.4	3.2
Οικιακός Τομέας	13.3	17.8	22.3	18.9	13.2	17.4	21.5	18.4
Τομέας Υπηρεσιών	6.4	8.6	9.9	8.7	6.4	8.5	9.8	8.6
Μεταφορές	13.9	21.6	31.0	24.4	13.9	21.6	30.9	24.3
Σύνολο (*)	35.9	49.9	65.6	54.2	35.8	49.7	64.3	53.6
σε % του μέσου ΑΕΠ	15.2	16.8	16.2	16.2	15.2	16.7	15.9	16.0

(*) χωρίς πληρωμές για αγορά δικαιωμάτων ETS

Επιπτώσεις στις εισαγωγές ενέργειας

19

E³M - Lab

	Σενάριο Αναφοράς			Σενάριο χαμηλών εκπομπών ΑΠΕ		
<i>Επιπλέον εισαγωγές (χιλ. τιπ) συγκριτικά με το 2005</i>	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Στερεά	-163	-173	-145	-172	-172	-368
Πετρέλαιο	-3212	-3577	-2878	-3644	-5302	-13829
Φυσικό αέριο	1739	4306	7597	1681	5105	2621
Βιομάζα	398	268	176	354	407	1600
ΣΥΝΟΛΟ	-1239	825	4750	-1781	39	-9976
% διαφορά ενεργειακής εξάρτησης από το 2005	-1.25	0.98	6.65	0.59	6.20	-18.45
	ΑΠΕ και CCS			ΑΠΕ και πυρηνικά		
<i>Επιπλέον εισαγωγές (χιλ. τιπ) συγκριτικά με το 2005</i>	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Στερεά	-172	-172	-368	-172	-172	-368
Πετρέλαιο	-3642	-5294	-13692	-3643	-5295	-13693
Φυσικό αέριο	1679	4384	3117	1679	5359	4812
Βιομάζα	354	344	1347	354	345	1360
ΣΥΝΟΛΟ	-1781	-738	-9596	-1782	238	-7888
% διαφορά ενεργειακής εξάρτησης από το 2005	-0.04	-2.41	-23.39	0.03	4.40	-14.11

Συμπεράσματα για το Σενάριο Αναφοράς

- Η τρέχουσα πολιτική, η οποία αποτυπώνεται στο Σενάριο Αναφοράς, επιφέρει σημαντικές αλλαγές μέχρι το 2020, ενισχύοντας τις ΑΠΕ και προωθώντας την εξοικονόμηση ενέργειας
- Το μερίδιο των ΑΠΕ στην Η/Π πλησιάζει το 40% το 2020, ενώ το μερίδιο του λιγνίτη περιορίζεται στο 1/3 το 2020 και στο 10% το 2040, έναντι 60% το 2005.
- Θα απαιτηθούν σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές δικτύων και σε υποδομές εξισορρόπησης φορτίου στην Η/Π
- Το σενάριο αυτό δεν επιτυγχάνει απεξάρτηση από το πετρέλαιο, λόγω των μεταφορών
- Παρά την εντυπωσιακή πρόοδο μέχρι το 2020 σχετικά με τις εκπομπές, η τρέχουσα πολιτική δεν επαρκεί για να οδηγηθεί το σύστημα στο απαιτούμενο επίπεδο χαμηλών εκπομπών μετά το 2020
- Οι τιμές και το κόστος της ενέργειας αυξάνονται σημαντικά στο σενάριο αυτό, συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα, κυρίως λόγω των πληρωμών αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών από το ETS αλλά και λόγω του επιπλέον κόστους των αλλαγών

Ο ενεργειακός τομέας της Ελλάδας, όπως και της ΕΕ, μπροστά σε μεγάλη πρόκληση για να μετασχηματιστεί σε σύστημα πολύ πιο αποδοτικό ενεργειακά και με δραστικά μειωμένες εκπομπές CO₂

Βασικές επιλογές ή πρακτικές του παρελθόντος πρέπει να αλλάξουν:

- Ο λιγνίτης ως στρατηγικό καύσιμο, εκτός εάν εφαρμοσθεί CCS
- Τα χαμηλά επίπεδα τιμών ενέργειας (συχνά κάτω του πλήρους κόστους)
- Οι μικρές δαπάνες επένδυσης σε ενεργειακό εξοπλισμό και κτήρια (οι οποίες βέβαια συνοδεύονταν από μεγαλύτερες ενεργειακές δαπάνες λειτουργίας)
- Η κυριαρχία του πετρελαίου στον τομέα των μεταφορών
- Το απόλυτα συγκεντρωτικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής

Νέες επιλογές και πρακτικές που χαρακτηρίζουν τη στρατηγική:

- Ανάπτυξη ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα, υποδομές και φυσικό αέριο για εξισορρόπηση φορτίου
- Τιμές που ανακτούν το πλήρες κόστος, καθώς και το κόστος αποφυγής των εκπομπών
- Υψηλές δαπάνες επένδυσης σε εξοικονόμηση ενέργειας και σε πιο αποδοτικό ενεργειακό εξοπλισμό (και μικρότερες λειτουργικές δαπάνες)
- Εξηλεκτρισμός των μεταφορών και επέκταση της χρήσης βιοκαυσίμων
- Ανάπτυξη αποκεντρωμένης ηλεκτροπαραγωγής με έξυπνα δίκτυα και μετρητές

Η πρόκληση συνίσταται τελικά στο πώς θα αυξηθούν σημαντικά οι επενδύσεις σε όλους τους τομείς: 200 δισ. Ευρώ επενδύσεις μέχρι το 2050 επιπλέον αυτών του σεναρίου αναφοράς

Μέθοδοι προσέλκυσης επενδύσεων

- Είναι αδύνατη η χρηματοδότηση του μετασχηματισμού μέσω επιδοτήσεων ή δημοσιονομικού κόστους
- Απαιτούνται μηχανισμοί αγοράς, όπως οι εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών, τα λευκά πιστοποιητικά, τα πράσινα πιστοποιητικά, οι τιμές και οι φόροι, ως κίνητρα για επενδύσεις στους τομείς της ενέργειας
- Χρειάζεται κατάλληλη, σταθερή και διαφανής οργάνωση της αγοράς για προσέλκυση ιδιωτικών επενδύσεων στα ανταγωνιστικά τμήματα της αγοράς
- Μέθοδοι συμβάσεων παραχώρησης για τη χρηματοδότηση των έργων υποδομής

Τομείς νέων επενδύσεων

- Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων (άνω του 2% το χρόνο) και παθητικά νέα κτήρια
- Υποδομή φόρτισης μπαταριών αυτοκινήτων και σταδιακή αλλαγή του στόλου
- Μέσα σταθερής τροχιάς
- Υποδομές για βιοκαύσιμα, ενεργειακές καλλιέργειες και ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων
- Υποδομές ηλεκτρικών δικτύων για τις ΑΠΕ, έξυπνα συστήματα, διασύνδεση νησιών
- Μονάδες Η/Π ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα
- Συστήματα και μονάδες για εξισορρόπηση φορτίου και αποθήκευση

Συμπεράσματα από τη μελέτη εναλλακτικών στρατηγικών για την Ηλεκτροπαραγωγή

- Η ηλεκτρική ενέργεια θα διαδραματίσει κομβικό ρόλο στη μετάβαση προς οικονομία χαμηλών εκπομπών και πρέπει να απαλλαγεί από εκπομπές ώστε να υποκαταστήσει ορυκτά καύσιμα σε όλους τους τομείς της ζήτησης ενέργειας
- Η μέγιστη δυνατή ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Η/Π είναι τεχνικά εφικτή, και μάλιστα με συμμετοχή στοχαστικών ΑΠΕ άνω του 60%. Θα απαιτηθούν συστήματα αποθήκευσης και μονάδες επικουρικών υπηρεσιών. Πρόκειται για πρωτοφανή τεχνική πρόκληση που πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω.
- Η Η/Π χωρίς εκπομπές αλλά με ελεγχόμενη λειτουργία και παραγωγή φορτίου βάσης θα είναι ευεργετική για το σύστημα, για το κόστος, για την ενεργοβόρο βιομηχανία αλλά και για τις εξηλεκτρισμένες μεταφορές.
- Η τεχνολογία CCS παρέχει τα οφέλη αυτά και επιτρέπει τη συνέχιση της εκμετάλλευσης των λιγνιτών, εφόσον όμως λυθεί το πρόβλημα της γεωλογικής αποθήκευσης (ή εξαγωγής σε άλλες χώρες) του CO₂. Η τεχνολογία CCS πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω με προοπτική εφαρμογών μετά το 2025.
- Η πυρηνική τεχνολογία θα είναι ιδιαίτερα ακριβή για τα ελληνικά δεδομένα, η τυχόν ανάπτυξή της είναι για μετά το 2030 και τα οφέλη πολύ μικρά, τόσο για το κόστος όσο και για τη μείωση των εκπομπών
- Η πορεία προς μεγιστοποίηση της ανάπτυξης ΑΠΕ στην Η/Π είναι επομένως ενδεδειγμένη. Εάν η τεχνολογία CCS επιτύχει, τότε το μελλοντικό σύστημα κυρίως με ΑΠΕ και συνεισφορά του CCS είναι απολύτως βέλτιστο.
- Το φυσικό αέριο είναι το στρατηγικό καύσιμο της μεσοχρόνιας προοπτικής για την Η/Π, γιατί εξισορροπεί την παραγωγή από ΑΠΕ και έχει χαμηλές εκπομπές ανά παραγόμενη kWh.
- Η αγορά φυσικού αερίου πρέπει να διασφαλίσει απρόσκοπτη παροχή σε ανταγωνιστικές τιμές καθώς και ευελιξία. Η ανάπτυξη μέσω σταθμών υγροποιημένου αερίου προσφέρεται για το σκοπό αυτό.

Συμπεράσματα για την οικονομία

- Η ανάλυση κατέδειξε ότι η μετεξέλιξη του ενεργειακού συστήματος προς την οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα χρειασθεί μεγάλης έκτασης επενδύσεις σε όλους τους τομείς της ζήτησης ενέργειας, στην ηλεκτροπαραγωγή και στις δικτυακές υποδομές.
- Παρά τη μείωση του λειτουργικού κόστους, οι δαπάνες εκ μέρους των καταναλωτών για τις ενεργειακές υπηρεσίες θα αυξηθούν εφόσον η εξυπηρέτηση κεφαλαίου συνυπολογισθεί στο κόστος. Επιπλέον οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξηθούν σημαντικά από τα σημερινά επίπεδα, κυρίως μέχρι το 2020 στο πλαίσιο της εφαρμογής του μηχανισμού ETS αλλά και μακροχρόνια με βραδύτερους ρυθμούς.
- Το επιπλέον κόστος των ενεργειακών υπηρεσιών αντιστοιχεί σε δαπάνες για αγαθά και υπηρεσίες που σε σημαντικό ποσοστό θα παράγονται εγχωρίως και έτσι θα αποτελέσουν παράγοντα ανάπτυξης της οικονομικής δραστηριότητας και της απασχόλησης. Η μετάβαση προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών μπορεί να αποτελέσει ευκαιρία νέας ανάπτυξης.
- Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν θα έχουν όλες οι κοινωνικές ομάδες (και οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις) τη δυνατότητα πληρωμών για κεφαλαιουχικές δαπάνες και για ακριβότερη ενέργεια. Ο κίνδυνος «ενεργειακής φτώχειας» θα είναι πιο αυξημένος στο πλαίσιο της πορείας προς την οικονομία χαμηλών εκπομπών.
- Είναι επομένως αναγκαίο να εφαρμοσθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα μηχανισμοί καθολικής υπηρεσίας και παροχής κοινωνικών υπηρεσιών, καθώς και ενισχύσεις για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις.