



E³M - Lab

**ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ:
ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΑ ΤΟ 2050**

ΙΟΒΕ

Ε3MLab - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ιούνιος 2011

Στην ερευνητική ομάδα που εκπόνησε την παρούσα έκθεση συμμετείχαν οι:

Καθηγητής Παντελής Κάπρος

Δρ. Λεωνίδας Μάντζος

Νίκος Τασιός

Ξένια Χανιώτη

Alessia de Vita

Δρ. Λεωνίδας Παρούσος

Νίκος Κουβαριτάκης

Παναγιώτης Φράγκος

Στα ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας συνέβαλαν σημαντικά οι Γιώργος Καμάρας και Παύλος Γαβριηλίδης. Η τελική επιμέλεια του κειμένου έγινε από τους Γιώργο Μανιάτη και Svetoslav Danchev.

Copyright © 2011 Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών

Χορηγός



Απαγορεύεται η με οιονδήποτε τρόπο ανατύπωση ή μετάφραση οποιουδήποτε μέρους της μελέτης, χωρίς την άδεια του εκδότη.

Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE)

Τσάμη Καρατάσου 11, 117 42 Αθήνα

Τηλ.: (210 9211200-10), Fax: (210 9228130 & 210 9233977)

E-mail: iobe@iobe.gr - URL: <http://www.iobe.gr>

E3M-Lab (Εργαστήριο Υποδειγμάτων Οικονομίας - Ενέργειας- Περιβάλλοντος)

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Αθήνα

Τηλ.: (210 772 3629), Fax: (210 772 3630)

E-mail: kapros@central.ntua.gr - URL: www.e3mlab.ntua.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΟΥ ΙΟΒΕ	V
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	VII
ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ	IX
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	XI
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός της μελέτης	2
1.2 Μεθοδολογία και σενάρια της ανάλυσης	3
1.3 Το διεθνές και το ευρωπαϊκό πλαίσιο σχετικά με την κλιματική αλλαγή.....	6
1.4 Η δέσμη μέτρων της ΕΕ «Κλίμα και Ενέργεια» και άλλες Συναφείς Πολιτικές.....	7
1.5 Τάσεις στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά υδρογονανθράκων	11
1.6 Η μελλοντική εξέλιξη της ελληνικής οικονομίας.....	14
2 ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	19
2.1 Αποτίμηση τρέχουσας κατάστασης	20
2.2 Προκλήσεις για την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας στο μέλλον	23
2.3 Πολιτικές μείωσης των εκπομπών κατά τομέα.....	23
2.3.1 Οικιακός και τριτογενής τομέας	23
2.3.2 Μεταφορές	25
2.3.3 Βιομηχανία	26
2.3.4 Ηλεκτροπαραγωγή	26
2.3.5 Διαχείριση απορριμμάτων	27
2.3.6 Γεωργία.....	27
2.3.7 Βιομηχανικές διεργασίες.....	28
3 ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	29
3.1 Υποθέσεις Πολιτικής	30
3.2 Η ζήτηση ενέργειας	32
3.3 Η Ηλεκτροπαραγωγή	38
3.4 Ανάγκες Πρωτογενούς Ενέργειας	47
3.5 Το Κόστος του Σεναρίου Αναφοράς	49
3.6 Οι Στόχοι για τις ΑΠΕ	52
3.7 Οι Εκπομπές στο Σενάριο Αναφοράς	52
3.8 Ανάλυση ευαισθησίας σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας	53
4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	59
4.1 Υποθέσεις των Σεναρίων Χαμηλών Εκπομπών.....	60
4.2 Σενάρια Χαμηλών Εκπομπών	62
4.3 Μεθοδολογία προσομοίωσης της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών	64
4.4 Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας	65

4.5	Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής στα σενάρια χαμηλών εκπομπών	68
4.5.1	Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ»	68
4.5.2	Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS»	71
4.5.3	Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά».....	76
4.6	Πρωτογενής ενέργεια, εισαγωγές.....	79
4.7	Επιπτώσεις των σεναρίων στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου	80
4.8	Η σημασία της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας	85
4.9	Ο κομβικός ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας στα σενάρια μείωσης των εκπομπών	87
4.10	Η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι κύρια επιλογή σε όλα τα σενάρια χαμηλών εκπομπών	91
4.11	Στρατηγική σημασία του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή.....	94
4.12	Σημασία της ολοκλήρωσης της περιφερειακής αγοράς.....	95
4.13	Μεγάλες επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές	95
4.14	Το κόστος των σεναρίων χαμηλών εκπομπών.....	96
4.15	Τα οφέλη από τα σενάρια χαμηλών εκπομπών.....	104
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	107
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ	115

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Προβολή των τιμών υδρογονανθράκων.....	13
Πίνακας 2: Προβολή του ΑΕΠ και της κλαδικής δραστηριότητας.....	17
Πίνακας 3: Εξέλιξη δεικτών ενεργειακής έντασης.....	34
Πίνακας 4: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στα Σενάρια Αναφοράς και Καμίας Πολιτικής.....	35
Πίνακας 5: Δομή της Κατανάλωσης Ενέργειας.....	36
Πίνακας 6: Δομή της Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	37
Πίνακας 7: Δομή Ηλεκτροπαραγωγής στο Σενάριο Αναφοράς.....	41
Πίνακας 8: Δείκτες για το ηλεκτρικό σύστημα στο Σενάριο Αναφοράς.....	42
Πίνακας 9: Κόστος και τιμές Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	45
Πίνακας 10: Καύσιμα στην Ηλεκτροπαραγωγή.....	44
Πίνακας 11: Εισαγωγές καυσίμων.....	49
Πίνακας 12: Διαμόρφωση του κόστους των ενεργειακών υπηρεσιών.....	50
Πίνακας 13: Κόστος επενδύσεων στο Σενάριο Αναφοράς.....	51
Πίνακας 14: Δείκτες ΑΠΕ (ως ποσοστό ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης) για το Σενάριο Αναφοράς (%).....	52
Πίνακας 15: Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου.....	52
Πίνακας 17: Μεταβολές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά μορφή ενέργειας.....	55
Πίνακας 17: Μεταβολές στην κατανάλωση καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή.....	55
Πίνακας 18: Μεταβολές της Πρωτογενούς ενέργειας.....	56
Πίνακας 19: Μεταβολές του κόστους του ενεργειακού συστήματος.....	57
Πίνακας 20: Διαμόρφωση της τιμής του CO ₂ (€ '2008/ τόνο CO ₂).....	61
Πίνακας 21: Εξοικονόμηση ενέργειας ανά τομέα σε σχέση με το σενάριο καμίας πολιτικής.....	65
Πίνακας 22: Κατανάλωση βιομάζας σε διάφορες μορφές και τομείς.....	67
Πίνακας 23: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ".....	70
Πίνακας 24: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ".....	71
Πίνακας 25: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS".....	74
Πίνακας 26: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS".....	74
Πίνακας 28: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά".....	78
Πίνακας 27: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά".....	78
Πίνακας 29: Διαμόρφωση της προσφοράς και ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας.....	80
Πίνακας 30: Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου στα σενάρια με το πρότυπο PRIMES σε εκατ. τόνους ισοδυνάμου CO ₂	82
Πίνακας 31: Μείωση των Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου στο σενάριο χαμηλών εκπομπών.....	83
Πίνακας 32: Δείκτες ενεργειακής έντασης και έντασης των εκπομπών CO ₂ της ελληνικής οικονομίας στα σενάρια χαμηλών εκπομπών.....	86
Πίνακας 33: Δείκτες ΑΠΕ κατά Eurostat στα διάφορα σενάρια.....	91
Πίνακας 34: Διαμόρφωση του συνολικού κόστους του ενεργειακού συστήματος.....	97
Πίνακας 35: Διαμόρφωση του κόστους ηλεκτροπαραγωγής.....	101
Πίνακας 36: Διαμόρφωση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας.....	103
Πίνακας 37: Επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας.....	104

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Προβολή στο μέλλον των διεθνών τιμών υδρογονανθράκων	13
Διάγραμμα 2: Προβολή της εξέλιξης και της κλαδικής δομής του ΑΕΠ.....	15
Διάγραμμα 3: Προβολή της μεταφορικής δραστηριότητας.....	16
Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της Τελικής Ζήτησης Ενέργειας.....	32
Διάγραμμα 5: Μέση φόρτιση θερμικών μονάδων στο Σενάριο Αναφοράς	39
Διάγραμμα 6: Δομή της Ηλεκτροπαραγωγής στο Σενάριο Αναφοράς.....	43
Διάγραμμα 7: Συνολικές ανάγκες πρωτογενούς ενέργειας.....	46
Διάγραμμα 8: Ποσοστιαία διάρθρωση πρωτογενούς ενέργειας.....	47
Διάγραμμα 9: Δείκτης εξάρτησης από εισαγωγές (%)	49
Διάγραμμα 10: Ζήτηση ενέργειας στα εναλλακτικά σενάρια.....	53
Διάγραμμα 11: Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στα εναλλακτικά σενάρια	54
Διάγραμμα 12: Μεταβολές των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	56
Διάγραμμα 13: Διάρθρωση μεταφορικού έργου του στόλου αυτοκινήτων κατά τεχνολογία	66
Διάγραμμα 14: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ"	69
Διάγραμμα 15: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ" από το Σενάριο Αναφοράς (MW).....	70
Διάγραμμα 16: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ και CCS"	73
Διάγραμμα 17: Μέση λειτουργία θερμικών μονάδων στα σενάρια	75
Διάγραμμα 18: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS" από το Σενάριο Αναφοράς (MW)	76
Διάγραμμα 19: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ και πυρηνικά"	77
Διάγραμμα 20: Ένταση εκπομπών CO ₂ της ηλεκτροπαραγωγής	79
Διάγραμμα 21: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά" από το Σενάριο Αναφοράς (MW)	79
Διάγραμμα 22: Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (εκατ. τόνοι ισοδυνάμου CO ₂).....	81
Διάγραμμα 23: Ανάλυση της συνεισφοράς διαφόρων μέσων στη μείωση των εκπομπών του ενεργειακού τομέα από το επίπεδο του 2005 σε εκατ. τόνους CO ₂	84
Διάγραμμα 24: Αποδέσμευση του ΑΕΠ από τις εκπομπές CO ₂ και την κατανάλωση ενέργειας	86
Διάγραμμα 25: Ανθρακική Ένταση της Ηλεκτροπαραγωγής (τόνοι CO ₂ /MWh)	88
Διάγραμμα 27: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας και Μερίδια στην Τελική Κατανάλωση Ενέργειας .	89
Διάγραμμα 27: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά τομέα	89
Διάγραμμα 28: Ποσοστό στοχαστικών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.....	92
Διάγραμμα 29: Συνολικό κόστος ενεργειακού συστήματος ως ποσοστό του ΑΕΠ αφαιρουμένων των πληρωμών για δικαιώματα εκπομπής CO ₂	99

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΟΥ ΙΟΒΕ

Η προοπτική της Ελληνικής Οικονομίας έχει γίνει το μεγάλο αίνιγμα για τους πολιτικούς και οικονομικούς αναλυτές όλης της γης οι δε προβλέψεις καλύπτουν όλο το φάσμα, από τη βαθιά και παρατεταμένη ύφεση μέχρι την αλματώδη ανάπτυξη. Την πρώτη άποψη φαίνεται να συμμερίζονται κυρίως οι Διεθνείς Οίκοι Αξιολόγησης Οικονομικών Κινδύνων ενώ την δεύτερη υποστηρίζουν με λόγους και έργα τα επίσημα όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Κεντρικής Ευρωπαϊκής Τράπεζας και του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου. Είναι γνωστό ότι τη δεύτερη και πιστεύω πιο φωτισμένη άποψη, υποστηρίζει και τεκμηριώνει με τις μελέτες του το Ίδρυμά μας.

Οπωσδήποτε πάντως υπάρχει αβεβαιότητα και οι συνέπειές της στην παρούσα προσπάθεια προσδιορισμού των μακροχρόνιων ενεργειακών προοπτικών της Ελλάδας, είναι προφανείς. Όχι ότι η αβεβαιότητα είναι κάτι άγνωστο στον τομέα της ενέργειας. Αντίθετα, οι προβλέψεις στον τομέα αυτόν πάντα ήταν και συνεχίζουν να περιβάλλονται από αβεβαιότητες κάθε μορφής, ιδιαίτερα δε για τις πιθανές εξελίξεις των βασικών οικονομικών μεγεθών που επηρεάζουν καθοριστικά τα ενεργειακά δεδομένα. Η αβεβαιότητα όμως αυτού του τύπου περιοριζόταν στο παρελθόν σε κάποια λογικά όρια που έθεταν ένα συγκεκριμένο πλαίσιο το οποίο επέτρεπε στον αναλυτή να την αντιμετωπίζει χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερες οικονομικές παραδοχές και κάνοντας σχετικές αναλύσεις ευαισθησίας.

Το τωρινό εύρος των ενδεχομένων εξελίξεων της Ελληνικής Οικονομίας υπερβαίνει τα παραπάνω συνηθισμένα όρια. Αυτό αναγνωρίζεται και επηρεάζει τόσο την προσέγγιση όσο και τα συμπεράσματα της μελέτης που παρουσιάζεται. Η μελέτη επηρεάζεται επίσης από την ανάγκη συμβολής της ενεργειακής στρατηγικής στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής, που υπαγορεύεται από λόγους ευαισθησίας προς το φυσικό περιβάλλον, συμβατικών υποχρεώσεων έναντι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και πολιτικής βούλησης της παρούσης Ελληνικής Κυβέρνησης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες και τους επιβεβλημένους περιορισμούς, η μελέτη καταλήγει σε σημαντικά συμπεράσματα, χρήσιμα τόσο για υποψήφιους επενδυτές όσο και για τους υπεύθυνους κατάρτισης Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής. Φέρνει επίσης στην επιφάνεια το γεγονός ότι η επιλογή κάθε ενεργειακού σεναρίου έχει σοβαρές συνέπειες πάνω σε οικονομικά μεγέθη όπως το ΑΕΠ και το διαθέσιμο εισόδημα.

Τα παραπάνω συμπεράσματα και αξιολογήσεις δίνουν όμως μόνον μια γενική ένδειξη για την επίδραση της κάθε ενεργειακής επιλογής στη διαμόρφωση του δημόσιου χρέους, του ετήσιου ελλείμματος, του διαθέσιμου εισοδήματος, του ΑΕΠ και άλλων μακροοικονομικών παραμέτρων. Δεν απαντούν δηλαδή, με την απαιτούμενη ποσοτική λεπτομέρεια, στο ερώτημα κατά πόσον η κάθε ενεργειακή επιλογή συμβάλλει και σε ποίο βαθμό στην επίτευξη του υπέρτατου στόχου ο οποίος, κατά τη γνώμη μου, είναι η αποτροπή της χρεοκοπίας μπροστά στο ενδεχόμενο της οποίας όλοι οι άλλοι στόχοι, περιβαλλοντολογικοί, συμβατικοί ή πολιτικοί, πρέπει να θεωρηθούν δευτερεύοντες.

Η απουσία μιας τέτοιας ποσοτικής αξιολόγησης δεν οφείλεται ασφαλώς σε παράλειψη των μελετητών αλλά στα όρια εμβέλειας των υπολογιστικών εργαλείων που είχαν στη διάθεσή τους. Τα τελευταία, αν

και αναγνωρισμένα και διεθνούς κύρους, έχουν την ικανότητα να αξιολογούν με μεγάλη αξιοπιστία τις επιπτώσεις των οικονομικών εξελίξεων πάνω στις ενεργειακές, δεν είναι όμως σχεδιασμένα για να κάνουν και το αντίστροφο. Η ανεπάρκεια των γνωστών υπολογιστικών εργαλείων ενώπιον της πολυπλοκότητας των συνθηκών που επικρατούν σήμερα στον τομέα της ενέργειας, αναγνωρίζεται και στις Ηνωμένες Πολιτείες όπου και αναπτύσσονται πρωτοβουλίες για το σχεδιασμό νέων προτύπων, περισσότερο εξειδικευμένων στα εκεί νέα δεδομένα.

Η συγκρότηση υπολογιστικών εργαλείων ειδικά σχεδιασμένων για τις συνθήκες που σήμερα επικρατούν στην Ελλάδα, θα έπρεπε να αποτελέσει αντικείμενο ειδικής μελέτης τα αποτελέσματα της οποίας θα ήταν πολύτιμα όχι μόνο για το σχεδιασμό της Ελληνικής Ενεργειακής Στρατηγικής αλλά και για άλλες χώρες που βρίσκονται σε οικονομική συγκυρία ανάλογη με την Ελληνική. Πιστεύω ότι η αναγνωρισμένη εμπειρία της παρούσης ομάδας σε θέματα ενεργειακού σχεδιασμού και υπολογιστικών εργαλείων, την κάνει ιδιαίτερα κατάλληλη για ανάληψη ενός τέτοιου έργου.

Αθήνα, Ιούνιος 2011

Ραφαήλ Μωυσής

Αντιπρόεδρος του IOBE

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε μια περίοδο αυξημένης αβεβαιότητας, μπορεί να φανεί οξύμωρο το γεγονός ότι παρουσιάζουμε μια μελέτη για τις μακροχρόνιες ενεργειακές προοπτικές της χώρας μας και τις προκλήσεις σε επίπεδο στρατηγικής και σχεδιασμού που οφείλει να αντιμετωπίσει ο ενεργειακός τομέας και, εμμέσως, η Ελληνική οικονομία, σε μια προοπτική μάλιστα που φθάνει το 2050.

Αλλά και πέρα από τα προβλήματα και τις αβεβαιότητες που συνδέονται με την τρέχουσα, ιδιαίτερα δυσμενή, συγκυρία, η ιστορία μάς δείχνει ότι κάθε προσπάθεια – ενεργειακού ή μη – σχεδιασμού στη χώρα μας, και δη μακροχρόνιου, έχει να αντιμετωπίσει τεράστια εμπόδια, τα οποία αποτρέπουν την εφαρμογή των κατάλληλων πολιτικών και καθιστούν εκ προοιμίου δυσεπίτευκτους τους στόχους που έχουν τεθεί.

Τα σημαντικότερα εμπόδια αφορούν στους αδύναμους μηχανισμούς λήψης αποφάσεων που επηρεάζουν το κοινωνικό σύνολο – και ως εκ τούτου στις διαφωνίες, τις σφοδρές αντιδράσεις, την ελλιπή και μη εποικοδομητική δημόσια διαβούλευση κ.ά. – αλλά και στα εγγενή προβλήματα στο σχεδιασμό, στη σταθερότητα και κυρίως στην υλοποίηση της πολιτικής που προκρίνεται, τελικά, ως η ενδεδειγμένη. Επιπλέον, στο δημόσιο διάλογο συχνά παρουσιάζονται ανεπαρκώς τεκμηριωμένες απόψεις και θέσεις, που υποβαθμίζουν σημαντικές διαστάσεις του προς επίλυση προβλήματος, επιτείνοντας τα προαναφερθέντα προβλήματα.

Πιστεύω ότι τα όποια προβλήματα στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων πολιτικής, μπορεί να μετριαστούν με τεκμηριωμένη ανάλυση, κατάλληλη οργάνωση και μεσομακροπρόθεσμο σχεδιασμό. Για το λόγο αυτό, η εξέταση των μακροχρόνιων ενεργειακών προοπτικών που επιχειρείται στην παρούσα μελέτη, μπορεί να συμβάλλει με νηφαλιότητα στο δημόσιο διάλογο, ενημερώνοντας τους σχεδιαστές πολιτικής αλλά και κάθε άλλο ενδιαφερόμενο μέρος για τις δυνατές επιλογές και τις συνέπειες αυτών των επιλογών που, εκ της φύσεως του ενεργειακού σχεδιασμού, διαχέονται αρκετά μακριά στο μέλλον.

Στο πλαίσιο αυτό, η συνεργασία μας με το Εργαστήριο Υποδειγμάτων Ενέργειας – Οικονομίας – Περιβάλλοντος του ΕΜΠ, για την εκπόνηση σεναρίων που μπορούν να υποστηρίξουν το μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας μας, αποτέλεσε μια επιλογή με κύριο γνώμονα την αξιόπιστη τεκμηρίωση και την αξιοποίηση της πολύπλευρης γνώσης του αντικειμένου που διαθέτει. Πέρα από τη μακρόχρονη εμπειρία στα ενεργειακά θέματα και την επιστημονική υποδομή με τα αναγνωρισμένα, διεθνούς κύρους, υπολογιστικά εργαλεία που έχει αναπτύξει το Εργαστήριο υπό την καθοδήγηση του Καθηγητή Παντελή Κάπρου, δεν πρέπει να μας διαφεύγει το γεγονός ότι και η ίδια η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στο πλαίσιο του σχεδιασμού της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής στον ενεργειακό τομέα και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, καταστρώνει πολιτικές και υιοθετεί μέτρα που σε μεγάλο βαθμό στηρίζονται στα αποτελέσματα των συγκεκριμένων αναλυτικών υποδειγμάτων. Η διάσταση αυτή είναι

ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και χρήσιμη, καθώς σε συνδυασμό με την εγκυρότητα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα μελέτη, επιτυγχάνεται, ταυτόχρονα, συνέπεια με τις υποθέσεις και τα αποτελέσματα που καθοδηγούν τη στρατηγική στον ενεργειακό τομέα σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στην μελέτη διαπιστώνεται ότι το προδιαγεγραμμένο πλαίσιο ενεργειακής πολιτικής, που έχει ήδη συμφωνηθεί μέχρι το 2020, οδηγεί μεν στο επιθυμητό μεσοπρόθεσμο αποτέλεσμα, αλλά δεν επαρκεί για την επίτευξη του «κυοφορούμενου» μακροχρόνιου στόχου μείωσης των εκπομπών. Ως εκ τούτου επιπρόσθετα μέτρα πολιτικής θα πρέπει να αναμένουμε ότι θα υιοθετηθούν για την περίοδο μετά το 2020, τα οποία και σκιαγραφούνται με αρκετή λεπτομέρεια στη μελέτη.

Υπό το φως των αποτελεσμάτων της μελέτης, γίνεται αντιληπτό το τεράστιο μέγεθος της πρόκλησης που παρουσιάζει ο μετασχηματισμός του εγχώριου ενεργειακού συστήματος: Εγκατάλειψη βασικών ενεργειακών πολιτικών του παρελθόντος, ενίσχυση της τρέχουσας πολιτικής για την επίτευξη των μεσοπρόθεσμων στόχων, αλλά και προετοιμασία και συγκρότηση ενός ακόμα πιο φιλόδοξου σχεδίου για την μετά το 2020 περίοδο, με άξονες που σταθερά περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση ενέργειας, τις ΑΠΕ, το φυσικό αέριο, τα «έξυπνα» δίκτυα, τον εξηλεκτρισμό των μεταφορών κ.ά.

Οι ενεργειακές επιλογές που απαρτίζουν τα σενάρια που εξετάστηκαν έχουν σημαντικές επιδράσεις στην οικονομία. Κάθε επιλογή στην κατεύθυνση της δραστηκής μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου συνοδεύεται από σημαντικό επιπρόσθετο κόστος, το οποίο κινείται κατά μέσο όρο στην περιοχή του +3% του ΑΕΠ για τα επόμενα 40 χρόνια (συγκριτικά με την πορεία χωρίς πολιτικές μείωσης των εκπομπών). Σε κάθε περίπτωση, η ανάληψη αυτού του κόστους είναι αναγκαία, λαμβάνοντας υπόψη τις καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, τις οποίες αυτά τα μέτρα επιχειρούν να μετριάσουν. Αυτό το επιπλέον κόστος, όπως αντανακλάται στην αύξηση των τιμών των ενεργειακών προϊόντων, θα επηρεάσει αρνητικά τους κλάδους της Ελληνικής οικονομίας, ιδιαίτερα τους ενεργοβόρους, και θα αυξήσει τον κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας στα νοικοκυριά, κάνοντας ιδιαίτερα επιτακτική την ανάγκη μετριασμού αυτών των δυσμενών επιδράσεων. Ωστόσο, κατά βάση αφορά σε νέες επενδύσεις, οι οποίες θα αντισταθμίσουν, τουλάχιστον μερικώς, την αρνητική επίδραση στην οικονομική δραστηριότητα και την απασχόληση από το αυξημένο κόστος ενέργειας.

Κλείνοντας το παρόν εισαγωγικό σημείωμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Όμιλο Επιχειρήσεων Μυτιληναίος Α.Ε., και προσωπικά τον Πρόεδρο και Διευθύνοντα Σύμβουλο του Ομίλου, Κύριο Ευάγγελο Μυτιληναίο, χωρίς την ευγενική χορηγία του οποίου δεν θα ήταν δυνατό να υλοποιηθεί η μελέτη που έχετε στα χέρια σας.

Αθήνα, Ιούνιος 2011
Γιάννης Στουρνάρας
Γενικός Διευθυντής IOBE

ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ

- Η προσπάθεια καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής εκτιμάται ότι θα απαιτήσει τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα κατά 70-75% το 2050 έναντι του 1990.
- Με συνεπή εφαρμογή των ήδη θεσμοθετημένων πολιτικών (Σενάριο Αναφοράς), οι στόχοι διείσδυσης ΑΠΕ για το 2020 επιτυγχάνονται, ενώ μετά το 2020 το μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σταθεροποιείται στο 50%.
- Οι ενεργειακές υπηρεσίες στο Σενάριο Αναφοράς κοστίζουν, σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050, 236 δισεκ. €'08 περισσότερα από ότι στο Σενάριο Καμίας Πολιτικής (1.8% του σωρευτικού ΑΕΠ).
- Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σταθεροποιούνται σε επίπεδα κατά 25-30% χαμηλότερα από το 2005 μετά το 2020, απέχοντας ωστόσο σημαντικά από τη μείωση που απαιτείται.
- Η επίτευξη του στόχου για το 2050 απαιτεί:
 - Εξοικονόμηση ενέργειας, σε ποσοστό 20% μέχρι το 2030 και 50% το 2050
 - Διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας τουλάχιστον 35% το 2050
 - Βέλτιστο μερίδιο ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή το 2050 από 48% έως 83%, ανάλογα με την υιοθέτηση ή μη των τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂ και πυρηνικών
 - Το 85% των οδικών μεταφορών το 2050 να εκτελείται από ηλεκτρικά μέσα.
- Σε κάθε ένα από τα σενάρια που εξετάστηκαν υφίστανται σημαντικά τεχνοοικονομικά, θεσμικά και κοινωνικά εμπόδια και αβεβαιότητες, όπως:
 - «ΑΠΕ»: στοχαστικότητα ηλεκτροπαραγωγής, χωροταξικά ζητήματα, ανεπάρκεια των υποδομών
 - «ΑΠΕ και CCS»: επιλογή κατάλληλων γεωλογικών μορφωμάτων, έλλειψη κοινωνικής αποδοχής, ανάπτυξη κατάλληλων υποδομών, τεχνολογική αβεβαιότητα
 - «ΑΠΕ και πυρηνικά»: κίνδυνος δυστυχήματος, έλλειψη κοινωνικής αποδοχής, τήρηση πολύ υψηλών προδιαγραφών ασφάλειας, υψηλό και αβέβαιο κόστος κατασκευής, έλλειψη τεχνογνωσίας, διαχείριση ραδιενεργών αποβλήτων.
- Τα Σενάρια Χαμηλών Εκπομπών επιφέρουν κόστος της τάξης των 120 με 145 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050, επιπλέον από το κόστος του Σεναρίου Αναφοράς (περίπου 1% του σωρευτικού ΑΕΠ).
- Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για τον καταναλωτή στα Σενάρια Χαμηλών Εκπομπών είναι υψηλότερες κατά 15%-25% του Σεναρίου Αναφοράς, το οποίο ήδη παρουσιάζει τιμές κατά 20% υψηλότερες συγκριτικά με το Σενάριο Καμίας Πολιτικής.
- Εκτός από τη συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, η προσπάθεια μείωσης εκπομπών επιφέρει οφέλη, όπως νέες επενδύσεις (1% του ΑΕΠ ετησίως), μείωση της εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές ενέργειας και μεγαλύτερη ενεργειακή ασφάλεια.
- Σε κάθε περίπτωση, το μετρήσιμο κόστος της κλιματικής αλλαγής είναι πολύ μεγαλύτερο από το κόστος μείωσης των εκπομπών.
- Η επίτευξη της μετάβασης σε οικονομία χαμηλών εκπομπών απαιτεί σημαντικές αλλαγές στο ρυθμιστικό πλαίσιο της ενεργειακής αγοράς, στη λειτουργία του κρατικού μηχανισμού και στη νοοτροπία μας ως καταναλωτές και πολίτες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή

Η απειλή από τις καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής έχει ανατρέψει τις παραδοσιακές προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής παγκοσμίως. Η ασφάλεια εφοδιασμού και η ελαχιστοποίηση του (μετρήσιμου) κόστους παροχής ενεργειακών υπηρεσιών παραμένουν σημαντικοί στόχοι, αλλά, πλέον, πρωτεύοντα στόχο αποτελεί η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Σε αυτό το πλαίσιο, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ηγούνται στην παγκόσμια προσπάθεια μετάβασης, έχοντας θεσμοθετήσει φιλόδοξους στόχους για το 2020. Δεν πρέπει να ξεχνάμε, όμως, ότι αυτοί οι στόχοι καλύπτουν μόνο την αρχική φάση της μετάβασης. Ο μετριασμός των κινδύνων της υπερθέρμανσης απαιτεί τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης το πολύ κατά 2 βαθμούς Κελσίου μέχρι το 2100 σε σύγκριση με το πριν από τη βιομηχανική επανάσταση επίπεδο. Με το υφιστάμενο επίπεδο γνώσης για τα κλιματικά φαινόμενα, αυτός ο στόχος μεταφράζεται σε μείωση εκπομπών παγκοσμίως κατά 50% το 2050 συγκριτικά με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Αυτός ο στόχος κατανέμεται με βάση το επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης κάθε χώρας. Για την Ελλάδα προκύπτει στόχος μείωσης των εκπομπών κατά 70-75% το 2050 έναντι του

1990.

Πρόκειται για εξαιρετικά φιλόδοξο στόχο μείωσης εκπομπών, η επίτευξη του οποίου επιβάλλει ριζική ανατροπή τόσο στην διαδικασία παραγωγής και μετατροπής ενέργειας, όσο και στην κατανάλωσή της. Βρισκόμαστε στην αρχή της μετάβασης προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών, η οποία απαιτεί σημαντικές αλλαγές στο ρυθμιστικό πλαίσιο της ενεργειακής αγοράς, στη λειτουργία του κρατικού μηχανισμού και στη νοοτροπία μας ως καταναλωτές και πολίτες.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα μελέτη επιχειρεί να αναλύσει την πορεία του ενεργειακού τομέα και τις διαθέσιμες επιλογές κατά την προσπάθεια ελαχιστοποίησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη χώρα μας. Η μελέτη παρουσιάζει την προσομοίωση της πορείας του ενεργειακού συστήματος στην Ελλάδα μέχρι το 2050 με τη χρήση του μαθηματικού υποδείγματος PRIMES του εργαστηρίου E3MLab του ΕΜΠ υπό εναλλακτικά σενάρια ενεργειακής πολιτικής. Η μελέτη περιλαμβάνει σύντομη αποτίμηση της τρέχουσας κατάστασης στην ενεργειακή πολιτική και προτείνει μέτρα πολιτικής.

Τρέχουσα κατάσταση και προκλήσεις για την ενεργειακή πολιτική

Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα είναι

λιγότερο αποδοτικός σε σύγκριση με άλλες χώρες της ΕΕ. Ιδιαίτερα προβληματικός είναι ο τομέας μεταφορών, όπου παρατηρείται ανεπάρκεια μέσω σταθερής τροχιάς, επέκταση των οδικών μεταφορών εμπορευμάτων χωρίς σχεδιασμό, εκτεταμένη χρήση αεροπορικών μεταφορών, ενώ η χρήση δημόσιων μεταφορών στα αστικά κέντρα είναι περιορισμένη σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

Σημαντικές εκκρεμότητες συνεχίζουν να υφίστανται και στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ, που μαζί με την ενεργειακή εξοικονόμηση αποτελούν τους βασικότερους μοχλούς της μετάβασης σε ένα ενεργειακό σύστημα χαμηλών εκπομπών CO₂, μέχρι στιγμής επιτελείται με αργούς ρυθμούς, παρά το αξιοσημείωτο επιχειρηματικό ενδιαφέρον. Πολλά από τα έργα ΑΠΕ κωλυσιεργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε γραφειοκρατικές διαδικασίες αδειοδότησης και δικαστικές εμπλοκές λόγω ανεπάρκειας του χωροταξικού σχεδιασμού και άλλων παραγόντων. Η διαδικασία αδειοδότησης απλοποιήθηκε με το Νόμο 3851/2010, αλλά υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο μεσοπρόθεσμα να προκύψει ανάγκη επιπλέον μεταρρυθμίσεων σε περίπτωση απόκλισης από τους στόχους. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ παρεμποδίζεται και από την ανεπάρκεια του συστήματος μεταφοράς και τη δυσκολία ολοκλήρωσης των αναγκαίων έργων στο σύστημα, όπου επίσης υφίστανται σοβαρά ζητήματα χω-

ροταξικής φύσης και αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες.

Ο υφιστάμενος τρόπος λειτουργίας του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι σε θέση να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη μετάβαση προς μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Οι σταυροειδείς επιδοτήσεις στις ρυθμιζόμενες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στρεβλώνουν την προσπάθεια επίτευξης ενεργειακής αποτελεσματικότητας και, μέχρι να αρθούν πλήρως, περιορίζουν τη δυνατότητα εισόδου νέων προμηθευτών. Η έλλειψη σύνδεσης των ρυθμιζόμενων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας με τις συνθήκες κόστους δημιουργούν υπέρμετρο ρίσκο για τη δραστηριοποίηση στην αγορά λιανικής. Ο χαμηλός βαθμός ανταγωνισμού στην αγορά και η περιορισμένη συνεργασία σε περιφερειακό επίπεδο περιορίζουν τις ανταγωνιστικές πιέσεις που οδηγούν σε ελαχιστοποίηση του κόστους και σε καινοτομικές δράσεις. Παραμένουν σε λειτουργία πολύ παλαιές, ρυπογόνες και μη αποδοτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Η υποχρεωτική συμμετοχή στην χονδρεμπορική αγορά περιορίζει τη δυνατότητα σύναψης μακροπρόθεσμων συμβολαίων παροχής ενέργειας σε μεγάλους καταναλωτές. Η ένταξη των τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής με μηδενικές εκπομπές, όπως οι ΑΠΕ, σε ανταγωνιστικές αγορές αποτελεί πρόκληση παγκοσμίως και πρέπει να επιτευχθεί με τρόπο που θα περιορίζει τις επιπτώσεις του

εγχειρήματος στην ανταγωνιστικότητα της ελληνικής οικονομίας και την ενεργειακή φτώχεια.

Στην απελευθέρωση της χονδρικής αγοράς φυσικού αερίου σημειώθηκε πρόοδος τον τελευταίο χρόνο με τις πρώτες παραλαβές φορτίων υγροποιημένου αερίου από μεγάλους καταναλωτές χωρίς τη μεσολάβηση της κρατικής επιχείρησης (ΔΕΠΑ). Ωστόσο, η εισαγωγή του φυσικού αερίου στις άμεσες χρήσεις εκτός της ηλεκτροπαραγωγής γίνεται με αργούς ρυθμούς και ως εκ τούτου εξακολουθεί να είναι περιορισμένης έκτασης.

Εάν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις, οι αποκλίσεις από τους στόχους και τις υποχρεώσεις της χώρας θα διευρύνονται συνεχώς σε όλους τους τομείς. Οι αρνητικές επιπτώσεις θα είναι μεγάλες, όπως σημαντική αύξηση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί το κόστος εκπομπών που προβλέπεται από το μηχανισμό ETS. Η απόκλιση από τους στόχους λόγω ανικανότητας υπέρβασης των υφιστάμενων αγκυλώσεων και νοοτροπιών απειλεί να τερπυλίσει τις θυσίες που αναπόφευκτα θα απαιτηθούν κατά τη μετάβαση προς μια οικονομία με χαμηλή ένταση εκπομπών.

Σενάριο αναφοράς

Η μελλοντική πορεία του ενεργειακού συστήματος, της οικονομίας και των διε-

θνών αγορών προσομοιώθηκε με τη χρήση μαθηματικών υποδειγμάτων του εργαστηρίου E3MLab του ΕΜΠ (PRIMES, GEM-E3 και Prometheus) υπό διαφορετικά σενάρια. Τα σενάρια δεν συνιστούν πρόβλεψη του μέλλοντος αλλά προσομοιώσεις των μετασχηματισμών του ενεργειακού συστήματος και των οικονομικών αποφάσεων καταναλωτών και παραγωγών ως αποτέλεσμα υποθέσεων στο πλαίσιο κάθε σεναρίου.

Το σενάριο αναφοράς υποθέτει την εφαρμογή των πολιτικών που έχουν ήδη δρομολογηθεί για την επίτευξη του στόχου μείωσης εκπομπών κατά 20% το 2020 στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτές οι πολιτικές περιλαμβάνουν τα προγράμματα υποστήριξης των ΑΠΕ, το σύστημα αγοράς των δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από δημοπρασίες (με μείωση του συνολικού ύψους των δικαιωμάτων και μετά το 2020), τις οδηγίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ποιότητα αέρα, τον κανονισμό για τις εκπομπές CO₂ από τα οχήματα κ.ά. Επιπλέον, γίνεται η υπόθεση ότι μέχρι το 2020 υλοποιείται η πρώτη και η δεύτερη φάση του προγράμματος διασύνδεσης των Κυκλάδων, ενώ μετά το 2020 ολοκληρώνεται η διασύνδεση των περισσότερων νησιών, περιλαμβανομένης της Κρήτης και Ρόδου.

Υπό αυτές τις υποθέσεις, το Σενάριο Αναφοράς προβάλλει στο μέλλον σημαντικά χαμηλότερους ρυθμούς αύξησης της ζή-

τησης ενέργειας από τους τελικούς καταναλωτές συγκριτικά με το Σενάριο «Καμίας Πολιτικής» (Διάγραμμα 1). Η τελική κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται το 2020 σε 21,9 εκ. τιπ, μειωμένη κατά 10% συγκριτικά με το Σενάριο «Καμίας Πολιτικής». Το 2050 η τελική κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλότερη σε σχέση με το Σενάριο «Καμίας Πολιτικής» κατά 22%. Η πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας που περιλαμβάνεται εδώ είναι επομένως φιλόδοξη και απαιτεί σημαντική προσπάθεια και πόρους για την υλοποίησή της.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική συγκριτικά με το παρελθόν. Αυτό ισχύει κυρίως για τις οικίες και τα κτήρια υπηρεσιών, όπου η μέση κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο βελτιώνεται κατά 1.5% ετησίως μεσοπρόθεσμα και κατά 1% μακροχρόνια. Ικανοποιητική βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας παρατηρείται και στη βιομηχανία, αλλά στον τομέα των μεταφορών η βελτίωση είναι περιορισμένη.

Έτσι το πετρέλαιο διατηρείται ως η κύρια μορφή ενέργειας με μερίδιο μεγαλύτερο του 50% σε όλη την περίοδο, καταδεικνύοντας ότι τα μέτρα που περιλαμβάνει το Σενάριο Αναφοράς δεν επαρκούν για να οδηγήσουν σε απεξάρτηση από το πετρέλαιο.

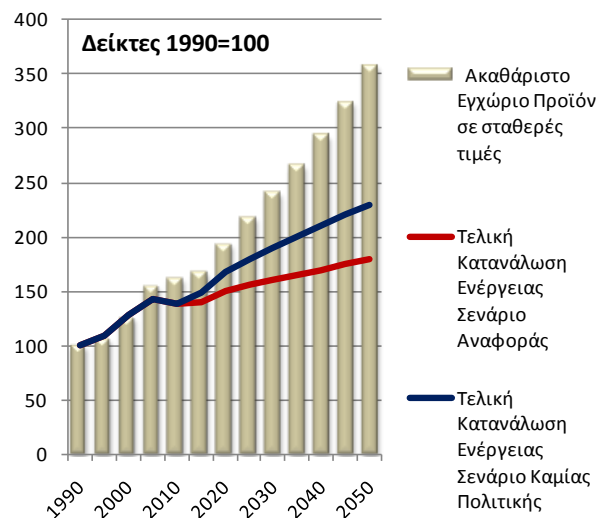
Όσον αφορά στις υπόλοιπες μορφές ενέρ-

γιας, η διείσδυση του φυσικού αερίου στις τελικές ενεργειακές χρήσεις (περίπου 10%) διατηρείται σε επίπεδα χαμηλότερα σε σύγκριση με άλλες ώριμες αγορές. Αντίθετα, το μερίδιο των ΑΠΕ, τόσο στις τελικές χρήσεις όσο και στην ηλεκτροπαραγωγή, επεκτείνεται σε σύγκριση με το Σενάριο Καμίας Πολιτικής.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περιορίζεται σε 76 TWh το 2020 και 114 TWh το 2050, έναντι 93 TWh το 2020 και 157 TWh το 2050 στο Σενάριο Καμίας Πολιτικής. Συγκριτικά μικρότερη είναι και η αιχμή φορτίου (κατά 3.1 GW το 2020 και 7.8 GW το 2050), φτάνοντας τα 14.1 GW το 2020 και τα 22.2 GW το 2050. Αυτή η διαφορά στηρίζεται σε εκτεταμένα μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας.

Το μερίδιο του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή συνεχώς περιορίζεται, πέφτοντας

Διάγραμμα 1: Εξέλιξη της Τελικής Ζήτησης Ενέργειας



στο 1/3 της συνολικής παραγωγής το 2020 και κάτω από το 10% μετά το 2040, έναντι 60% το 2005. Ο περιορισμός οφείλεται τόσο στην ανάγκη παύσης της λειτουργίας των περισσότερων μονάδων μέχρι το 2026, όσο και στο γεγονός ότι με τις υψηλές τιμές δικαιωμάτων CO₂ του σεναρίου μετά το 2020 (37€/τόνο CO₂ το 2030 και 50-55€/τόνο CO₂ μετά) επηρεάζεται η σειρά φόρτισης των μονάδων στην ημερήσια αγορά, γεγονός που αποθαρρύνει νέες επενδύσεις σε συμβατικής τεχνολογίας λιγνιτικές μονάδες. Ωστόσο, ακόμα και υπό αυτές τις υποθέσεις, η βέλτιστη ανάπτυξη του συστήματος υποδεικνύει την ένταξη 2400 MW νέας ισχύος από συμβατικές μονάδες υπερκρίσιμης τεχνολογίας (χωρίς CCS) με πλήρεις εγκαταστάσεις αποφυγής αερίων ρύπων μέχρι το 2030.

Η υψηλή διείσδυση των ΑΠΕ στο Σενάριο Αναφοράς ευνοεί την ένταξη στο σύστημα 2 GW επιπλέον υδροηλεκτρικών συστημάτων με άντληση, καθώς και ευέλικτων μονάδων συνδυασμένου κύκλου και αεροστρόβιλων με καύση φυσικού αερίου. Σε αυτό το σενάριο αναπτύσσονται 15.6 GW νέας ισχύος μονάδων φυσικού αερίου μέχρι το 2050 (περιλαμβανόμενων των μονάδων που εντάχθηκαν το τελευταίο δωδεκάμηνο). Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των μονάδων θα πρέπει να διαθέτει τη δυνατότητα παρακολούθησης κυμαινόμενου φορτίου με χαρακτηριστικά ταχείας ανόδου και καθόδου.

Οι στόχοι διείσδυσης των ΑΠΕ για το 2020 επιτυγχάνονται στο Σενάριο Αναφοράς, με το μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή να ανέρχεται σε 40% το 2020 και στη συνέχεια να σταθεροποιείται σε 50%, έναντι 11.6% το 2005. Το μεγαλύτερο μέρος της νέας ισχύος ΑΠΕ αφορά σε αιολικά πάρκα (6.5 GW το 2020 και 10 GW μετά το 2030), ενώ πολύ μεγάλη αύξηση σημειώνουν και τα φωτοβολταϊκά συστήματα (2.2 GW το 2020 και 6.3 GW το 2050). Μικρότερη, αλλά σημαντική, είναι η συνεισφορά των μικρών υδροηλεκτρικών (μέχρι περίπου 1.1 GW), αλλά και της βιομάζας-αποβλήτων (750 MW το 2050).

Σημαντική αύξηση προβλέπεται στη αξιοποίηση βιοκαυσίμων στις μεταφορές. Το Σενάριο Αναφοράς προβλέπει ότι σημαντικό μέρος των νέων αναπτυσσόμενων χρήσεων της βιομάζας θα εισάγεται μέχρι το 2020 (περίπου το 40%), όμως για τη συνέχεια το σενάριο θεωρεί την ανάπτυξη εγχώριας παραγωγής, ώστε σταδιακά το μερίδιο των εισαγωγών να μειωθεί στο 24% το 2030 και περαιτέρω στο 12% το 2050. Επομένως το Σενάριο Αναφοράς περιλαμβάνει την ανάπτυξη σημαντικής εγχώριας παραγωγής και βιομηχανίας επεξεργασίας βιομάζας και αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς με ετήσιο κύκλο εργασιών της τάξης των 2 δισεκ. €'2008 το 2050.

Ο μετασχηματισμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας στο Σενάριο Αναφο-

Πίνακας 1: Διαμόρφωση του κόστους των ενεργειακών υπηρεσιών

Σενάριο Αναφοράς	εκατ. Ευρώ του 2008						σωρευτικά 2010-2050	
	2005	2010	2020	2030	2040	2050	εκατ. €'08	διαφορές από σενάριο καμίας πολιτικής
Βιομηχανία	2,943	2,798	2,961	3,199	3,289	3,617	126,644	693
Νοικοκυριά	7,601	9,853	15,267	18,404	19,141	20,254	685,900	39,733
Υπηρεσίες και Γεωργία	3,916	4,738	7,333	9,303	9,959	11,041	349,009	-15,271
Μεταφορές	7,839	9,832	18,044	24,176	27,642	30,198	905,290	262,896
Σύνολο κόστους με πληρωμή για δικαιώματα ETS	22,299	27,220	43,610	55,087	60,033	65,112	2,066,953	288,159
Πληρωμές για δικαιώματα ETS	0	0	663	1,483	1,913	2,097	52,053	52,053
Σύνολο κόστους χωρίς πληρωμή για δικαιώματα ETS	22,299	27,220	42,946	53,605	58,119	63,016	2,014,900	236,106
ως % του ΑΕΠ	10.7	12.5	16.5	16.5	14.7	13.1	15.2	1.8
Αέρια θερμοκηπίου (εκ.τόνοι ισοδ. CO ₂)	127.5	109.3	97.3	95.2	90.2	95.1	3,809	-1,466
Σενάριο καμίας πολιτικής								
Σύνολο κόστους	22,299	27,015	38,965	47,065	50,097	53,994	1,778,794	
ως % του ΑΕΠ	10.7	12.4	14.9	14.5	12.7	11.2	13.4	

ράς οδηγεί σε αύξηση του μέσου κόστους που κυμαίνεται μεταξύ 17% και 24% συγκριτικά με το Σενάριο Καμίας Πολιτικής. Η αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπεται να είναι μικρότερη στα τιμολόγια για την ενεργοβόρο βιομηχανία (μεταξύ 10 και 16% συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής) και μεγαλύτερη στα λοιπά τιμολόγια.

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας θα περιλαμβάνει, κατά το μεγαλύτερο τμήμα της, παραγωγή και ισχύ που θα αμείβεται σε προκαθορισμένες τιμές. Ο ανταγωνισμός θα πρέπει κυρίως να αναπτυχθεί στη λιανική πώληση όπου θα πρέπει να εφαρμόζονται μεγάλης έκτασης περιορισμοί στους προμηθευτές σχετικά με τις ΑΠΕ και τη χρηματοδότηση εφεδρικών και επικουρικών

υπηρεσιών. Θα απαιτηθεί μεγάλης έκταση μεταρρύθμιση της σημερινής οργάνωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας πριν το 2020 ώστε να υποστηριχθεί αποτελεσματικά η αναδιοργάνωση του συστήματος και να περιοριστεί όσο γίνεται περισσότερο το κόστος παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

Συνολικά, οι ενεργειακές υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς κοστίζουν, σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050, 236 δισεκ. €'08 περισσότερο από ότι στο Σενάριο καμίας πολιτικής, που αντιστοιχεί σε 1.8% του σωρευτικού ΑΕΠ σε σταθερές τιμές (Πίνακας 1).

Διαφορετικές εκτιμήσεις για την έκταση και διάρκεια της οικονομικής κρίσης στην

Ελλάδα έχουν περιορισμένη επίδραση στις εκτιμήσεις για το κόστος της μετάβασης. Σε περίπτωση χαμηλότερης ανάπτυξης του ΑΠΕ κατά 0,8% κατά μέσο όρο την περίοδο 2010-2020, η ετήσια επιβάρυνση των καταναλωτών ενέργειας είναι αυξημένη κατά 1 με 2% το 2020.

Παρά τις σημαντικές αλλαγές στον ενεργειακό τομέα που περιγράφονται στο Σενάριο Αναφοράς και το αξιοσημείωτο κόστος που τις συνοδεύει, τα μέτρα που περιλαμβάνει το σενάριο δεν επαρκούν για τη μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σταθεροποιούνται σε επίπεδα κατά 25-30% χαμηλότερα από το 2005 μετά το 2020, απέχοντας σημαντικά από τη μείωση που απαιτείται στα πλαίσια περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης σε 2 βαθμούς Κελσίου (65-75% μείωση εκπομπών το 2050 σε σχέση με το 2005).

Σενάρια προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών

Τα μέτρα που έχουν δρομολογηθεί έως τώρα στο πλαίσιο της ενεργειακής στρατηγικής για το 2020 (20-20-20), παρότι απαιτούν σημαντική προσπάθεια και συναντούν μεγάλο βαθμό δυσκολίας στην εφαρμογή τους, δεν επαρκούν για την επίτευξη του μακροχρόνιου στόχου καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής.

Στη μελέτη εκτιμήθηκαν τρία σενάρια όπου η μείωση των εκπομπών είναι συμβα-

τή με τους στόχους σε ευρωπαϊκό επίπεδο (40% το 2030 και 80% το 2050, συγκριτικά με το 1990). Κεντρική υπόθεση στα σενάρια αποτελεί η εφαρμογή τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με ενιαίο ύψος για όλη την οικονομία που προσδιορίζεται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο με ενιαίο τρόπο έτσι ώστε να επιτύχει τις επιθυμητές μειώσεις των εκπομπών. Επιπλέον, γίνεται η υπόθεση ότι στον τομέα των οδικών μεταφορών διεισδύουν δυναμικά οι εναλλακτικές τεχνολογίες, όπως η ηλεκτροκίνηση και τα βιοκαύσιμα. Παράλληλα, αναπτύσσονται ευφυή δίκτυα ηλεκτρισμού που επιτρέπουν την επαναφόρτιση των μπαταριών των οχημάτων σε ώρες χαμηλού φορτίου συστήματος και διευκολύνουν την ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ σε πολύ μικρή κλίμακα. Τέλος, οι μηχανισμοί υποστήριξης των ΑΠΕ σταδιακά μειώνονται σε ένταση τη δεκαετία 2020-2030, με τις ΑΠΕ να αναπτύσσονται δυναμικά χωρίς επιπλέον στήριξη μετά το 2030 ως αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης του κόστους μείωσης των εκπομπών στην τιμολόγηση των ορυκτών καυσίμων.

Τα 3 σενάρια χαμηλών εκπομπών διαφοροποιούνται ανάλογα με τις διαθέσιμες επιλογές τεχνολογίας. Στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS» η εφαρμογή της τεχνολογίας δέσμευσης και αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα (carbon capture and storage – CCS) είναι εφικτή, στο σενάριο

Πίνακας 2: Διαμόρφωση της τιμής του CO₂ (€ '2008/ τόνο CO₂)

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Σενάρια χαμηλών εκπομπών	Τομείς ETS	25.0	37.5	60.0	63.5	78.0	115.0	190.0
	Τομείς εκτός ETS	25.0	37.5	60.0	63.5	78.0	115.0	190.0
Σενάριο αναφοράς	Τομείς ETS	16.5	20.0	36.0	50.0	51.5	50.5	50.0
	Τομείς εκτός ETS	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3

Πηγή: PRIMES

«ΑΠΕ και πυρηνικά» αναπτύσσεται εγχώρια πυρηνική ηλεκτροπαραγωγή, ενώ στο σενάριο «ΑΠΕ» αυτές οι δύο επιλογές δεν είναι διαθέσιμες.

Σε όλα τα σενάρια, κεντρικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών έχει η εξοικονόμηση ενέργειας. Τα κτήρια πλησιάζουν σταδιακά την ενεργειακή απόδοση των παθητικών ενεργειακά κτηρίων μέσω των κατάλληλων δράσεων και ρυθμίσεων του κράτους, ενώ εφαρμόζονται αυστηρές προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοση συσκευών, βιομηχανικού εξοπλισμού και μεταφορικών μέσων. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι αντλίες θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και κάλυψη θερμικών αναγκών χαμηλής ενθαλπίας στα κτήρια, τις κατοικίες και τη βιομηχανία, οι οποίες αντικαθιστούν συσκευές που καταναλώνουν πολύ περισσότερο ηλεκτρική ενέργεια, αλλά και εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα.

Με αυτά τα μέτρα επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 20% μέχρι το 2030 και 50% μέχρι το 2050, συγκριτικά με το Σενάριο Καμίας Πολιτικής. Έτσι, η εξοικονόμηση ενέργειας συνεισφέρει στην απαιτούμενη μείωση εκπομπών κατά πε-

ρισσότερο από 40% σε όλα τα σενάρια. Η κρισιμότητα της εξοικονόμησης ενέργειας αναδεικνύεται επίσης και από το γεγονός ότι χωρίς μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού για τις παραδοσιακές χρήσεις, η ένταξη των οδικών μεταφορών και η εντατικοποίηση της χρήσης ηλεκτρισμού για θέρμανση στο φορτίου του συστήματος θα δημιουργούσε υπέρμετρες απαιτήσεις από το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίες δύσκολα θα ικανοποιούνταν αποκλειστικά με τεχνολογίες χαμηλών / μηδενικών εκπομπών χωρίς δυσανάλογη εκτίναξη του κόστους.

Η εξοικονόμηση ηλεκτρισμού στους λοιπούς τομείς επιτρέπει την ραγδαία διείσδυση του ηλεκτρισμού στον τομέα των μεταφορών (5.4 TWh το 2030 και 17 TWh το 2050), χωρίς το σύνολο της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας να είναι αυξημένο συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς (Διάγραμμα 2). Το 85% των οδικών μεταφορών το 2050 (25% το 2030) εκτελείται από ηλεκτρικά μέσα.

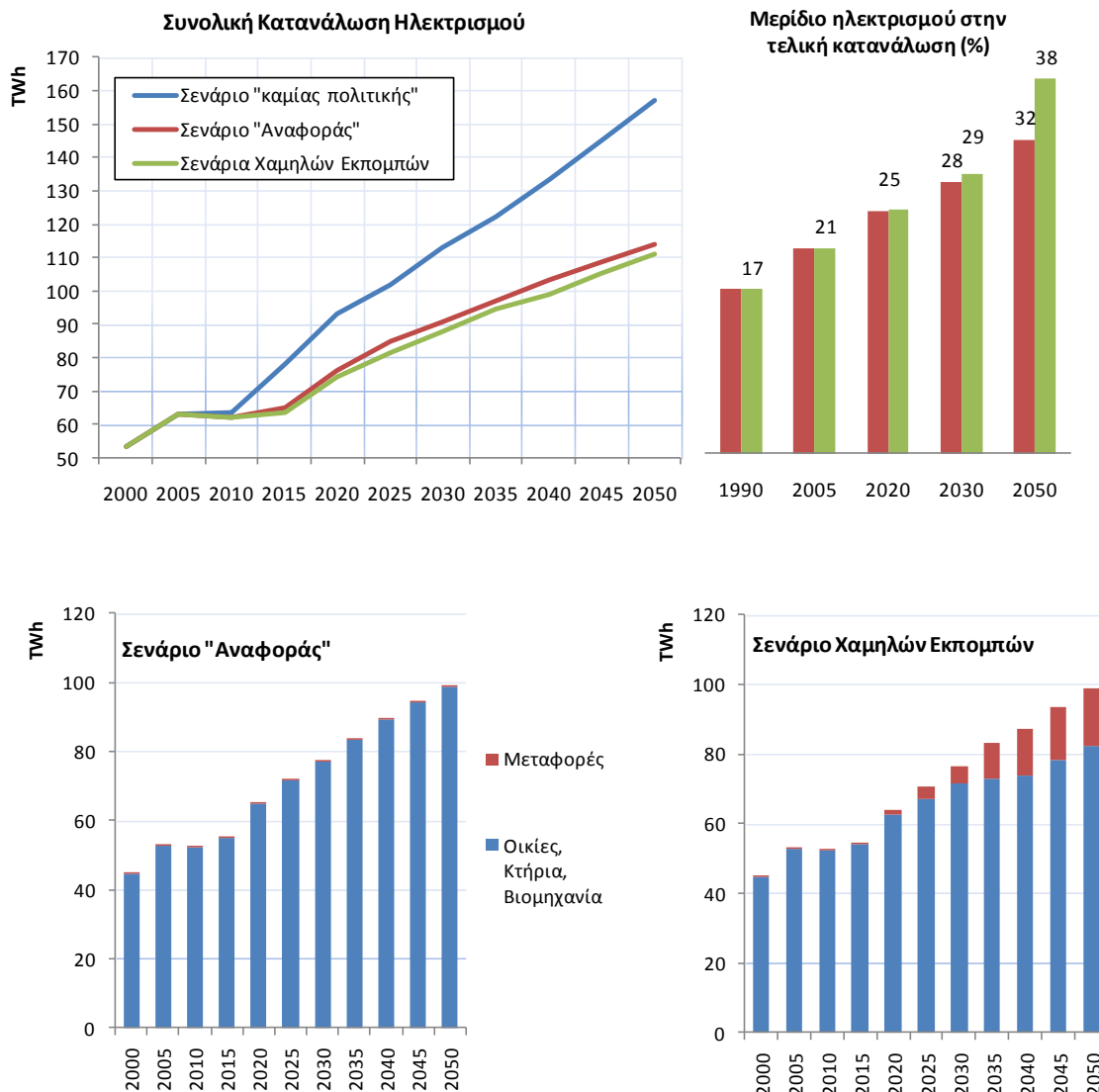
Σε όλα τα σενάρια η διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι υψηλή, ξεπερνώντας το 35% το 2050 (α-

πό 13% το 2010). Το μερίδιο των ΑΠΕ είναι υψηλό όχι μόνο στην ηλεκτροπαραγωγή, αλλά και στις υπόλοιπες χρήσεις (33%-35% στη θέρμανση-ψύξη και 52%-64% στις μεταφορές το 2050 ανάλογα με το σενάριο, συγκριτικά με 13% και 2.2% αντίστοιχα το 2010).

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών διαφέρουν κυρίως ως προς την δομή της ηλεκτροπαραγωγής. Στο Σενάριο ΑΠΕ, όπου η ανάπτυξη πυρηνικών και CCS αποκλείεται εξ

αρχής, το βέλτιστο μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή ανέρχεται σε 83% το 2050. Η επικρατέστερη τεχνολογία ΑΠΕ παραμένει η αιολική με μερίδιο 45% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής και εγκατεστημένη ισχύ 17.5 GW το 2050 (4.6 GW εκ των οποίων σε θαλάσσια αιολικά). Ακολουθούν τα φωτοβολταϊκά με 18.4% της παραγωγής και ισχύ 11 GW, ενώ τα θερμικά ηλιακά συστήματα συμμετέχουν με 628

Διάγραμμα 2: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας



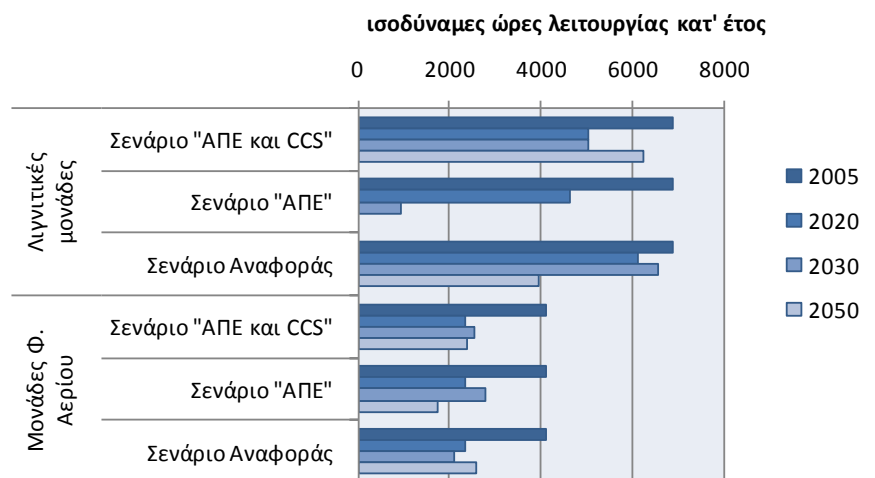
MW. Η βιομάζα και τα απόβλητα φθάνουν το 9.7% της ηλεκτροπαραγωγής, με ισχύ 2.4 GW το 2050.

Το υπόλοιπο της ηλεκτροπαραγωγής το 2050 (17%) προέρχεται από σταθμούς φυσικού αερίου, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση αξιόπιστης λειτουργίας του συστήματος και για λόγους εφεδρείας. Όπως και στα υπόλοιπα σενάρια χαμηλών εκπομπών, οι μονάδες φυσικού αερίου έχουν μικρό βαθμό χρησιμοποίησης (Διάγραμμα 3). Αυτό συνεπάγεται ότι απαιτούνται ευέλικτες μονάδες (αεροστρόβιλοι ή/και συνδυασμένου κύκλου με χαμηλά τεχνικά ελάχιστα) και κατάλληλη ανταγωνιστική αγορά υπηρεσιών εφεδρείας, η οποία θα εξασφαλίζει ικανοποιητικές αποδόσεις για να γίνουν οι απαιτούμενες μονάδες χωρίς υπερβολική επιβάρυνση για τον καταναλωτή. Μετά το 2035, στην παροχή φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή διoχετεύεται και υδρογόνο από ηλεκτρόλυση (μέχρι 35%), εξασφαλίζοντας εμμέσως αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με απορρόφηση που φτάνει στα 16 GWh το 2050. Μαζί με τα υπόλοιπα συστήματα αποθήκευσης, τις διασυνοριακές διασυνδέσεις, τα υδροηλεκτρικά και τις θερμικές μονάδες, το σύστημα

ηλεκτροπαραγωγής βρίσκεται σε θέση να εξυπηρετήσει μέγιστη αιχμή φορτίου της τάξης των περίπου 21 GW το 2050, παρά την υψηλή διείσδυση στοχαστικών πηγών πρωτογενούς ενέργειας.

Το σενάριο «ΑΠΕ και CCS» υποθέτει διαθεσιμότητα αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς (στη Βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή Δυτικής Μακεδονίας και στην περιοχή της Καβάλας), εμπορική ωρίμανση των τεχνολογιών δέσμευσης CO₂ σε μεγάλους σταθμούς καύσης ορυκτών καυσίμων, καθώς και κοινωνική αποδοχή της χρήσης των συγκεκριμένων τεχνολογιών στην Ελλάδα. Η διαθεσιμότητα των τεχνολογιών CCS επιτρέπει τη συνέχιση ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη. Το συγκεκριμένο σενάριο προβλέπει λειτουργία λιγνιτικής ισχύος 5450 MW (αποδιδόμενη ισχύς), εκ των οποίων 4500 MW με CCS, προσφέροντας το 33% της

Διάγραμμα 3: Μέση λειτουργία θερμικών μονάδων στα σενάρια



ηλεκτροπαραγωγής το 2050. Η συνεισφορά της δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂ στη συνολική μείωση εκπομπών στο συγκεκριμένο σενάριο ανέρχεται στο 19%. Οι ΑΠΕ εξακολουθούν να έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στο σενάριο αυτό με τη συμμετοχή τους στην ηλεκτροπαραγωγή να ανέρχεται στο 48% το 2050. Οι μονάδες φυσικού αερίου επίσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, αλλά καθώς στο συγκεκριμένο σενάριο και οι λιγνιτικοί σταθμοί στηρίζουν την εφεδρεία του συστήματος, η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων φυσικού αερίου είναι μικρότερη κατά 8.5 GW σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς και κατά 1 GW σε σύγκριση με το σενάριο «ΑΠΕ».

Η μελέτη περιλαμβάνει σενάριο όπου αξιοποιείται η πυρηνική τεχνολογία στην ηλεκτροπαραγωγή, παρότι η αποδοχή της στην Ελληνική κοινή γνώμη, ειδικά μετά το πρόσφατο σοβαρό δυστύχημα στο Φουκουσίμα, είναι εξαιρετικά χαμηλή. Όσο απόμακρο και να φάνταζε το ενδεχόμενο ανάπτυξης πυρηνικών σταθμών στην Ελλάδα, θεωρήσαμε ότι ως ερευνητές οφείλουμε να εξετάσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και της συγκεκριμένης – κατά τα άλλα διαδεδομένης – τεχνολογίας, αντί να την αποκλείσουμε εξ αρχής.

Το κόστος και η δυσκολία ανάπτυξης νέων θέσεων για πυρηνικούς σταθμούς προσομοιώνεται στο υπόδειγμα μέσω μιας μη

γραμμικής καμπύλης κόστους. Το κόστος επένδυσης είναι υψηλότερο στην Ελλάδα συγκριτικά με άλλες χώρες που έχουν ήδη αναπτύξει πυρηνικούς σταθμούς λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας και απουσίας οικονομικών κλίμακας. Επιπλέον, το κόστος είναι προσαυξημένο λόγω της απαιτούμενης ενισχυμένης αντισεισμικής προστασίας και της ανάγκης μεταφοράς των απόβλητων σε άλλες χώρες που διαθέτουν κατάλληλη υποδομή επεξεργασίας.

Το υψηλό κόστος περιορίζει σημαντικά τις δυνατότητες ανάπτυξης της πυρηνικής τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η συνολική ισχύς υπολογίζεται να φτάσει σε περίπου 2.5 GW, παράγοντας το 19% της ενέργειας το 2050. Η συνεισφορά των πυρηνικών στη μείωση των εκπομπών περιορίζεται σε μόλις 4%. Σε συνδυασμό με τις αυξημένες αβεβαιότητες υλοποίησης και το χαμηλό βαθμό αποδεκτικότητας της πυρηνικής τεχνολογίας, τα αποτελέσματα της μελέτης συνδράμουν στην εκτίμηση ότι η ένταξη της πυρηνικής ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό τομέα πρέπει να αποκλειστεί με βάση τα σημερινά δεδομένα.

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών περιλαμβάνουν ριζική αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος, η οποία συνεπάγεται σημαντικό πρόσθετο κόστος και επιφέρει αναδιαμόρφωση της κατανομής αυτού τόσο μεταξύ τομέων ενέργειας όσο και σχετικά με τη διάρθρωση σε κεφαλαιουχικές και λειτουργικές δαπάνες. Παρά το γεγο-

Διάγραμμα 4: Συνολικό κόστος ενεργειακού συστήματος ως ποσοστό του ΑΕΠ αφαιρούμενων των πληρωμών για δικαιώματα εκπομπής CO₂



νός ότι η κατανάλωση και η παραγωγή ενέργειας διενεργούνται στο σενάριο χαμηλών εκπομπών με σαφώς μικρότερες λειτουργικές δαπάνες, λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων, οι δαπάνες της ετήσιας αποπληρωμής του επιπλέον κόστους κεφαλαίου με βάση αγοραία επιτόκια αναγωγής υπερβαίνουν τη μείωση των λειτουργικών δαπανών.

Έτσι, τα σενάρια χαμηλών εκπομπών επιφέρουν κόστος ενεργειακών υπηρεσιών για τους καταναλωτές της τάξης των 120 με 145 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050 *επιπλέον* από το κόστος του σεναρίου αναφοράς (περίπου 1% του σωρευτικού ΑΕΠ). Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για τους καταναλωτές είναι υψηλότερες κατά 15%-25% του σεναρίου αναφοράς, στο οποίο οι τιμές είναι ήδη υψηλότερες κατά 20% συγκριτικά με το σενάριο καμίας

αυτής πολιτικής. Το μεγαλύτερο μέρος του επιπλέον κόστους εμφανίζεται στη χρονική περίοδο μετά το 2030. Αφαιρώντας τις πληρωμές για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής, που αποτελούν δημόσια έσοδα, το ετήσιο κόστος του ενεργειακού συστήματος το 2050 στα σενάρια χαμηλών εκπομπών είναι υψηλότερο κατά περίπου 2.3% με 2.7% του ΑΕΠ συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς (Διάγραμμα 4).

Το σενάριο «ΑΠΕ» έχει ελαφρά υψηλότερο κόστος (1.2% ή 27 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050) σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σενάρια χαμηλών εκπομπών. Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερες κατά 5% το 2030 και κατά 10% το 2050 σε αυτό το σενάριο συγκριτικά με τα άλλα δύο σενάρια χαμηλών εκπομπών. Ωστόσο, το σενάριο ΑΠΕ αντιμετωπίζει σαφώς χαμηλότερο βαθμό αβεβαιότητας υλοποίησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε όλα τα σενάρια χαμηλών εκπομπών υφίστανται σημαντικά τεχνοοικονομικά, θεσμικά και κοινωνικά εμπόδια. Στο σενάριο «ΑΠΕ» η υψηλότερη δειξήδωση στοχαστικών τεχνολογιών και την ανάγκη αυξημένης αξιοποίησης των διαθέσιμων τοποθεσιών οξύνει τα προβλήματα που απορρέουν από τη στοχαστική διαθεσιμότητα της πρωτογενούς ενέργειας, τα ζητήματα χωροθέτησης και την ανεπάρκεια των υποδομών μεταφοράς της ενέργειας. Η διαθεσιμότητα κατάλληλων γεωλογικών μορφωμάτων, η τεχνολογική αβεβαιότητα, η καχυποψία της κοινής γνώμης και οι επικείμενες δυσκολίες ανάπτυξης των κατάλληλων υποδομών εντείνουν τις αβεβαιότητες στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS». Ακόμα σοβαρότερα είναι τα προβλήματα στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά», μεταξύ των οποίων και η αδυναμία εκμηδενισμού της πιθανότητας δυστυχήματος, όπως αποδείχθηκε πρόσφατα στη Φουκοσίμα.

Η προσπάθεια μείωσης εκπομπών επιφέρει και επιπλέον οφέλη, όπως νέες επενδύσεις, μείωση της εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές ενέργειας και μεγαλύτερη ασφάλεια για την παροχή ενέργειας. Σημαντικό μέρος του επιπλέον κόστους αφορά σε επενδύσεις σε εξοπλισμό και υποδομές. Η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα προϋποθέτει την πραγματοποίηση επενδύσεων κατά 1% του ΑΕΠ επιπλέον των δαπανών που

προβλέπονται σύμφωνα με τις τρέχουσες πολιτικές. Σημαντικό μέρος των επενδυτικών δαπανών θα ξοδευτούν για αγαθά και υπηρεσίες που θα παράγονται εντός της Ελλάδας. Αυτό θα δημιουργήσει επιπλέον οικονομική δραστηριότητα και θέσεις εργασίας, αντισταθμίζοντας εν μέρει την αρνητική επίδραση στην οικονομία από το αυξημένο κόστος ενέργειας.

Το σημαντικότερο όφελος είναι σε κάθε περίπτωση η αποφυγή ή ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής, εφόσον βεβαίως η μείωση των εκπομπών συντελεσθεί σε παγκόσμια κλίμακα. Το κόστος της κλιματικής αλλαγής σε χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2100 υπολογίζεται πολύ μεγαλύτερο από το κόστος μείωσης των εκπομπών. Η Ελλάδα όπως και άλλες μεσογειακές χώρες είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή και στις επιπτώσεις που θα έχουν η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, η ανύψωση του επιπέδου της θάλασσας, η μείωση των βροχοπτώσεων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Το κόστος για την Ελλάδα από τις ενδεχόμενες αυτές επιπτώσεις είναι σημαντικά υψηλότερο του επιπλέον κόστους που απαιτείται για τη δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Συμπεράσματα

Το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα βρίσκεται στην αρχή μιας πορείας ραγδαίας και ριζικής αναμόρφωσης. Έχουν θεσπιστεί

πληθώρα μέτρων με αρκετό βαθμό δυσκολίας υλοποίησης και αξιοσημείωτο κόστος, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί με ορίζοντα το 2020. Ωστόσο, η μετεξέλιξη του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας μετά το 2020 θα είναι ακόμα πιο φιλόδοξη και θα περιλαμβάνει οπωσδήποτε:

- Μεγάλης έκτασης εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς. Ο κτιριακός τομέας θα πρέπει να τείνει προς ενεργειακές καταναλώσεις που αντιστοιχούν σε παθητικά ενεργειακά κτήρια. Η εφαρμογή των ΑΠΕ σε αποκεντρωμένη κλίμακα στα κτήρια και οικίες θα πρέπει να αποτελέσει κοινή πρακτική. Μηχανισμοί βασισμένοι στην αγορά, όπως οι εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών και η εφαρμογή υποχρεώσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ στους προμηθευτές ενέργειας, πρέπει να αποτελέσουν το όχημα για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να απεξαρτηθεί από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια, με σχεδόν μηδενικές εκπομπές στην παραγωγή της, να αποτελέσει το φορέα υποκατάστασης ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές (επαναφορτιζόμενα οχήματα) και σε πολλές θερμικές χρήσεις μέσω αντλιών θερμότητας.
- Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή πρέπει να αυξηθεί σε επίπεδα μεγαλύτερα από αυτά που προβλέπονται για το 2020, σε συνδυασμό με αποθηκευτικά συστήματα.
- Θα πρέπει να διασυνδεθούν τα περισσότερα νησιά με το ηπειρωτικό σύστημα ώστε να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες ανάπτυξης ΑΠΕ και να συντελεσθεί πλήρης απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από το πετρέλαιο.
- Έξυπνα συστήματα δικτύων θα πρέπει να αναπτυχθούν ώστε να συμμετέχουν οι ΑΠΕ σε μεγάλη έκταση στη χαμηλή και μέση τάση.
- Το ηλεκτρικό σύστημα και η αγορά πρέπει να διευκολύνουν την ανάπτυξη ευέλικτων μονάδων φυσικού αερίου (και μακροχρόνια μείγματος φυσικού αερίου με υδρογόνο από ΑΠΕ και με βιοαέριο).
- Το σύστημα πληρωμών της ενέργειας από ΑΠΕ πρέπει σταδιακά να προσαρμοσθεί προς την κατεύθυνση θέσπισης υποχρέωσης ΑΠΕ που επιβάλλεται στους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, ταυτόχρονα με υποχρέωση διασφάλισης αξιόπιστης τροφοδοσίας και επάρκειας ισχύος για την ενέργεια των πελατών τους.
- Η εξισορρόπηση φορτίου, τόσο για τον ηλεκτρισμό όσο και για το φυσικό αέριο, πρέπει να αποκτήσει μεγαλύτερη ευελιξία, μηχανισμούς αγοράς και διε-

θνοποίηση στην περιφερειακή αγορά της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.

- Οι οδικές μεταφορές πρέπει σταδιακά να εξηλεκτρισθούν πλήρως παράλληλα με τον μηδενισμό των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή. Θα πρέπει να αναπτυχθεί το κατάλληλο δίκτυο επαναφόρτισης με έξυπνους μετρητές και κίνητρα ώστε η επαναφόρτιση να γίνεται σε ώρες χαμηλού φορτίου συστήματος.
- Τα βιοκαύσιμα θα πρέπει να αυξήσουν σημαντικά το μερίδιό τους σε όλους τους τομείς των μεταφορών όπου δεν θα μπορεί να εφαρμοσθεί ο εξηλεκτρισμός.
- Τα μέσα μαζικής μεταφοράς θα πρέπει να αναλαμβάνουν το μεταφορικό έργο σε μεγάλες αποστάσεις, αντί των οδικών μεταφορών, και με διαφορετική μορφή να ενισχυθεί ο ρόλος τους στις πόλεις.

Η μελέτη περιλαμβάνει κατάλογο με μέτρα που πρέπει να θεσπιστούν ανά τομέα για να γίνει εφικτή η μετάβαση σε οικονομία χαμηλών εκπομπών. Επιπλέον, επισημαίνονται οι παρακάτω τομείς για τους οποίους εκτιμάται ότι η τρέχουσα πολιτική υστερεί:

- Προσέλκυση επενδύσεων και από ιδιωτικά κεφάλαια για τα νέα δίκτυα και τις διασυνδέσεις, δεδομένου του μεγάλου ύψους των επενδύσεων που απαιτούνται εντός της επόμενης πενταετίας και

της δυσκολίας δανεισμού στο πλαίσιο της παρούσης δυσμενούς χρηματοοικονομικής συγκυρίας.

- Θέσπιση κινήτρων και εφαρμογή διαδικασιών για έργα ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας, ιδίως για τα επίγεια και θαλάσσια αιολικά.
- Εφαρμογή ολοκληρωμένης πολιτικής για την αξιοποίηση της βιομάζας και των αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς, όπως επίσης και για τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς, με δράσεις και στον τομέα των ενεργειακών γεωργικών καλλιεργειών.
- Θέσπιση κινήτρων και υιοθέτηση κανονισμών για συστήματα άντλησης και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ένταξη των υδροηλεκτρικών στα μέτρα για τις ΑΠΕ.
- Μεγαλύτερα κίνητρα για συμπαραγωγή και διανομή θερμότητας από καθαρές μορφές ενέργειας.
- Προτεραιότητα σε φωτοβολταϊκά στα κτήρια και οικίες, παρά σε μεγάλα έργα φωτοβολταϊκών κατά την παρούσα φάση, λόγω κόστους αλλά και σύγκρουσης με άλλες χρήσεις γης.
- Επεξεργασία νέας μορφής οργάνωσης της ημερήσιας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα δίδει κίνητρα για ευέλικτες θερμικές μονάδες και μονάδες εφεδρείας και θα διασφαλίζει κοστοστρεφή τιμολόγηση της προμήθειας ενέργειας.
- Θέσπιση πιο εκτεταμένης πολιτικής

κινήτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποδοτική χρήση της ενέργειας, με έμφαση στις επιχειρήσεις παροχής ενεργειακών υπηρεσιών και την εφαρμογή υποχρέωσης εξοικονόμησης ενέργειας σε προμηθευτές ενέργειας μέσω μηχανισμού λευκών πιστοποιητικών.

- Υιοθέτηση δέσμης μέτρων για τον τομέα των μεταφορών, στα οποία θα περιλαμβάνονται τα βιοκαύσιμα, τα δίκτυα επαναφόρτισης συσσωρευτών οχημάτων, η θέσπιση κινήτρων για ηλεκτροκίνηση στις πόλεις, θέσπιση κινήτρων και προδιαγραφών για τα οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων στις πόλεις, και η ενίσχυση των μαζικών μέσων μεταφοράς.

Η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανατρέπει τα υφιστάμενα πρότυπα συμπεριφοράς, τα οποία δεν απέτρεψαν τη ραγδαία (συγκριτικά με το χρόνο που απαιτήθηκε για το σχηματισμό τους) εξάντληση ενεργειακών πόρων και την ανισόρροπη χρήση του περιβάλλοντος ως μέσου διάθεσης κάθε είδους απορριμμάτων (υγρών, αέριων και στερεών). Η ενσωμάτωση του κόστους μείωσης των εκπομπών CO₂ στις οικονομικές αποφάσεις των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών θα διορθώσει την εκτεταμένη ανισότητα στην πρόσβαση σε πόρους μεταξύ των διαφορετικών γενιών (intergenerational inequality). Όμως θα πρέ-

πει να σημειωθεί ότι το ζήτημα ανισότητας εντός γενιών (intragenerational inequality) παραμένει, ενώ ενδέχεται και να οξυνθεί.

Δεν θα έχουν όλες οι κοινωνικές ομάδες τη δυνατότητα πληρωμών για αυξημένες κεφαλαιουχικές δαπάνες και για ακριβότερη ενέργεια. Ο κίνδυνος «ενεργειακής φτώχειας» θα είναι αυξημένος στο πλαίσιο της πορείας προς την οικονομία χαμηλών εκπομπών. Είναι επομένως αναγκαίο να εφαρμοσθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα μηχανισμοί καθολικής υπηρεσίας, παροχής κοινωνικών υπηρεσιών και θέσπισης διαφοροποιημένων κινήτρων κατά εισοδηματική ή κοινωνική κατηγορία.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η προσπάθεια καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής απαιτεί μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα κατά 70-75% το 2050 έναντι του 1990.
- Ο στόχος μείωσης εκπομπών επιβάλλει μεγάλες αλλαγές τόσο στην κατανάλωση όσο και στην παραγωγή ενέργειας.
- Η μελέτη παρουσιάζει προσομοιώσεις της πορείας του ενεργειακού τομέα της Ελλάδας μέχρι το 2050 με τη χρήση του μαθηματικού υποδείγματος PRIMES του εργαστηρίου E3MLab του ΕΜΠ υπό εναλλακτικά σενάρια ενεργειακής πολιτικής.
- Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του σεναρίου αναφοράς με το σενάριο «καμίας πολιτικής», προκύπτει μια εκτίμηση για την έκταση της προσαρμογής που έχει ήδη δρομολογηθεί με τα υφιστάμενα μέτρα πολιτικής.
- Η επίδραση της αβεβαιότητας για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας μοντελοποιείται με τη χρήση εναλλακτικών σεναρίων ως παραλλαγών του σεναρίου αναφοράς.
- Το κόστος για την οικονομία, τη διάρθρωση του ενεργειακού τομέα και άλλα βασικά χαρακτηριστικά της προσπάθειας περαιτέρω μείωσης των εκπομπών την περίοδο 2020-2050 εκτιμούνται υπό 3 βασικές επιλογές για τον ενεργειακό τομέα (ΑΠΕ, ΑΠΕ με CCS και ΑΠΕ με πυρηνικά).

1.1 Σκοπός της μελέτης

Αποτελεί κοινή διαπίστωση ότι η μελλοντική εξέλιξη των ενεργειακών συστημάτων και των αγορών σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ιδιαίτερα αβέβαιη.

Η παραδοσιακή ενεργειακή στρατηγική η οποία έδιδε προτεραιότητα στην ασφάλεια εφοδιασμού και την ελαχιστοποίηση του κόστους των ενεργειακών υπηρεσιών λαμβάνει πλέον νέο προσανατολισμό και δίδει έμφαση στον μετασχηματισμό του ενεργειακού συστήματος με σκοπό τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ώστε κατά το δυνατόν να αποφευχθεί η απειλή της κλιματικής αλλαγής από ενδεχόμενη υπερθέρμανση του πλανήτη.

Στο πλαίσιο αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει σημαντικές Οδηγίες οι οποίες περιλαμβάνουν μηχανισμό εμπορεύσιμων αδειών για την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (Emission Trading Scheme – ETS), υποχρεωτικούς στόχους για το μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο σύνολο της κατανάλωσης το 2020 κατά χώρα-μέλος, καθώς και σειρά ρυθμιστικών παρεμβάσεων και νομοθεσιών για την εξοικονόμηση ενέργειας, την αποδοτικότητα των ενεργειακών συσκευών, τις εκπομπές από μεταφορικά μέσα, κλπ. Το πακέτο αυτό πολιτικής είναι γνωστό ως 20-20-20.

Για την εφαρμογή των ευρωπαϊκών οδηγι-

ών αλλά και στο πλαίσιο αυτόνομων πολιτικών επιλογών, η ελληνική κυβέρνηση ανακοίνωσε και θεσμοθέτησε το 2010 φιλόδοξο πρόγραμμα για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το 2020.

Για τον χρονικό ορίζοντα πέραν του 2020, εκπονούνται διεθνώς πολλές μελέτες σχετικά με τους τρόπους με τους οποίους ο ενεργειακός τομέας θα μειώσει δραστικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ώστε η αυξητική πορεία της συσσώρευσης του στην ατμόσφαιρα να καμφθεί και έτσι να μετριαστούν οι κίνδυνοι υπερθέρμανσης του πλανήτη. Για το σκοπό αυτό η πρόσφατη Διακυβερνητική Σύνοδος του ΟΗΕ στην Κοπεγχάγη έθεσε στόχο την αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας της Γης πέραν των 2 βαθμών Κελσίου μέχρι το 2100.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, οι χώρες του ΟΟΣΑ εκπονούν σχέδια μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της τάξης του 80% το 2050 συγκριτικά με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επίσης υιοθετήσει παρόμοιο στόχο και πρόσφατα έδωσε στη δημοσιότητα Οδικό Χάρτη σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το ενεργειακό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα επιτύχει τη φιλόδοξη αυτή μείωση των εκπομπών μέχρι το 2050.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στο να αναλύσει την πορεία του ενεργειακού τομέα και τις διαθέσιμες επιλογές κατά την προσπάθεια μετάβασης

προς μια οικονομία με χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Στο υπόλοιπο της εισαγωγής, παρουσιάζεται η μεθοδολογία καθώς και επιπλέον στοιχεία που επεξηγούν τις μεθοδολογικές επιλογές που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της μελέτης.

1.2 Μεθοδολογία και σενάρια της ανάλυσης

Η προσομοίωση του ενεργειακού συστήματος και των ενεργειακών αγορών έγιναν με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES το οποίο έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο E3MLab του ΕΜΠ και έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα διεθνώς για πολλές χώρες, καθώς και από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η προσομοίωση της μελλοντικής εξέλιξης της οικονομίας και της δραστηριότητας κατά κλάδο έγινε με το μαθηματικό υπόδειγμα GEM-E3 (E3MLab του ΕΜΠ). Η προσομοίωση των διεθνών ενεργειακών αγορών έγινε με το μαθηματικό υπόδειγμα Prometheus (E3MLab του ΕΜΠ).

Η παρούσα μελέτη συνοψίζει τις υποθέσεις, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματα κατασκευής σεναρίων για τη μελλοντική εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας. Τα σενάρια αποτελούν προβολές στο μέλλον των ενεργειακών ισοζυγίων της Ελλάδας, της διαμόρφωσης της ζήτησης ενέργειας κατά τομέα, της ηλεκτροπαραγωγής, της προσφοράς πρωτογενούς ενέργειας, των επενδύσεων, του κόστους, των τιμών και των εκπομπών ρύπων και αερίων

θερμοκηπίου. Οι προβολές αφορούν στη χρονική περίοδο 2010 – 2050.

Τα σενάρια δεν συνιστούν πρόβλεψη του μέλλοντος αλλά προσομοιώσεις των μετασχηματισμών του ενεργειακού συστήματος και των οικονομικών αποφάσεων καταναλωτών και παραγωγών ως αποτέλεσμα υποθέσεων στο πλαίσιο κάθε σεναρίου.

Οι υποθέσεις των ενεργειακών σεναρίων αναφέρονται στη μελλοντική εξέλιξη της οικονομικής δραστηριότητας, στις διεθνείς τιμές καυσίμων, στην πρόοδο των τεχνολογιών που καταναλώνουν και παράγουν ενέργεια σε διάφορες μορφές, στους ενεργειακούς πόρους της χώρας και στις πολιτικές που θα εφαρμοσθούν.

Ο σχεδιασμός των σεναρίων επικεντρώθηκε στις νέες αυτές συνθήκες που θέτουν τον μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό σε νέο πλαίσιο. Τα σενάρια υπέθεσαν ότι η δραστική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να θεωρηθεί μονόδρομος για τη μελλοντική εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας μέχρι το 2050. Επειδή υφίστανται διαφορετικές διαδρομές προς την κατεύθυνση της δραστικής μείωσης των εκπομπών, μελετήθηκαν εναλλακτικά σενάρια τα οποία εμπεριέχουν διαφορετικές στρατηγικές επιλογές, με σκοπό τη συγκριτική αποτίμησή τους. Η ανάλυση κατέδειξε επίσης ότι ορισμένες βασικές επιλογές προς την πορεία μείωσης των εκπομπών πρέπει να παραμείνουν α-

ναλλοιώτες σε όλα τα εναλλακτικά σενάρια.

Εκτός των σεναρίων τα οποία επιτυγχάνουν τους τεθέντες στόχους μείωσης των εκπομπών, η μελέτη συμπεριέλαβε δύο σενάρια αυξημένων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με σκοπό τη χρησιμοποίησή τους ως βάση συγκρίσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων πολιτικής. Το ένα από αυτά τα σενάρια υποθέτει την απουσία κάθε πολιτικής για το περιβάλλον και το άλλο περιλαμβάνει τις πολιτικές που έχουν μέχρι σήμερα υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελληνική Κυβέρνηση και τη μη υιοθέτηση νέων αντίστοιχων πολιτικών στο μέλλον.

Η ανάλυση βασίζεται στη σύγκριση σεναρίων μεταξύ τους. Η σύγκριση αφορά στο κόστος, στις τιμές, στην επενδυτική ένταση, στη μελλοντική διάρθρωση του ενεργειακού συστήματος και στην ενεργειακή εξάρτηση. Κάθε σενάριο αποτυπώνεται σε σειρά αριθμητικών πινάκων που προκύπτουν ως αποτέλεσμα των μαθηματικών υποδειγμάτων και αφορούν στη χρονική περίοδο 2010-2050 κατά πενταετία.

Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν τρία σενάρια για την Ελλάδα στο πλαίσιο της υπόθεσης περί δραστηκής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2050. Τα σενάρια αυτά υποθέτουν ότι η Ελλάδα δρα στο πλαίσιο ενιαίας Ευρωπαϊκής πολιτικής σχετικά με τη δραστηκή μείωση των εκπομπών και ότι η δράση αυτή εκτυλίσσεται σε

παγκόσμιο επίπεδο. Τα σενάρια διαφοροποιούνται σχετικά με τη μελλοντική διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής η οποία και στα τρία σενάρια θα πρέπει να εξελιχθεί ώστε μέχρι το 2050 να έχει σχεδόν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα σενάρια μείωσης των εκπομπών ορίζονται ως εξής:

- I. Ένα σενάριο μείωσης των εκπομπών με υψηλή διείσδυση ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και ανάπτυξη τεχνικών αποθήκευσης, στο οποίο δεν χρησιμοποιούνται τεχνολογίες πυρηνικής ενέργειας και τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Στη συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο «**ΑΠΕ**».
- II. Ένα σενάριο μείωσης των εκπομπών στο οποίο αναπτύσσονται τεχνολογίες CCS με αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς στην Ελλάδα. Η πυρηνική ενέργεια δεν εφαρμόζεται. Στην συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο «**ΑΠΕ και CCS**». Οι τεχνολογίες CCS καθώς και το σύστημα μεταφοράς και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα θεωρείται ότι θα είναι διαθέσιμα στην αγορά από το 2025.

III. Ένα σενάριο μείωσης των εκπομπών στο οποίο γίνεται η υπόθεση ότι πυρηνική ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί στην Ελλάδα μετά το 2030 χωρίς όμως να είναι διαθέσιμοι χώροι αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα από CCS. Στην συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο «**ΑΠΕ και πυρηνικά**».

Παράλληλα, αναπτύχθηκε ένα σενάριο «**αναφοράς**». Στο εν λόγω σενάριο αναφοράς εφαρμόζεται πλήρως η πολιτική του «20-20-20» έως το 2020, όπως έχει εξειδικευθεί από την Ελληνική Κυβέρνηση, ενώ θεωρείται ότι δεν θα ληφθούν περαιτέρω αποφάσεις στο μέλλον, εκτός της εφαρμογής του μηχανισμού αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής που αφορά ιδίως την ηλεκτροπαραγωγή, τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης και τις αεροπορικές μεταφορές, για το οποίο γίνεται υπόθεση επέκτασης μέχρι το 2050.

Για λόγους σύγκρισης και αξιολόγησης της πολιτικής που περιλαμβάνεται στα σενάρια μείωσης των εκπομπών, αναπτύσσεται και ένα σενάριο στο οποίο θεωρείται ότι δεν εφαρμόζονται πολιτικές για μείωση εκπομπών, περιλαμβανομένων αυτών που αφορούν στην ένταξη των ΑΠΕ και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Το σενάριο αυτό αντιστοιχεί σε εξέλιξη μόνο με βάση τους μηχανισμούς της αγοράς χωρίς κρατική παρέμβαση και χωρίς στόχους πολιτικής. Το σενάριο αυτό αναφέρεται στη

Πλαίσιο 1: Σενάρια που αναπτύχθηκαν με βάση το πρότυπο PRIMES για την περίοδο 2010-2050

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 ισχύουσα 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 μείωσης 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

συνέχεια ως σενάριο «**καμίας πολιτικής**».

Επιπλέον πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας σχετικά με το ρυθμό ανάπτυξης

της ελληνικής οικονομίας. Εξετάσθηκαν δύο σενάρια οικονομικής ανάπτυξης, με χαμηλότερους και με υψηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης αντίστοιχα, ως παραλλαγές του σεναρίου αναφοράς. Η ανάλυση αυτή δεν έγινε για τα σενάρια μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Τα αποτελέσματα του PRIMES κατά σενάριο περιλαμβάνουν προβολή στο μέλλον των εξής πινάκων:

- Ενεργειακά ισοζύγια (αναλυτική μορφή Eurostat)
- Πίνακες για την κατανάλωση ενέργειας κατά τομέα
- Αναλυτικοί πίνακες για την ηλεκτροπαραγωγή κατά είδος σταθμού
- Πίνακες για την παραγωγή ατμού και τη διανομή θερμότητας
- Πίνακες για τους λοιπούς ενεργειακούς κλάδους και για την πρωτογενή ενέργεια
- Επενδύσεις και εκτίμηση κόστους κατά τομέα κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας
- Τιμές καταναλωτή κατά μορφή ενέργειας και τομέα
- Εκπομπές ρύπων και αερίων θερμοκηπίου.

1.3 Το διεθνές και το ευρωπαϊκό πλαίσιο σχετικά με την κλιματική αλλαγή

Κατά τη διάσκεψη της Κοπεγχάγης το Δεκέμβριο του 2009, τα κράτη-μέλη του Ορ-

γανισμού Ηνωμένων Εθνών, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, έθεσαν στόχο τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Ο στόχος αυτός είναι δυνατόν να επιτευχθεί μόνον εφόσον η συγκέντρωση αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σταθεροποιηθεί στα 450 ppm. Αυτό σημαίνει ότι, παγκοσμίως, το επίπεδο των εκπομπών πρέπει να μειωθεί δραστικά, ώστε μέχρι το 2050 να περιοριστεί στο 50% περίπου του αντίστοιχου επιπέδου του 1990.

Καθώς η επίδραση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην κλιματική αλλαγή δεν επηρεάζεται από την τοποθεσία της πηγής προέλευσής τους, η επίτευξη του στόχου απαιτεί την εξασφάλιση παγκόσμιας συμφωνίας για τον επιμερισμό του στόχου. Ο ισομερής επιμερισμός του παγκόσμιου αυτού στόχου κατά περιοχή δεν είναι εφικτός ως βάση μίας συμφωνίας, καθώς θα συνεπαγόταν διατήρηση των ανισοτήτων στην οικονομική ανάπτυξη μεταξύ των χωρών. Λαμβανομένης υπόψη της τάσης για σημαντική αύξηση των εκπομπών από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες (Κίνα, Ινδία, κ.λπ.), η ανάλυση με παγκόσμια ενεργειακά πρότυπα (Prometheus του ΕΜΠ-Ε3MLab, POLES του IPTS και WEO του IEA) δείχνει ότι η υποχρέωση μείωσης των εκπομπών από τις χώρες του ΟΟΣΑ πρέπει να διαμορφωθεί στο 80% το 2050 συγκριτικά με το 1990. Η ανάλυση δείχνει επίσης ότι για

την επίτευξη του στόχου οι αναπτυσσόμενες οικονομίες πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές κατά 25% το 2050 από το επίπεδο εκπομπών του 1990, στόχος που αντιστοιχεί σε μείωση κατά περίπου 80% από τις εκπομπές τους το 2050 στο πλαίσιο των τρεχουσών τάσεων ανάπτυξης.

Επομένως για την Ευρωπαϊκή Ένωση τίθεται ως στόχος η μείωση κατά 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2050 σε σύγκριση με το επίπεδο του 1990.

Από την ανάλυση προκύπτει επίσης ως ενδιάμεσος στόχος η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% το 2030 έναντι του 1990.

Η μείωση αυτή πρέπει να επιτευχθεί εντός της Ευρώπης σε όλο το χρονικό διάστημα μετά το 2025, δεδομένου ότι στο πλαίσιο της παγκόσμιας προσπάθειας δραστηρικής μείωσης των εκπομπών θα υπάρχει στενότητα πιστωτικών εκπομπών μέσω του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism).

Με τη χρήση του ενεργειακού υποδείγματος PRIMES (EMΠ-E3MLab), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προσδιόρισε κατά το 2010 μια οικονομικά βέλτιστη κατανομή της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών κατά χώρα-μέλος.¹ Έτσι προέκυψε για την Ελλάδα στόχος μείωσης των εκπομπών κατά 70-75% το 2050 έναντι του 1990.

¹http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm

Δεδομένου ότι ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται περίπου για το 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και ότι η δραστηρική μείωση των εκπομπών (μεθανίου) σε ορισμένους τομείς όπως ο αγροτικός είναι ιδιαίτερα δύσκολη, ο στόχος που τίθεται για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας είναι τουλάχιστον ίσος με το γενικό στόχο, δηλαδή -80% μέχρι το 2050 και -40% μέχρι το 2030.

Επομένως, η μεγάλη πρόκληση για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου απευθύνεται στον ενεργειακό τομέα και επιβάλλει μεγάλες αλλαγές τόσο στην κατανάλωση όσο και στην παραγωγή ενέργειας.

1.4 Η δέσμη μέτρων της ΕΕ «Κλίμα και Ενέργεια» και άλλες Συναφείς Πολιτικές

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε δεσμευτική νομοθεσία για την υλοποίηση των στόχων του «20-20-20» η οποία στη συνέχεια συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το Δεκέμβριο του 2008 και υιοθετήθηκε από το Συμβούλιο με τη μορφή Οδηγιών και Κανονισμών τον Ιούνιο του 2009.

Η δέσμη κατά βάση αποτελείται από πέντε νομοθετικά πλαίσια, συμπληρωματικά μεταξύ τους:

1. Αναθεώρηση του μηχανισμού εμπορίας αδειών εκπομπής διοξειδίου του άνθρα-

κα (ETS), στις οποίες είναι υπόχρεες οι μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (ηλεκτροπαραγωγή, ενεργοβόρος βιομηχανία κ.ά.), η οποία περιλαμβάνει (Οδηγία 2009/29/ΕΚ):

- α) εφαρμογή ανώτατου ορίου για τα δικαιώματα εκπομπών από το 2013 και σταδιακή μείωσή του μέχρι και 21% έως το 2020 σε σύγκριση με το 2005,
- β) αντικατάσταση από το 2013 της δωρεάν διανομής δικαιωμάτων από την πλήρη δημοπράτησή τους για την ηλεκτροπαραγωγή και σταδιακά και για τους άλλους υπόχρεους αλλά με εξαιρέσεις (δηλαδή δωρεάν διανομή αδειών) για την ενεργοβόρο βιομηχανία,
- γ) επέκταση του μηχανισμού στις αεροπορικές μεταφορές από το 2012,
- δ) μείωση κατά 1.71% το χρόνο των δικαιωμάτων προς δημοπράτηση και πέραν του 2020

2. Δεσμευτικό όριο εκπομπών για το 2020, για κάθε χώρα-μέλος για τους τομείς που δεν είναι υπόχρεοι αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής (Απόφαση ΕΕ Νο 406/2009/ΕΚ)

3. Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι για προώθηση των ΑΠΕ (Οδηγία 2009/28/ΕΚ), οι οποίοι θα οδηγήσουν σε μερίδιο των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας στην Ευ-

ρώπη 20% μέχρι το 2020

- 4. Νομοθετικό πλαίσιο (Οδηγία 2009/31/ΕΚ και Κανονισμοί 1233/2010 και 663/2009) για την προώθηση της ανάπτυξης και ασφαλούς χρήσης τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Προβλέπεται η λειτουργία 12 μονάδων σε δοκιμαστική βάση με τεχνολογίες CCS το 2015, με απώτερο στόχο οι εν λόγω τεχνολογίες να είναι διαθέσιμες στην αγορά το 2020
- 5. Μέτρα (Οδηγίες και Κανονισμοί) για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς της κατανάλωσης ενέργειας, χωρίς όμως δεσμευτικό στόχο σχετικά με τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης το 2020.

Στις Οδηγίες και Κανονισμούς για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας περιλαμβάνονται τα εξής:

- Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η οποία εφαρμόζει ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια, μεριμνά για την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και επιβάλλει την τακτική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια. Η Οδηγία αυτή τροποποιήθηκε και ενισχύθηκε με την 2010/31/ΕΕ σύμφωνα με την οποία, τα νέα κτίρια μετά το 2020 θα πρέπει σταδιακά να

είναι «μηδενικών εκπομπών», δηλαδή να ιδιο-παράγουν ενέργεια τουλάχιστον ίση με αυτή που καταναλώνουν.

- Η Οδηγία 2006/32/EK, για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες, η οποία θέτει το πλαίσιο για εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό την επίτευξη του ενδεικτικού εθνικού στόχου εξοικονόμησης ενέργειας, στο πλαίσιο του οποίου ο Δημόσιος Τομέας θα πρέπει να διαδραματίσει παραδειγματικό ρόλο όσον αφορά τα μέτρα που λαμβάνονται για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα διάφορα Τμήματα και Υπηρεσίες του.
- Οι Οδηγίες 2008/28/EK και 2009/125/EK οι οποίες θέτουν τις βάσεις για έκδοση κανονισμών για τις ενεργειακές προδιαγραφές συσκευών και εξοπλισμών καθώς και για την ενεργειακή σήμανση των προϊόντων. Στο πλαίσιο αυτό εκδόθηκαν κανονισμοί για τα πλυντήρια ρούχων (1015/2010), πλυντήρια πιάτων (1016/2010), κυκλοφορητές (641/2009), ηλεκτρικά μοτέρ (640/2009), ψυγεία (643/2009), τηλεοράσεις (642/2009), αναμονή ηλεκτρικών συσκευών (278/2009), λαμπτήρες φωτισμού (347/2010, 859/2009, 244/2009, 245/2009) και λοιπές ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές οικιακής χρήσης (107/2009 και 1275/2008). Αναμένονται να εγκριθούν επιπλέον κανονισμοί για τις λοιπές συσκευές οικιών

και επιχειρήσεων.

- Η Οδηγία 2004/8/EK για την προώθηση της συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού η οποία συμπληρώθηκε από Αποφάσεις της ΕΕ για την εφαρμογή της (C-2006-6817, C-2008-7294).
- Η Οδηγία 2010/30/ΕΕ για τη σήμανση των συσκευών και οι Κανονισμοί για τις συσκευές γραφείου (2422/2001), ελαστικών (1222/2009), πλυντηρίων πιάτων (1059/2010), πλυντηρίων ρούχων (1061/2010), τηλεοράσεων (1062/2010) και ψυγείων (1060/2010).

Επιπλέον έχουν σημαντική επίδραση στον ενεργειακό τομέα Ευρωπαϊκές νομοθεσίες για το περιβάλλον, όπως:

- Η Οδηγία 2008/50/EK για την ποιότητα του αέρα, η οποία θέτει ανώτατα όρια για τους ρύπους όξινης βροχής (SO_2 , NO_x), τα σωματίδια (PM), το υποξειδίο του αζώτου, το μονοξειδίο του άνθρακα και τους αέριους υδρογονάνθρακες.
- Η Οδηγία 2008/1/EK για την ολοκληρωμένη προστασία και έλεγχο της ρύπανσης, η οποία θεσπίζει και την υποχρέωση εφαρμογής των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνολογιών.
- Οι Οδηγίες 2001/80/EK και 94/66/EK για τα όρια εκπομπών από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης.
- Η Οδηγία 2000/76/EK για την καύση αποβλήτων.
- Οι Οδηγίες 94/63/EK και 1999/13/EK για τον περιορισμό των αέριων υδρο-

γονανθράκων από τη χημική και πετρελαιική βιομηχανία.

- Η Οδηγία 1999/32/EK για την περιεκτικότητα σε θείο των υγρών καυσίμων.
- Η Οδηγία 2001/81/EK για τα ανώτατα όρια εκπομπών σε εθνικό επίπεδο.
- Η νομοθεσία για την ποιότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στα οχήματα των οδικών μεταφορών, των πλοίων και αεροπλάνων.

Σχετικά με τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές, το 2007 προτάθηκε και υιοθετήθηκε κανονισμός από την ΕΕ (πρόταση COM (2007)/856) για τη μείωση των εκπομπών από τα ελαφρά οχήματα (αυτοκίνητα και μικρά φορτηγά τύπου βαν), η οποία προβλέπει για το 2012 μέσες εκπομπές CO₂ από τα νέα οχήματα 120γρ. ανά χλμ., δηλαδή μείωση των εκπομπών κατά 25% σε σχέση με το 2006. Η στρατηγική στοχεύει να μειώσει τις εκπομπές τόσο από την πλευρά της παραγωγής όσο και από την πλευρά της κατανάλωσης.

Επιπλέον, προς την πλευρά της παραγωγής οχημάτων, η Ευρωπαϊκή Ένωση προβλέπει θέσπιση νομοθεσίας η οποία θα δίνει κίνητρα στους κατασκευαστές τόσο για την μείωση των εκπομπών από νέα οχήματα όσο και για τη βελτίωση της αποδοτικότητας εξαρτημάτων των οχημάτων τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην αυξημένη κατανάλωση καυσίμων, όπως τα συστήματα κλιματισμού, τα ειδικά λάστιχα κ.ά. Παράλ-

ληλα, μέσω της επιβολής ειδικών φόρων ή απαλλαγών, δίδονται κίνητρα στους καταναλωτές για αγορά αποδοτικών οχημάτων ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση εκπομπών.

Τον Απρίλιο του 2009 (κανονισμός αρ. 443/2009) ορίστηκε η μέση τιμή των εκπομπών από καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα στα 130γρ. CO₂ ανά χλμ., τιμή η οποία επιτυγχάνεται μέσω βελτίωσης της τεχνολογίας των κινητήρων των οχημάτων. Μετά το 2020, ο κανονισμός προβλέπει να μειωθεί η τιμή αυτή στα 95γρ. CO₂ ανά χλμ. Από το 2020, ο στόχος για τον νέο στόλο οχημάτων είναι μέσος όρος εκπομπών 95g CO₂ ανά χλμ.

Σχετικά με την ποιότητα καυσίμων, η Οδηγία 2009/30/EK θεσπίζει προδιαγραφές για τα καύσιμα βενζίνη, ντίζελ και μαζούτ στις οδικές μεταφορές, καθώς και στόχους μείωσης της ανθρακικής τους έντασης (δηλαδή των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ανά μονάδα ενέργειας) κατά 10% μέχρι το 2020 (με ενδιάμεσους στόχους για το 2014 και το 2017).

Για την επίτευξη των στόχων αυτών είναι δυνατόν να συνδυασθούν διάφορες δράσεις, και κυρίως η μείωση της ανθρακικής έντασης των καυσίμων τουλάχιστον κατά 6% το 2020 μέσω της χρήσης βιοκαυσίμων υπό την προϋπόθεση ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων είναι περιβαλλοντικά βιώσιμη. Η βιωσιμότητα καθορίζεται από την απαίτηση

η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου σε όλο τον κύκλο παραγωγής τους να είναι μικρότερη κατά 35% από τις εκπομπές των υποκαθιστάμενων καυσίμων (το όριο αυτό ανέρχεται σε 60% μετά το 2018).

Η πολιτική αυτή ενισχύει την προηγούμενη Οδηγία 2003/30/ΕΚ για τα βιοκαύσιμα, η χρήση των οποίων ενισχύεται και προδιαγράφεται και μέσω της Οδηγίας για τις ΑΠΕ (2009/28/ΕΚ).

Η παραπάνω νομοθεσία αποτυπώθηκε τόσο στα σενάρια αναφοράς όσο και στα σενάρια δραστικής μείωσης των εκπομπών, αν και για τα τελευταία τα μέτρα αυτά δεν επαρκούν για την επίτευξη της επιθυμητής μείωσης των εκπομπών μετά το 2020 και επομένως σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μαθηματικού υποδείγματος υποδεικνύονται επιπλέον μέτρα.

Ειδικά για το σενάριο αναφοράς γίνεται η υπόθεση ότι εφαρμόζονται όλα τα παραπάνω μέτρα πολιτικής χωρίς τη θέσπιση πρόσθετων μέτρων. Σχετικά με τις οδηγίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα γίνεται υπόθεση σταδιακής εφαρμογής τους.

Τέλος, για το σενάριο καμίας πολιτικής γίνεται υπόθεση ότι η παραπάνω νομοθεσία δεν εφαρμόζεται.

1.5 Τάσεις στην παγκόσμια ενεργειακή αγορά υδρογονανθράκων

Προκειμένου να προσδιορισθούν οι υποθέ-

σεις σχετικά με τις μελλοντικές τιμές των υδρογονανθράκων στη διεθνή αγορά ενέργειας, αναλύθηκε, με το υπόδειγμα Prometheus (EMΠ-E3MLab), η δυναμική εξέλιξη της προσφοράς και ζήτησης ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Η ανάλυση αυτή προσδιόρισε προβολή στο μέλλον των διεθνών τιμών ενέργειας στο πλαίσιο του σεναρίου αναφοράς. Το σενάριο καμίας πολιτικής υποθέτει επίσης την ίδια εξέλιξη των διεθνών τιμών.

Η προβολή των τιμών στο μέλλον έγινε επίσης και για το σενάριο στο οποίο λαμβάνει χώρα παγκόσμια προσπάθεια δραστικής μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στο πλαίσιο του σεναρίου αυτού μειώνεται η παγκόσμια ζήτηση πετρελαίου και μετριάζεται η παγκόσμια αύξηση της ζήτησης φυσικού αερίου με αποτέλεσμα την αποσυμφόρηση των διεθνών αγορών ενέργειας. Επομένως το παγκόσμιο σενάριο για το κλίμα θα έχει επιπτώσεις στις διεθνείς τιμές υδρογονανθράκων, οι οποίες επίσης αναλύθηκαν με το υπόδειγμα Prometheus.

Στο πλαίσιο του σεναρίου αναφοράς, η προβολή στο μέλλον περιλαμβάνει ανάκαμψη της παγκόσμιας οικονομίας και αύξηση της ζήτησης ενέργειας. Η ανάλυση σχετικά με τα αποθέματα πετρελαίου σε συνδυασμό με την εξέλιξη της ζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο οδηγούν στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει μεσοπρόθεσμα να αναμένονται πιέσεις στην αγορά πετρελαίου

αν συνεχισθούν οι σημερινές τάσεις (σενάριο αναφοράς). Η μείωση των αποθεμάτων και η προοπτική εξάντλησης του πετρελαίου είναι ορατά ενδεχόμενα σε ένα χρονικό ορίζοντα 30-40 ετών.

Χωρίς εντατική εκμετάλλευση μη συμβατικών πετρελαϊκών αποθεμάτων, δεν θα μπορέσει να ισορροπήσει μακροχρόνια η διεθνής αγορά πετρελαίου παρά μόνο αν αυξηθεί σημαντικά η διεθνής τιμή πετρελαίου. Παράλληλα, αναμένεται έντονη εξάρτηση από περιοχές γεωπολιτικά ευαίσθητες. Ενισχύεται επομένως η πρόβλεψη για αύξηση των τιμών του πετρελαίου σε μεσοχρόνιο ορίζοντα. Σε μακροχρόνιο ορίζοντα όμως η εκμετάλλευση μη συμβατικών αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου σε συνδυασμό με πολιτικές χαμηλών εκπομπών που οδηγούν σε περιορισμό της αύξησης της ζήτησης υδρογονανθράκων, μπορούν να οδηγήσουν σε σταθεροποίηση ή / και υποχώρηση των τιμών.

Οι διαπιστώσεις αυτές για την αγορά πετρελαίου αναδεικνύουν το στόχο απεξάρτησης από το πετρέλαιο ως σημαντική προτεραιότητα της ενεργειακής στρατηγικής. Πρόκειται για στόχο που συνοδεύει την επιδίωξη της δραστηκής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον τομέα της ενέργειας. Με τη συστηματική μείωση των εκπομπών επιτυγχάνεται ταυτόχρονα μείωση της ζήτησης πετρελαίου σε παγκόσμια κλίμακα και εκτονώνονται οι πιέσεις στην αγορά με αποτέλεσμα την

πτώση των διεθνών τιμών πετρελαίου. Από την ανάλυση σχετικά με τα αποθέματα φυσικού αερίου συμπεραίνεται ότι το χρονικό διάστημα μέχρι την πιθανή μείωση των δυνατοτήτων παραγωγής είναι σαφώς μεγαλύτερο από ότι αυτό για το πετρέλαιο. Η δυνατότητα εκμετάλλευσης μη συμβατικών πηγών φυσικού αερίου, τόσο στις ΗΠΑ όσο και σε άλλες περιοχές, βελτιώνει ουσιαστικά τις προοπτικές επάρκειας φυσικού αερίου και εξηγεί τη μακροχρόνια σταθεροποίηση των τιμών φυσικού αερίου.

Ωστόσο, παρά τις πιέσεις από την αγορά υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), οι τιμές του οποίου γίνονται ιδιαίτερα ανταγωνιστικές βραχυχρόνια αλλά όχι μακροχρόνια, οι τιμές του φυσικού αερίου εξακολουθούν σύμφωνα με την ανάλυση να είναι συνδεδεμένες με αυτές του πετρελαίου. Αυτό είναι αποτέλεσμα των μηχανισμών της αγοράς όπως προσομοιώνονται από το υπόδειγμα και όχι αποτέλεσμα υποθέσεων σχετικά με τις προβλέψεις των συμβολαίων προμήθειας (τα οποία σήμερα περιλαμβάνουν σχετική ρήτρα).

Επομένως, οι αναμενόμενες αυξήσεις των τιμών του πετρελαίου σε μέσο και μακρό χρονικό ορίζοντα στο πλαίσιο των τρεχουσών τάσεων ανάπτυξης θα οδηγήσουν σε παρόμοια αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου.

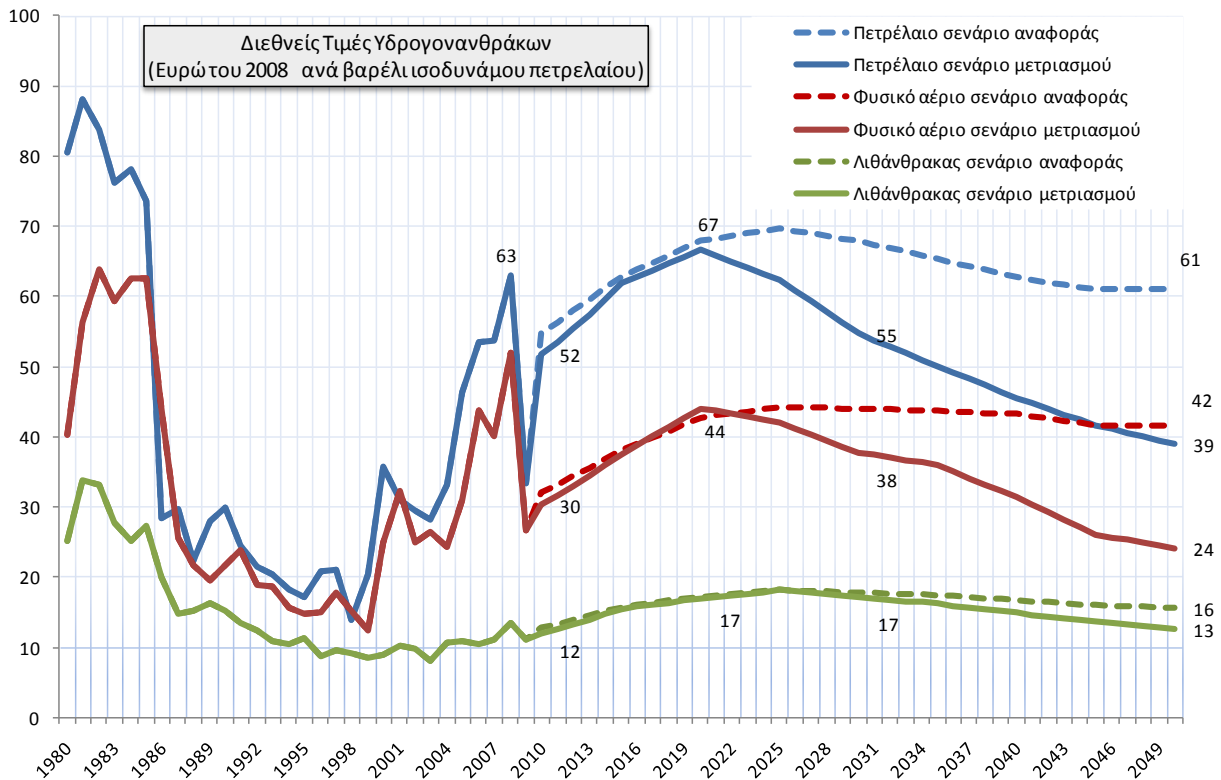
Η Ευρώπη είναι γεωπολιτικά ευάλωτη σχετικά με την προμήθεια φυσικού αερίου,

λόγω ανεπαρκούς διαφοροποίησης των πηγών προέλευσης των εισαγωγών και των διαδρομών μεταφοράς του αερίου σε συν-

δυασμό με τη δραστική μείωση των αποθεμάτων της.

Η ασφάλεια του εφοδιασμού σε φυσικό

Διάγραμμα 1: Προβολή στο μέλλον των διεθνών τιμών υδρογονανθράκων



Πίνακας 1: Προβολή των τιμών υδρογονανθράκων

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
(τρέχοντα \$)										
Πετρέλαιο (\$/βαρέλι)	54.5	76.2	93.2	107.5	122.3	132.3	141.2	150.4	162.2	180.0
Φυσικό Αέριο (\$/MMBTU)	6.0	7.3	9.2	11.0	12.7	14.0	15.4	16.9	18.1	20.1
Λιθάνθρακας (\$/μετρικό τόνο)	61.9	85.0	111.8	130.9	152.9	166.3	180.7	192.2	203.9	221.1
(σταθερά \$ του 2010)										
Πετρέλαιο (\$/βαρέλι)	61.1	76.2	84.1	87.4	89.7	87.4	84.1	80.7	78.5	78.5
Φυσικό Αέριο (\$/MMBTU)	6.7	7.3	8.3	9.0	9.3	9.2	9.2	9.1	8.7	8.7
Λιθάνθρακας (\$/μετρικό τόνο)	69.3	85.0	100.9	106.5	112.1	109.8	107.6	103.1	98.6	96.4
Σχετικές τιμές σε κοινή ενεργειακή βάση										
Φυσικό αέριο / Πετρέλαιο	0.67	0.59	0.61	0.63	0.64	0.65	0.67	0.69	0.68	0.68
Φυσικό αέριο / Λιθάνθρακας	2.83	2.52	2.42	2.48	2.44	2.47	2.51	2.59	2.61	2.67
% μεταβολές των τιμών στα σενάρια μείωσης εκπομπών συγκριτικά με σενάριο αναφοράς										
Πετρέλαιο	0.0	0.0	1.3	-1.8	-10.4	-19.4	-23.3	-27.4	-31.6	-36.1
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	1.3	3.3	-5.2	-14.0	-17.8	-27.4	-37.3	-41.9
Λιθάνθρακας	0.0	0.0	1.3	-1.8	0.1	-3.3	-6.9	-10.6	-14.5	-18.7

αέριο θα παραμείνει σημαντική προτεραιότητα της ενεργειακής στρατηγικής, ιδίως στο πλαίσιο εξέλιξης προς ένα ενεργειακό σύστημα χαμηλών εκπομπών, δεδομένου ότι το φυσικό αέριο ως καύσιμο με σχετικά μικρό συντελεστή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην πορεία αυτή.

Από την ανάλυση της διεθνούς αγοράς λιθάνθρακα προκύπτει προοπτική επάρκειας στη διεθνή προσφορά και σχετικά μικρός κίνδυνος αύξησης των τιμών.

Όμως, στο πλαίσιο των στόχων για δραστική μείωση των εκπομπών, ο λιθάνθρακας δεν μπορεί να αποτελέσει λύση για την ασφάλεια του εφοδιασμού και το ανταγωνιστικό κόστος της ενέργειας και επομένως στο πλαίσιο του σεναρίου για το κλίμα θα πρέπει να αναμένεται αποκλιμάκωση των τιμών λιθάνθρακα στο μέλλον.

Το Διάγραμμα 1 και ο Πίνακας 1 παρουσιάζουν τις προβολές στο μέλλον των διεθνών τιμών των υδρογονανθράκων στο σενάριο αναφοράς και στο σενάριο δραστηκής μείωσης των εκπομπών σε παγκόσμιο επίπεδο, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τα σενάρια για την Ελλάδα.²

Παρατηρείται σημαντική ανάδραση της παγκόσμιας προσπάθειας μείωσης των εκπομπών στις διεθνείς αγορές υδρογοναν-

² Δεν έχουν επικαιροποιηθεί οι τιμές εισαγωγής για το έτος 2010 σύμφωνα με απολογιστικά στοιχεία. Οι τιμές του Πίνακα για το 2010 αποτελούν προβλέψεις που έγιναν το 2009.

θράκων με αποτέλεσμα τη σημαντική πτώση των τιμών σε μακρό χρονικό ορίζοντα σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.

Σχετικά με την εισαγωγή φυσικού αερίου στην Ελλάδα, τα σενάρια υποθέτουν ότι σε μεσοχρόνιο ορίζοντα πραγματοποιούνται κάποιοι από τους αγωγούς της νότιας διαδρομής από την Κασπία προς την Ευρώπη και κατά συνέπεια διασφαλίζεται επαρκώς η διαφοροποίηση πηγών προμήθειας και επιτυγχάνεται εξομοίωση των τιμών εισαγωγής φυσικού αερίου στην Ελλάδα με τις μέσες τιμές εισαγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Οι τιμές καταναλωτή στην Ελλάδα για τα ενεργειακά προϊόντα υπολογίζονται από το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES και παρουσιάζονται σε επόμενο τμήμα της μελέτης.

1.6 Η μελλοντική εξέλιξη της ελληνικής οικονομίας

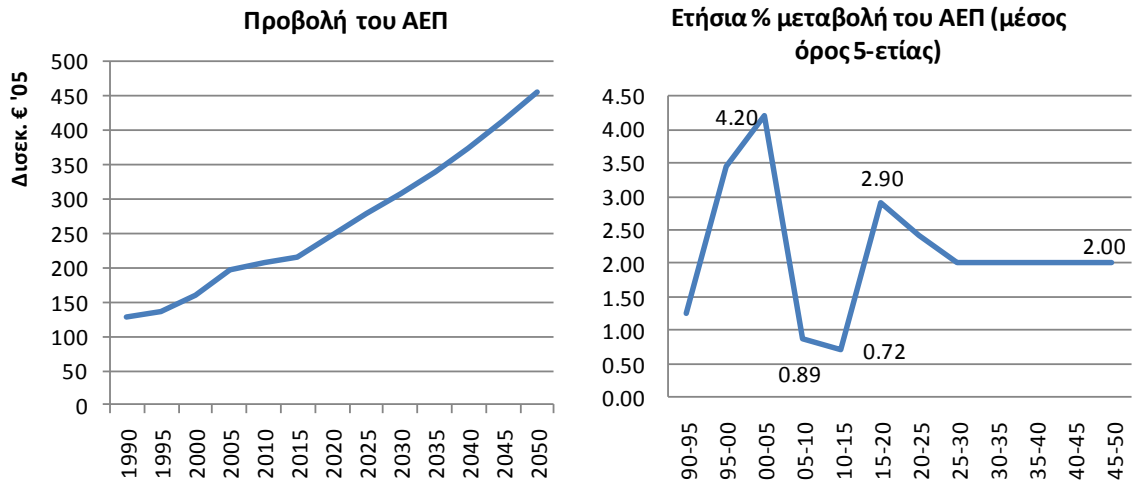
Στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης εκπονήθηκε ποσοτική προβολή για την εξέλιξη της ελληνικής οικονομίας τόσο στο σύνολο (ΑΕΠ) όσο και κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το υπόδειγμα γενικής ισορροπίας GEM-E3 (EMΠ-E3MLab).

Τα κυριότερα σημεία από την προβολή αυτή (Διάγραμμα 2 και Πίνακας 2) συνοψίζονται στα ακόλουθα:

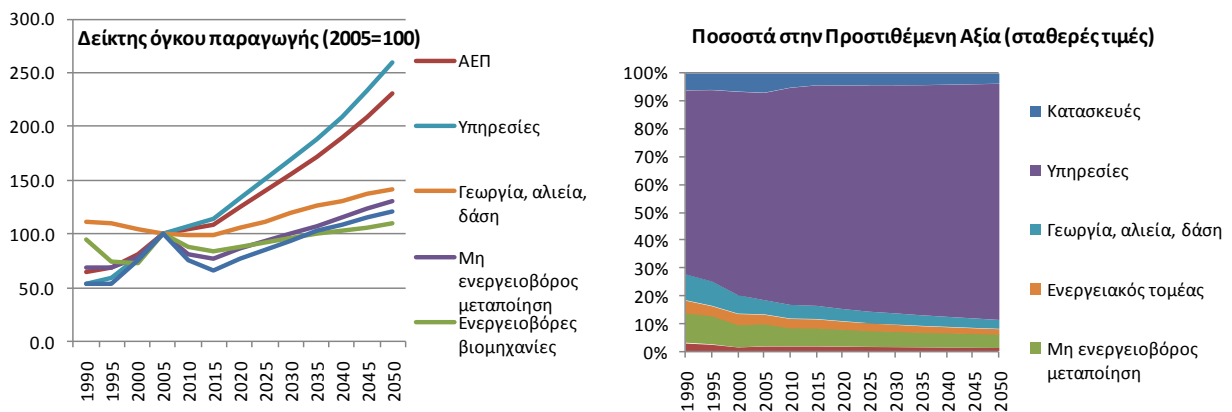
- Η προβολή έχει ενσωματώσει την οικο-

- νομική ύφεση των ετών 2009-2011.
- Η περίοδος μειωμένης ανάπτυξης διαρκεί μέχρι πριν το 2014 οπότε και ξεκινά η ανάκαμψη της οικονομίας που συνεχίζεται σε όλο το χρονικό ορίζοντα της προβολής.
- Μακροπρόθεσμα η ανάπτυξη σταθεροποιείται στο 2% κατ' έτος, μετά από μικρή επιβράδυνση την περίοδο 2020-2030.
- Ο πληθυσμός ακολουθεί αυξητική πορεία, η οποία ανακόπτεται το 2030 και στη συνέχεια ο πληθυσμός μειώνεται σταδιακά.
- Οι βιομηχανίες υψηλής ενεργειακής έντασης παραμένουν στην Ελλάδα.
- Η ανάπτυξη καθοδηγείται κυρίως από την οικονομική δραστηριότητα του τομέα των υπηρεσιών και της μεταποίησης χαμηλής ενεργειακής έντασης.

Διάγραμμα 2: Προβολή της εξέλιξης και της κλαδικής δομής του ΑΕΠ



Πηγή: GEM-E3



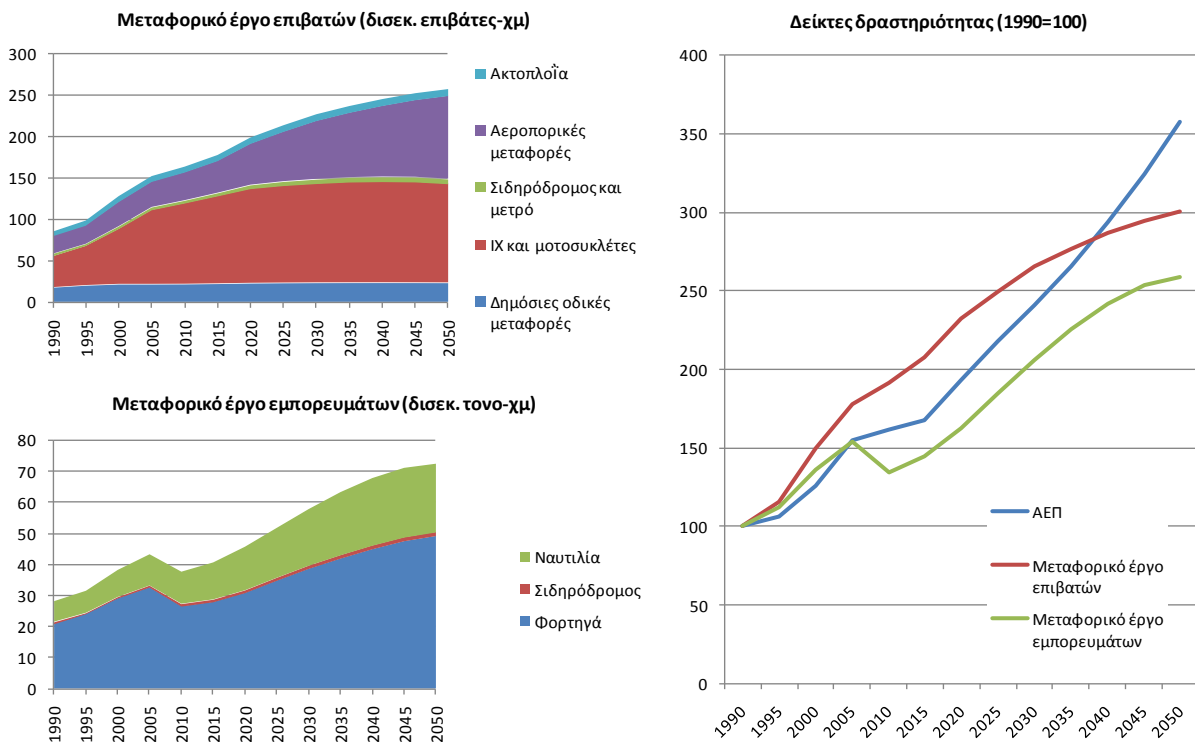
Πηγή: GEM-E3

Οι προβολές για τη δραστηριότητα στον τομέα των μεταφορών (Διάγραμμα 3), που έγιναν με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES, βασίζονται στην υπόθεση της σταδιακής αποσύνδεσης των ρυθμών μεταβολής της εν λόγω δραστηριότητας από τη μεταβολή του ΑΕΠ και της ιδιωτικής κατανάλωσης. Γίνεται δηλαδή η υπόθεση ότι θα υπάρξει σταδιακός κορεσμός της μεταφορικής συγκριτικά με την οικονομική δραστηριότητα, τάση που έχει ήδη παρατηρηθεί στη λοιπή ΕΕ. Για τις επιβατικές μεταφορές το σενάριο προβλέπει σημαντική επέκταση των αεροπορικών μεταφορών

και συνέχιση της κυριαρχίας των αυτοκινήτων. Για τις εμπορευματικές μεταφορές το σενάριο προβλέπει μικρή συμμετοχή των σιδηροδρόμων.

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις υποθέσεις σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας οι οποίες εφαρμόστηκαν σε όλα τα σενάρια. Ειδικά για το σενάριο αναφοράς έγινε ανάλυση ευαισθησίας για την περίοδο 2010 – 2020. Οι σχετικές υποθέσεις αποτυπώθηκαν στα σενάρια αναφοράς με υψηλότερη και με χαμηλότερη οικονομική ανάπτυξη.

Διάγραμμα 3: Προβολή της μεταφορικής δραστηριότητας



Πηγή: PRIMES

Πίνακας 2: Προβολή του ΑΕΠ και της κλαδικής δραστηριότητας

	2005 σε Εκατ. Ευρώ	Μέση ετήσια ποσοστιαία μεταβολή								
		2000-05	2005-10	2015-10			2020-15			
				Χαμηλή ανάπτυξη	Σενάριο Αναφοράς	Υψηλή ανάπτυξη	Χαμηλή ανάπτυξη	Σενάριο Αναφοράς	Υψηλή ανάπτυξη	
Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν	197645	4.20	0.89	0.10	0.72	1.20	2.00	2.90	3.50	
Προστιθέμενη Αξία κατά κλάδο	177497	4.45	0.51	0.10	0.73	1.20	1.97	2.87	3.47	
<u>Μεταποίηση</u>	17637	4.64	-3.05	-0.26	0.09	0.36	1.21	1.64	1.94	
Σιδηρούχα μέταλλα	719	18.80	-2.08	-0.67	-0.36	-0.12	-0.14	0.29	0.59	
Μη σιδηρούχα μέταλλα	651	3.05	-2.33	-0.72	-0.72	-0.72	0.58	0.58	0.58	
Χημική βιομηχανία	1092	10.41	-2.31	-0.01	-0.01	-0.01	1.03	1.03	1.03	
Μη μεταλλικά υλικά κατασκευών	1367	2.72	-5.88	-3.42	-3.12	-2.89	1.73	2.17	2.47	
Χαρτί, χαρτοπολτός, εκτυπώσεις	1390	7.96	3.12	0.48	0.48	0.48	1.84	1.84	1.84	
Τρόφιμα, ποτά, καπνός	5315	2.68	-5.22	-0.57	0.39	1.12	0.49	1.65	2.39	
Συσκευές και μηχανολ. Κατασκευές	3472	14.69	-3.49	0.13	0.44	0.68	1.54	1.97	2.28	
Ένδυση, υπόδηση	1646	-3.58	-1.30	0.17	0.17	0.17	0.77	0.77	0.77	
Λοιπή βιομηχανία	1986	-0.17	-2.27	0.57	0.57	0.57	2.46	2.46	2.46	
<u>Κατασκευές</u>	12465	5.76	-5.37	-3.18	-2.89	-2.66	2.68	3.12	3.43	
<u>Κλάδοι εκτός μεταποίησης και ενέργειας</u>	141198	4.45	1.40	0.36	1.02	1.52	2.09	3.05	3.69	
Αγοραίες Υπηρεσίες	62684	5.44	4.72	1.38	2.35	3.10	4.13	5.33	6.10	
Μη αγοραίες Υπηρεσίες	41815	4.43	-4.62	-2.91	-2.91	-2.91	-10.87	-10.87	-10.87	
Εμπόριο και μεταφορές	27703	4.33	1.97	1.34	1.65	1.90	5.65	6.10	6.42	
Γεωργία, Κτηνοτροφία, Δάση	8994	-0.84	-0.25	-0.89	0.06	0.79	0.07	1.23	1.97	
<u>Ενεργειακός Τομέας</u>	6197	1.60	-0.14	0.27	0.27	1.00	0.83	0.83	1.57	

	Μέση ετήσια ποσοστιαία μεταβολή					
	2025-20	2030-25	2035-30	2040-35	2045-40	2045-50
	Όλα τα σενάρια					
Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν	2.42	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Προστιθέμενη Αξία κατά κλάδο	2.43	1.98	2.03	2.01	2.02	2.01
<u>Μεταποίηση</u>	1.12	1.07	1.09	1.37	1.35	1.32
Σιδηρούχα μέταλλα	0.44	0.48	0.50	0.53	0.55	0.58
Μη σιδηρούχα μέταλλα	1.09	1.00	1.06	1.10	1.14	1.20
Χημική βιομηχανία	0.85	1.26	1.52	1.33	1.08	1.26
Μη μεταλλικά υλικά κατασκευών	1.53	1.48	1.21	0.96	1.25	1.17
Χαρτί, χαρτοπολτός, εκτυπώσεις	1.10	1.02	0.49	0.53	0.85	0.83
Τρόφιμα, ποτά, καπνός	1.21	1.15	1.14	2.12	2.14	1.85
Συσκευές και μηχανολ. Κατασκευές	1.42	1.36	1.84	1.92	1.54	1.78
Ένδυση, υπόδηση	-0.35	-0.74	-1.51	-2.96	-4.01	-5.00
Λοιπή βιομηχανία	1.70	1.59	1.76	2.17	2.18	1.84
<u>Κατασκευές</u>	2.26	1.79	1.87	1.22	1.13	1.02
<u>Κλάδοι εκτός μεταποίησης και ενέργειας</u>	2.61	2.10	2.15	2.13	2.14	2.13
Αγοραίες Υπηρεσίες	2.32	1.93	2.09	2.13	2.25	2.33
Μη αγοραίες Υπηρεσίες	1.61	0.84	1.16	1.34	1.35	1.53
Εμπόριο και μεταφορές	3.94	3.01	2.77	2.52	2.28	2.03
Γεωργία, Κτηνοτροφία, Δάση	1.23	1.38	0.99	0.83	0.88	0.60
<u>Ενεργειακός Τομέας</u>	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

Πηγή: GEM-E3

2 ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

- Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα είναι λιγότερο αποδοτικός σε σύγκριση με άλλες χώρες της ΕΕ.
- Ιδιαίτερα προβληματικός είναι ο τομέας μεταφορών, όπου παρατηρείται μεταξύ άλλων ανεπάρκεια μέσων σταθερής τροχιάς και μειωμένη χρήση δημόσιων μεταφορών.
- Σημαντικά εμπόδια υφίστανται και στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας, όπως δυσκολία ολοκλήρωσης αναγκαίων έργων στα δίκτυα μεταφοράς, αργοί ρυθμοί ανάπτυξης των ΑΠΕ, ελλιπής ανταγωνισμός, κ.ά.
- Η άρση των υφιστάμενων εμποδίων αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων που έχουν τεθεί.
- Προτείνονται συγκεκριμένα μέτρα μείωσης των εκπομπών ανά τομέα.
- Η επίτευξη της μετάβασης προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών απαιτεί σημαντικές αλλαγές στο ρυθμιστικό πλαίσιο της ενεργειακής αγοράς, στη λειτουργία του κρατικού μηχανισμού και στην νοοτροπία μας ως καταναλωτές και πολίτες.

2.1 Αποτίμηση τρέχουσας κατάστασης

Δεσμευμένη σε σημαντικό βαθμό από το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Στρατηγικής, η ενεργειακή πολιτική στην Ελλάδα καλείται να συμβιβάσει τους παραδοσιακούς της στόχους, με την αλλαγή του «παραδείγματος» πολιτικής. Η έμφαση έχει μετατοπιστεί: (α) στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και (β) στην οργάνωση της παραγωγής και προμήθειας ενέργειας σε ανταγωνιστικές αγορές, ιδίως στους τομείς ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, με απώτερο στόχο την ενοποίηση των αγορών, που εκτός από την ανταγωνιστικότητα θα συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας του εφοδιασμού και των υπηρεσιών που παρέχονται στους καταναλωτές.

Στην παρούσα φάση καταβάλλονται προσπάθειες ώστε η εθνική ενεργειακή πολιτική να μπει σε μια τροχιά συμβατή με τις δεσμεύσεις που απορρέουν από τη συμμετοχή της χώρας στην ΕΕ και να απαγκιστρωθεί από ενεργειακές επιλογές, όπως η επιλογή του λιγνίτη ως βασικού καυσίμου στην ηλεκτροπαραγωγή, το συγκεντρωτικό πρότυπο παραγωγής ενέργειας, η συγκράτηση των τιμών ενέργειας σε επίπεδα που δεν αντανakλούν το κόστος, η κυριαρχία του πετρελαίου στις μεταφορές και σε άλλες χρήσεις, η έλλειψη κινήτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας, οι οποίες δεν εξασφαλίζουν την πορεία προς έναν ενεργειακό τομέα που θα υποστηρίζει τη βιώσιμη α-

νάπτυξη και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Το περιθώριο για αλλαγές είναι αρκετά ευρύ, με δεδομένο ότι ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα είναι λιγότερο αποδοτικός σε σύγκριση με άλλες χώρες της ΕΕ. Ιδιαίτερα προβληματικός είναι ο τομέας μεταφορών, όπου παρατηρείται ανεπάρκεια μέσω σταθερής τροχιάς, άναρχη και σπάταλη επέκταση των οδικών μεταφορών εμπορευμάτων, εκτεταμένη χρήση αεροπορικών μεταφορών, ενώ η χρήση δημόσιων μεταφορών στα αστικά κέντρα είναι περιορισμένη σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

Σημαντικές εκκρεμότητες συνεχίζουν να υφίστανται και στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ, που μαζί με την ενεργειακή εξοικονόμηση και αποτελεσματικότητα αποτελούν τους βασικότερους μοχλούς της μετάβασης σε ένα ενεργειακό σύστημα χαμηλών εκπομπών CO₂, μέχρι στιγμής επιτελείται με αργούς ρυθμούς, παρά το αξιοσημείωτο επιχειρηματικό ενδιαφέρον. Πολλά από τα έργα ΑΠΕ κωλυσιεργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, αντιμετωπίζοντας γραφειοκρατικές διαδικασίες αδειοδότησης και δικαστικές εμπλοκές λόγω ανεπάρκειας του χωροταξικού σχεδιασμού και άλλων παραγόντων. Η διαδικασία αδειοδότησης απλοποιήθηκε με το Νόμο 3851/2010, αλλά υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο μεσοπρόθεσμα να προκύψει ανάγκη επιπλέον παρεμβάσεων, σε περίπτωση απόκλισης από τους στόχους. Η α-

νάπτυξη των ΑΠΕ παρεμποδίζεται και από την ανεπάρκεια του συστήματος μεταφοράς και τη δυσκολία ολοκλήρωσης των αναγκαίων έργων στο σύστημα, λόγω χωροταξικών προβλημάτων και κοινωνικών αντιδράσεων, ενώ κρίσιμο στοιχείο αποτελεί και η εξασφάλιση της πρόσβασης σε πόρους για τη χρηματοδότηση των αναγκαίων επενδύσεων επέκτασης των δικτύων.

Ο υφιστάμενος τρόπος λειτουργίας του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι σε θέση να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη μετάβαση προς μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, που θα συνοδεύεται από κατάλληλους μηχανισμούς κοινωνικής προστασίας.

- Οι σταυροειδείς επιδοτήσεις στις ρυθμιζόμενες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στρεβλώνουν την προσπάθεια επίτευξης ενεργειακής αποτελεσματικότητας και, μέχρι να αρθούν πλήρως, περιορίζουν τη δυνατότητα εισόδου νέων προμηθευτών.
- Η έλλειψη σύνδεσης των ρυθμιζόμενων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας με τις συνθήκες κόστους δημιουργούν υπέρμετρο ρίσκο για τη δραστηριοποίηση στην αγορά λιανικής.
- Ο χαμηλός βαθμός ανταγωνισμού στην αγορά και η περιορισμένη συνεργασία σε περιφερειακό επίπεδο περιορίζουν τις ανταγωνιστικές πιέσεις που οδηγούν

σε ελαχιστοποίηση του κόστους και σε καινοτομικές δράσεις.

- Παραμένουν σε λειτουργία πολύ παλιές, ρυπογόνες και μη αποδοτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.
- Η υποχρεωτική συμμετοχή στην χονδρεμπορική αγορά περιορίζει τη δυνατότητα σύναψης μακροπρόθεσμων συμβολαίων παροχής ενέργειας σε μεγάλους καταναλωτές.

Ως προς τις δομικές αλλαγές που επιβάλλονται μέσα από το ευρωπαϊκό πλαίσιο ενεργειακής πολιτικής και πολιτικής ανταγωνισμού, αλλά και την εμπειρία από την μέχρι σήμερα λειτουργία της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να επισημανθούν τα εξής:

- Υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω βελτίωσης στη λειτουργία της χονδρεμπορικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της άρσης των στρεβλώσεων που παρατηρούνται, ενώ σημαντική προοπτική για την ανάπτυξη του ανταγωνισμού θα προσδώσει η πρόσβαση τρίτων σε λιγνιτική ηλεκτροπαραγωγή, εφόσον οδηγήσει στη δημιουργία καθετοποιημένων επιχειρήσεων ηλεκτρισμού στην παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά λιανικής, οι οποίες θα διαθέτουν ένα ισορροπημένο χαρτοφυλάκιο μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.
- Η ενίσχυση του ανταγωνισμού και η

- δημιουργία καθετοποιημένων σχημάτων με διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο μονάδων θα επιτρέψει τη μετάβαση στο νέο μοντέλο οργάνωσης της αγοράς που σχεδιάζει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (target model), με την ανάπτυξη περιφερειακών εθελοντικών αγορών ηλεκτρισμού που θα στηρίζονται σε κοινούς κανόνες και θα εμφανίζουν επαρκή ρευστότητα, σε συνδυασμό με διμερείς συμβάσεις μεταξύ παραγωγών – καταναλωτών. Το νέο αυτό μοντέλο θα προβλέπει ενιαία εξισορρόπηση φορτίου στην περιφερειακή αγορά και έμμεσες δημοπρασίες για τις διασυνδέσεις, κάτι που θα διευκολύνει και την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.
- Η ένταξη των τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής με μηδενικές εκπομπές, όπως οι ΑΠΕ, σε ανταγωνιστικές αγορές αποτελεί πρόκληση παγκοσμίως, και πρέπει να επιτευχθεί με τρόπο που θα περιορίζει τις επιπτώσεις του εγχειρήματος στην ανταγωνιστικότητα της ελληνικής οικονομίας και στην ενεργειακή φτώχεια.
 - Η ενσωμάτωση της 3^{ης} Δέσμης Μέτρων για τον Ενεργειακό Τομέα θα πρέπει να διασφαλίζει την ανεξαρτησία του διαχειριστή του συστήματος και την ισχυροποίηση της ρυθμιστικής αρχής με σαφή προσδιορισμό των αρμοδιοτήτων της και του ρόλου της στις στρατηγικές αποφάσεις για τον ενεργειακό τομέα.
 - Μετά το 2013, η πλήρης δημοπράτηση των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂ στην ηλεκτροπαραγωγή θα δημιουργήσει ένα τιμολογιακό «σοκ» στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα πρέπει να διαχειριστεί η ελληνική οικονομία και οι καταναλωτές, αξιοποιώντας τη δυνατότητα χρήσης των πόρων που συγκεντρώνονται από την αγορά δικαιωμάτων για σκοπούς που θα εξομαλύνουν αυτή την επιπρόσθετη επιβάρυνση.
- Στην απελευθέρωση της χονδρικής αγοράς φυσικού αερίου σημειώθηκε πρόοδος τον τελευταίο χρόνο με τις πρώτες παραλαβές φορτίων υγροποιημένου αερίου από μεγάλους καταναλωτές χωρίς τη μεσολάβηση της κρατικής επιχείρησης (ΔΕΠΑ). Ωστόσο, η εισαγωγή του φυσικού αερίου στις άμεσες χρήσεις εκτός της ηλεκτροπαραγωγής γίνεται με αργούς ρυθμούς και ως εκ τούτου εξακολουθεί να είναι περιορισμένης έκτασης.
- Εάν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις, οι αποκλίσεις από τους στόχους και τις υποχρεώσεις της χώρας θα διευρύνονται συνεχώς σε όλους τους τομείς. Οι αρνητικές επιπτώσεις θα είναι μεγάλες, όπως σημαντική αύξηση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί το κόστος εκπομπών που προβλέπεται από το μηχανισμό ETS. Η απόκλιση από τους στόχους λόγω ανικανότητας υπέρβασης των υφιστάμενων αγκυλώσεων και νοοτροπιών απειλεί να торπιλίσει τις θυσίες που ανα-

πόφευκτα θα απαιτηθούν κατά τη μετάβαση προς μια οικονομία με χαμηλή ένταση εκπομπών.

2.2 Προκλήσεις για την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας στο μέλλον

Οι προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η εθνική ενεργειακή πολιτική τόσο στο πλαίσιο των στόχων που έχει αποφασίσει η ΕΕ όσο και στο πλαίσιο της εξυγίανσης και αποδοτικής λειτουργίας του ενεργειακού τομέα, συνοψίζονται στις εξής:

- Συνεχής και δραστική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον τομέα της ενέργειας, προς μια οικονομία ιδιαίτερα χαμηλών εκπομπών το 2050.
- Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο.
- Ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού φυσικού αερίου.
- Ενίσχυση των δικτυακών υποδομών και διασύνδεση των νησιών.
- Θεαματική ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως καθαρής και εγχώριας πηγής.
- Αξιόπιστη και επαρκής παροχή ενέργειας και ενεργειακών υπηρεσιών σε κάθε καταναλωτή.
- Επίτευξη των κατά το δυνατόν περισσότερο ανταγωνιστικών τιμών και κόστους της ενέργειας.
- Εξομάλυνση των ανισοτήτων σχετικά

με τους όρους πρόσβασης στις ενεργειακές υπηρεσίες.

2.3 Πολιτικές μείωσης των εκπομπών κατά τομέα

Η Ελλάδα, προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις που απορρέουν από την κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο και από τις αντίστοιχες δεσμεύσεις της απέναντι στην ΕΕ, διαθέτει «Εθνικό Πρόγραμμα Δράσης»³ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010. Το πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνει μέτρα μείωσης των εκπομπών από τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα, την ηλεκτροπαραγωγή, τις μεταφορές, τη γεωργία, τη βιομηχανία και τις βιομηχανικές διεργασίες.

Οι περαιτέρω απαιτήσεις για δραστική μείωση των εκπομπών μέχρι το 2050 στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής επιβάλλουν την ενίσχυση και επέκταση αυτών των μέτρων.

2.3.1 Οικιακός και τριτογενής τομέας

Στους τομείς αυτούς υπάρχουν πολλές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, αν ληφθεί υπόψη η μεγάλη ηλικία των κτηρίων, ο μέχρι σήμερα χαμηλός βαθμός διείσδυσης των ΑΠΕ, ο χαμηλός βαθμός απόδοσης των ενεργοβόρων συσκευών που χρησιμοποιούνται καθώς και η παρατηρούμενη

³<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=431&language=el-GR>

μη ορθολογική ενεργειακή συμπεριφορά.

Οι πολιτικές μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου εστιάζονται κυρίως στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των καταναλώσεων του τομέα. Με τον τρόπο αυτό, μειώνονται έμμεσα οι εκπομπές που προκύπτουν από την παραγωγή ενέργειας. Βασικοί άξονες παρέμβασης γύρω από τους οποίους κινούνται οι πολιτικές μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- Βελτιωτικά μέτρα για το κέλυφος των υφιστάμενων κτηρίων, προς αποφυγή μεγάλων θερμικών απωλειών, όπως μόνωση της οροφής ή προσθήκη διπλών υαλοστασίων.
- Βελτιωτικά μέτρα που αφορούν τον ενεργειακό εξοπλισμό θέρμανσης και δροσισμού, όπως συντήρηση λεβήτων κεντρικής θέρμανσης ή αντικατάστασή τους (όπου κρίνεται ότι τυχόν βελτιωτικές παρεμβάσεις δεν θα έχουν αποτέλεσμα) με σκοπό να αυξηθεί η απόδοση της θέρμανσης, χρήση κατάλληλων τεχνικών ηλιοπροστασίας (σκιασμός, ανεμιστήρες οροφής, νυκτερινός αερισμός) ώστε να μειωθεί το ψυκτικό φορτίο του κτηρίου, χρήση αποδοτικότερων συσκευών κλιματισμού κ.ά.
- Βελτιωτικά μέτρα που αφορούν τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό όπως χρήση αποδοτικότερων συσκευών, ιδίως οικιακών (πλυντήρια, συστήματα εικόνας-ήχου κ.λπ.), χρήση λαμ-

πτήρων υψηλής απόδοσης (οι οποίοι καταναλώνουν μέχρι και 25% της ενέργειας ενός συμβατικού λαμπτήρα), εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού στο φωτισμό (συστήματα ανίχνευσης παρουσίας, μέτρησης φωτεινής έντασης, ώστε, σε συνδυασμό με το φυσικό φωτισμό, να παρέχουν τις βέλτιστες φωτεινές συνθήκες κ.α.). Στα μέτρα αυτά συμπεριλαμβάνεται η αξιοποίηση της (δωρεάν παρεχόμενης) ηλιακής ενέργειας για φωτισμό, ώστε να αποφεύγεται η χρήση τεχνητού φωτισμού.

- Διείσδυση των ΑΠΕ, τόσο στη θέρμανση όσο και στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Με εξαίρεση τη χρήση ηλιακών συλλεκτών, ο βαθμός αξιοποίησης των ΑΠΕ μέχρι σήμερα είναι χαμηλός, παρά το υψηλό δυναμικό ΑΠΕ που διαθέτει το φυσικό περιβάλλον της χώρας μας. Στο πλαίσιο της μείωσης των εκπομπών, πρέπει να αυξηθεί η κάλυψη των αναγκών θέρμανσης νερού από ηλιακούς συλλέκτες, ο ρόλος των ηλιακών συλλεκτών να επεκταθεί και στη θέρμανση χώρων ως βοηθητικών συστημάτων στο συμβατικό σύστημα θέρμανσης, να χρησιμοποιηθεί τηλεθέρμανση με βιομάζα (χρήση κεντρικού λέβητα αντί ατομικών), κ.ά.
- Ακόμη, σημαντική είναι η προώθηση της διαδικασίας για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο, όπου το υψηλό κόστος δεν είναι εμπόδιο (π.χ.,

αν εναλλακτικές μέθοδοι παροχής ενέργειας εμφανίζουν συγκρίσιμα υψηλό κόστος).

- Επέκταση της χρήσης αντλιών θερμότητας οι οποίες έχουν μεγάλη αποδοτικότητα και επιπλέον αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ανάκτηση θερμότητας, η γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας, κλπ.
- Ενίσχυση του ρόλου του φυσικού αερίου (υπό την προϋπόθεση ότι θα ολοκληρωθεί το δίκτυο διανομής) με την προώθηση ταχύτερου ρυθμού διείσδυσης του φυσικού αερίου στη θέρμανση χώρων, αλλά και με την υιοθέτηση ειδικών συστημάτων δροσισμού τα οποία χρησιμοποιούν φυσικό αέριο.

2.3.2 Μεταφορές

Ο τομέας των μεταφορών ευθύνεται για μεγάλο μέρος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (27% των συνολικών εκπομπών το 2010). Είναι ένας τομέας κατ' εξοχήν εξαρτώμενος από τα υγρά καύσιμα, κατά κύριο λόγο προϊόντα διύλισης του πετρελαίου, ο οποίος μέχρι σήμερα δεν έχει επιδείξει ευρύτητα τεχνολογιών εναλλακτικών των μηχανών εσωτερικής καύσης, με εξαίρεση μεταφορικά μέσα που κινούνται με ηλεκτρική τροφοδοσία από γραμμές (τρόλεϊ, μετρό, τραμ, τρένα).

Στο πλαίσιο της μείωσης των εκπομπών, συνιστάται η χρήση εναλλακτικών τεχνολογιών στον τομέα των μεταφορών, κυρί-

ως στις χερσαίες μεταφορές, καθώς στις θαλάσσιες και εναέριας μεταφορές υπάρχουν μειωμένες δυνατότητες χρήσης εναλλακτικών τεχνολογιών.

Προσπάθειες για να μειωθούν οι εκπομπές από τις αερομεταφορές υλοποιούνται με την ένταξη του τομέα στο μηχανισμό ETS.

Τα σενάρια που αναπτύχθηκαν στο παρόν προβλέπουν υποκατάσταση του πετρελαίου στις οδικές μεταφορές από ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μακροχρόνια θα παράγεται χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η ηλεκτρική ενέργεια θα επεκτείνεται με τη διάδοση ηλεκτρικών και επαναφορτιζόμενων υβριδικών οχημάτων.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο, μέσω των βιοκαυσίμων (κυρίως βιο-ντίζελ και βιοαιθανόλης) τα οποία χρησιμοποιούνται ως προσμίξεις με τα συμβατικά καύσιμα, περιορίζοντας σημαντικά τις εκπομπές εφόσον παράγονται από τεχνολογίες δεύτερης και τρίτης γενιάς που περιορίζουν τις εκπομπές σε όλη την αλυσίδα παραγωγής βιοκαυσίμων. Σε πιο μακροχρόνια προοπτική προβλέπεται επίσης η χρήση βιοκαυσίμων στις αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές.

Πληθώρα άλλων τεχνολογιών, οι οποίες βρίσκονται ακόμα σε δοκιμαστικό στάδιο, όπου η έρευνα εστιάζεται στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητάς τους, μπορεί να είναι διαθέσιμες στο μέλλον, όπως οι κυψέ-

λες καυσίμου με χρήση υδρογόνου.

Συνολικά, τα μέτρα που εφαρμόζονται για τη μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Επεμβάσεις στα οχήματα, μέσω της συντήρησης αυτοκινήτων και φορτηγών (συντήρηση του συστήματος ανάφλεξης του κινητήρα και του συστήματος μετάδοσης και πέδησης κίνησης).
- Μέτρα που αφορούν τη διαχείριση του συστήματος μεταφορών, όπως π.χ. προώθηση της χρήσης των αστικών συγκοινωνιών, χρήση λεωφορείων φυσικού αερίου, βελτιώσεις στη φωτεινή σηματοδότηση, αλλά και ήπιες παρεμβάσεις μείωσης των εκπομπών.
- Χρήση νέων καυσίμων, ειδικότερα επέκταση της χρήσης βιοκαυσίμων, και προώθηση εναλλακτικών, καθαρών τεχνολογιών με έμφαση στην ηλεκτρική ενέργεια και πιο μακροχρόνια στο υδρογόνο.
- Εφαρμογή αυστηρών προδιαγραφών για τις μοναδιαίες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά όχημα καθώς και για την ενεργειακή αποδοτικότητά τους (το μέτρο αυτό αναμένεται να έχει καίρια σημασία για τη μελλοντική μείωση των εκπομπών).

2.3.3 Βιομηχανία

Στα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση των εκπομπών του τομέα της βιομηχανίας

περιλαμβάνονται τα εξής:

- Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου, το οποίο υποκαθιστά κατά κύριο λόγο το μαζούτ, αλλά και το ντίζελ. Η υποκατάσταση δεν πρέπει να επικεντρώνεται μόνο στις ενεργοβόρες μονάδες με υψηλές θερμικές ανάγκες, αλλά να υποστηριχθεί η διείσδυση του φυσικού αερίου και στις λοιπές μεταποιητικές μονάδες και στις χρήσεις ντίζελ, παράλληλα με την ανάπτυξη νέων δικτύων διανομής.
- Προώθηση της χρήσης ΑΠΕ και αντλιών θερμότητας με ανακτήσεις θερμικής ενέργειας σε χρήσεις χαμηλής και μέσης ενθαλπίας.
- Επέκταση της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας σε εφαρμογές μέσης και υψηλής ενθαλπίας.
- Αξιοποίηση της βιομάζας σε θερμικές χρήσεις και σε σύγκαυση σε κλιβάνους.
- Διάφορα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας (παρεμβάσεις με τη μορφή βελτιστοποίησης της διαχείρισης ενέργειας και εκσυγχρονισμού για τη μείωση των απωλειών και την αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από κλιβάνους).

2.3.4 Ηλεκτροπαραγωγή

Στην προσπάθεια για δραστική μείωση των εκπομπών πρωταγωνιστικό ρόλο έχει η πλήρης αναδιάρθρωση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο τομέας αυτός καταρχήν ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (45% το 2010), ενώ παράλληλα είναι ο τομέας με τα μεγαλύτερα περιθώρια μείωσης των εκπομπών, καθώς υπάρχει πληθώρα εναλλακτικών, καθαρών, βιώσιμων τεχνολογιών προς αντικατάσταση των συμβατικών σταθμών στερεών καυσίμων που κυριαρχούν μέχρι σήμερα στην ελληνική ηλεκτροπαραγωγή.

Ο στόχος στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, είναι να επιτευχθούν σχεδόν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό θα καταστήσει την ηλεκτρική ενέργεια κατάλληλη για υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων στις τελικές ενεργειακές χρήσεις μέσω των αντλιών θερμότητας στις σταθερές ενεργειακές εγκαταστάσεις και μέσω της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές.

Η πολιτική που προωθείται σήμερα είναι εστιασμένη προς αυτή την κατεύθυνση, επιχειρώντας να εγκαθιδρύσει το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο το οποίο να παρέχει σταθερή βάση και προοπτική για την προσέλκυση επενδύσεων ώστε να εξελιχθεί το σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού προς την πλήρη απεξάρτηση από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι άξονες της πολιτικής αυτής είναι:

- Προώθηση της εγκατάστασης αιολικών πάρκων επίγειων και θαλάσσιων.
- Προώθηση της εγκατάστασης μικρών

υδροηλεκτρικών έργων.

- Εγκατάσταση κεντρικών και αποκεντρωμένων φωτοβολταϊκών μονάδων.
- Ανάπτυξη γεωθερμικού δυναμικού υψηλής ενθαλπίας.
- Προώθηση της χρήσης βιομάζας και αποβλήτων στην ηλεκτροπαραγωγή και συμπαραγωγή.
- Ενίσχυση και επέκταση συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (αντλησιο-ταμιευτήρες, μακροχρόνια υδρογόνο)
- Επέκταση λειτουργίας σταθμών φυσικού αερίου

2.3.5 Διαχείριση απορριμμάτων

Στον τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων υπάρχουν περιθώρια μείωσης των εκπομπών μεθανίου (CH_4). Να σημειωθεί ότι η δυνατότητα του μεθανίου για θέρμανση της ατμόσφαιρας είναι 21 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του διοξειδίου του άνθρακα για μια περίοδο 100 ετών, επομένως οι ενέργειες οι οποίες στοχεύουν στη μείωσή του, αν και είναι περιορισμένων δυνατοτήτων σε σχέση με τις ενέργειες για τη μείωση των εκπομπών CO_2 , κρίνονται ιδιαίτερα σκόπιμες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

2.3.6 Γεωργία

Η γεωργική δραστηριότητα χαρακτηρίζεται κυρίως από εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N_2O), το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως ως λίπασμα. Η θερμαντική ικανότητα

του N₂O είναι μέχρι και 300 φορές μεγαλύτερη από αυτή του CO₂, ενώ το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών N₂O είναι αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών του εδάφους. Με στόχο τον όσο το δυνατόν μεγαλύτερο περιορισμό των εκπομπών N₂O, προωθούνται οι βιολογικές καλλιέργειες, ώστε να μειωθεί η χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων.

Άλλες πολιτικές που περιλαμβάνονται αφορούν στη χρήση συστημάτων διαχείρισης των ζωικών αποβλήτων, με στόχο τον περιορισμό των εκπομπών CH₄ από την κτηνοτροφία.

2.3.7 Βιομηχανικές διεργασίες

Τις βιομηχανικές διεργασίες (όπως π.χ. επεξεργασία χημικών, σύνθεση ψυκτικών σπρέι, ηλεκτρόλυση του αλουμινίου, κ.ά.) χαρακτηρίζουν οι εκπομπές των αερίων που περιέχουν φθόριο, δηλαδή των λεγόμενων f-gases (υδροφθοράνθρακες HFCs, υπερφθοράνθρακες PFCs και εξαφθοριούχο θείο SF₆).

Στην Ελλάδα, η εκπομπή των αερίων αυτών έφθασε τους 3744 Κt ισοδύναμου CO₂ το 2000, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι ο τομέας παραγωγής, χρήσης, συντήρησης και τελικής διάθεσης συσκευών εξοπλισμού ψύξης, κλιματισμού κ.λπ. αποτελεί την πλέον δυναμική πηγή εκπομπών, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 20% την περίοδο 2000-2010. Για τη μείωση των αερίων αυτών επιχειρείται: α) η αναδιοργάνωση της

λειτουργίας χημικών βιομηχανιών (των μονάδων εκείνων με υψηλές εκπομπές f-gases), β) ανάκτηση των HFCs από συσκευές ψύξης και κλιματισμού.

3 ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

- Το σενάριο αναφοράς υποθέτει την εφαρμογή των πολιτικών στο πλαίσιο επίτευξης των στόχων για το 2020 (20-20-20).
- Η τελική κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται το 2020 σε 21.9 εκ. τπ, μειωμένη κατά 10% συγκριτικά με το σενάριο «καμίας πολιτικής».
- Το 2050 η τελική κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλότερη σε σχέση με το σενάριο «καμίας πολιτικής» κατά 22%.
- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περιορίζεται σε 76 TWh το 2020 και 114 TWh το 2050, έναντι 93 TWh το 2020 και 157 TWh το 2050 στο σενάριο «καμίας πολιτικής».
- Μικρότερη σε σύγκριση με το σενάριο «καμίας πολιτικής» είναι και η αιχμή φορτίου (κατά 3.1 GW το 2020 και 7.8 GW το 2050), φτάνοντας τα 14.1 GW το 2020 και τα 22.2 GW το 2050.
- Το μερίδιο του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή συνεχώς περιορίζεται, πέφτοντας στο 1/3 της συνολικής παραγωγής το 2020 και κάτω από το 10% μετά το 2040, έναντι 60% το 2005.
- Οι στόχοι διείσδυσης ΑΠΕ για το 2020 επιτυγχάνονται, με το μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή να ανέρχεται σε 40% το 2020 και στη συνέχεια να σταθεροποιείται σε 50%, έναντι 11,6% το 2005.
- Το πετρέλαιο παραμένει με μερίδιο μεγαλύτερο του 50% μέχρι το 2050.
- Οι ενεργειακές υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς κοστίζουν, σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050, 236 δισεκ. €'08 περισσότερα από ότι στο Σενάριο καμίας πολιτικής, που αντιστοιχεί σε 1.8% του σωρευτικού ΑΕΠ σε σταθερές τιμές.
- Σε περίπτωση χαμηλότερης ανάπτυξης του ΑΠΕ κατά 0.8% κατά μέσο όρο την περίοδο 2010-2020, η ετήσια επιβάρυνση των καταναλωτών ενέργειας είναι αυξημένη κατά 1 με 2% το 2020.
- Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σταθεροποιούνται σε επίπεδα κατά 25-30% χαμηλότερα από το 2005 μετά το 2020, απέχοντας σημαντικά από τη μείωση που απαιτείται στα πλαίσια περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης σε 2 βαθμούς Κελσίου (65-75% μείωση εκπομπών το 2050 σε σχέση με το 2005).

3.1 Υποθέσεις Πολιτικής

Το Σενάριο Αναφοράς⁴ υποθέτει την εφαρμογή σημαντικών πολιτικών και δεν μπορεί να θεωρηθεί σενάριο τρεχουσών τάσεων.

Όπως αναφέρθηκε οι πολιτικές περιλαμβάνουν:

- Εφαρμογή προγράμματος υποστήριξης των ΑΠΕ για επίτευξη συνεισφοράς τους τουλάχιστον 20% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2020 και συνέχιση της υποστήριξης αυτής μετά το 2020 χωρίς όμως επιπλέον στόχο.
- Εφαρμογή του συστήματος αγοράς των δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (μεταξύ αυτών και η ηλεκτροπαραγωγή) από δημοπρασίες οι οποίες γίνονται σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση με τρόπο ώστε η αγορά των δικαιωμάτων να ισορροπεί σε μία ενιαία τιμή ανά τόνο CO₂. Υπενθυμίζεται ότι το συνολικό μέγεθος των δικαιωμάτων εκπομπής που θα τίθενται σε δημοπρασία θα μειώνεται σταθερά κάθε έτος μετά το 2020 και η μείωση αυτή θα συνεχισθεί μέχρι το 2050.
- Εφαρμογή των Οδηγιών για την ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως για τα κτήρια, οικίες, συσκευές κλπ., η οποία θα οδηγήσει σταδιακά σε σημαντική

εξοικονόμηση ενέργειας

- Εφαρμογή μέτρων μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων θερμοκηπίου στους τομείς εκτός ETS οι οποίες αναπαρίστανται στο μαθηματικό υπόδειγμα μέσω της εφαρμογής εικονικού φόρου διοξειδίου του άνθρακα στους τομείς αυτούς, επιπλέον άλλων συγκεκριμένων μέτρων που αναπαρίστανται στο μαθηματικό υπόδειγμα, όπως ο κανονισμός για τις εκπομπές CO₂ από τα οχήματα. Ο κανονισμός αυτός θα έχει σημαντική επίπτωση για την αποδοτικότητα των νέων αυτοκινήτων και θα έχει μειωτική επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές στον τομέα των οδικών μεταφορών.
- Εφαρμογή των Οδηγιών για τη σταδιακή εναρμόνιση των ειδικών φόρων κατανάλωσης στην ΕΕ που σημαίνει για την Ελλάδα σταδιακή αύξηση του ύψους τους.
- Εφαρμογή των Οδηγιών για την ποιότητα αέρα, ιδίως σχετικά με τα ανώτατα επίπεδα εκπομπής ρύπων όξινης βροχής, ρυπαντών αέρα στις πόλεις και μικρο-σωματιδίων. Μεταξύ των Οδηγιών αυτών, μεγάλη σημασία έχει η Οδηγία για τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης η εφαρμογή της οποίας θα οδηγήσει στη σταδιακή απόσυρση του μεγαλύτερου μέρους των υφισταμένων λιγνιτικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής. Σημασία έχει επίσης η αύξηση του κόστους από τη χρήση καυσίμων χαμηλής

⁴ Όλα τα αποτελέσματα βασίζονται στο μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES (E3MLab – ΕΜΠ)

περιεκτικότητας σε θείο.

Η πολιτική για τις ΑΠΕ αναπτύσσεται σε τρεις πτυχές: α) ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή, β) ΑΠΕ σε τελικές χρήσεις ενέργειας στα κτήρια, γ) βιοκαύσιμα στις μεταφορές. Σχετικά με τις ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή γίνεται η υπόθεση ότι στο σενάριο αναφοράς εφαρμόζεται η ανακοινωμένη πολιτική για το ύψος των τιμών αγοράς της παραγωγής από ΑΠΕ από τους Διαχειριστές Συστήματος και Δικτύου (για τα νησιά) μέχρι το 2020 και ότι οι τιμές αυτές μειώνονται σταδιακά μετά το 2020. Γίνεται ακόμα η υπόθεση ότι αναπτύσσονται οριζόντιες πολιτικές διευκόλυνσης των ΑΠΕ σχετικά με τις άδειες που απαιτούνται για τα έργα παραγωγής και κατασκευάζονται απρόσκοπτα έργα ενίσχυσης και επέκτασης του συστήματος υψηλής, μέσης και χαμηλής τάσης, καθώς επίσης και η διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα. Γίνεται η υπόθεση ότι μέχρι το 2020 θα έχει πραγματοποιηθεί η πρώτη και η δεύτερη φάση του προγράμματος διασύνδεσης των Κυκλάδων και ότι μετά το 2020 θα ολοκληρωθεί διασύνδεση των περισσότερων νησιών, περιλαμβανομένης της Κρήτης και Ρόδου.

Η ένταση των πολιτικών για τη διευκόλυνση των ΑΠΕ, επιπλέον των τιμών αγοράς της παραγωγής τους από τους Διαχειριστές, προσομοιώνεται στο μαθηματικό υπόδειγμα μέσω μεταβλητής που ονομάζεται οριακό όφελος από τις ΑΠΕ, μετράται σε Ευρώ ανά MWh από ΑΠΕ, και αντιστοιχεί στη δυική

αξία περιορισμού που εκφράζει υποχρέωση των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας να περιλαμβάνουν ΑΠΕ κατά ένα ποσοστό στο μείγμα μορφών ενέργειας από τις οποίες προέρχεται η ηλεκτρική ενέργεια που προμηθεύουν.

Για τα βιοκαύσιμα γίνεται η υπόθεση ότι η ασκούμενη πολιτική συνίσταται στον καθορισμό υποχρεωτικής ποσόστωσης για τη μείξη βιοκαυσίμων στα προϊόντα βενζίνη και ντίζελ τα οποία διανέμονται από τα διυλιστήρια. Η ποσόστωση αυτή υπολογίζεται από το υπόδειγμα με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό ποσοστό ΑΠΕ στην τελική ενέργεια για μεταφορές.

Διευκρινίζεται ότι για το Σενάριο Αναφοράς δεν γίνεται υπόθεση εξηλεκτρισμού των οδικών μεταφορών.

Η προώθηση των ΑΠΕ στις τελικές ενεργειακές χρήσεις στα κτήρια και τις οικίες αφορά στους ηλιακούς συλλέκτες, στις εφαρμογές αντλιών θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας και στις εφαρμογές γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας. Τα μέτρα πολιτικής μπορεί να είναι ποικίλα, όπως οι φορολογικές απαλλαγές, οι ρυθμίσεις στους οικοδομικούς κανονισμούς κλπ. Προσομοιώνονται στο μαθηματικό υπόδειγμα ως εικονικές επιδοτήσεις (Ευρώ ανά MWh ΑΠΕ σε τελικές ενεργειακές χρήσεις) οι οποίες δρουν ως κίνητρο στους καταναλωτές για την υιοθέτηση εφαρμογών με ΑΠΕ.

Θεωρείται ότι οι πολιτικές αυτές εφαρμόζονται στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και στην περιφερειακή αγορά της Νοτιοανατολικής Ευρώπης μέσω του μηχανισμού της Ενεργειακής Κοινότητας. Επομένως δεν δημιουργούνται ασυμμετρίες μεταξύ χωρών που θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν οικονομικότητα από τυχόν μεταβολή των εισαγωγών-εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό αλλά και για λόγους συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων, οι καθαρές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας διατηρούνται κοντά στα σημερινά επίπεδα.

3.2 Η ζήτηση ενέργειας

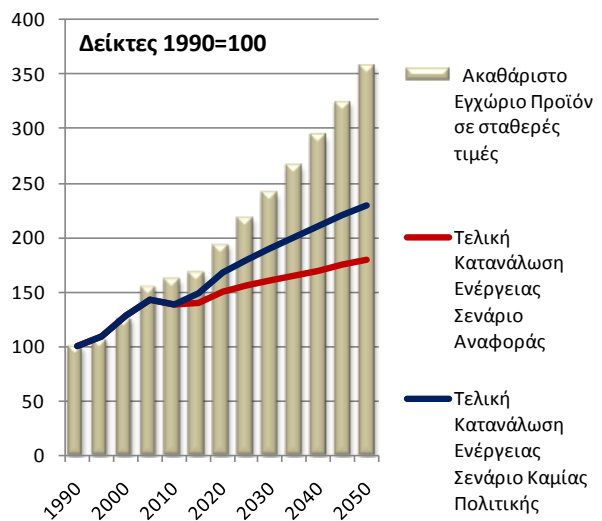
Βραχυχρόνια η ζήτηση ενέργειας επηρεάζεται από την οικονομική ύφεση και μειώνεται το 2009-2010 για πρώτη φορά μετά από μακρά ανοδική πορεία. Ακολουθώντας την ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας, όπως προβάλλεται σε μεσοχρόνια και μακροχρόνια προοπτική, η ζήτηση ενέργειας ακολουθεί αυξητική πορεία στο μέλλον.

Όμως οι ρυθμοί αύξησης της ζήτησης ενέργειας θα είναι μικρότεροι των ρυθμών αύξησης της οικονομικής δραστηριότητας, λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που περιλαμβάνονται στο Σενάριο Αναφοράς, των υψηλών τιμών ενέργειας που οφείλονται τόσο στις διεθνείς τιμές όσο και στα μέτρα της δέσμης πολιτικής 20-20-20 και λόγω του σταδιακού κορεσμού στον οποίο μακροχρόνια εισέρχεται η δομή της

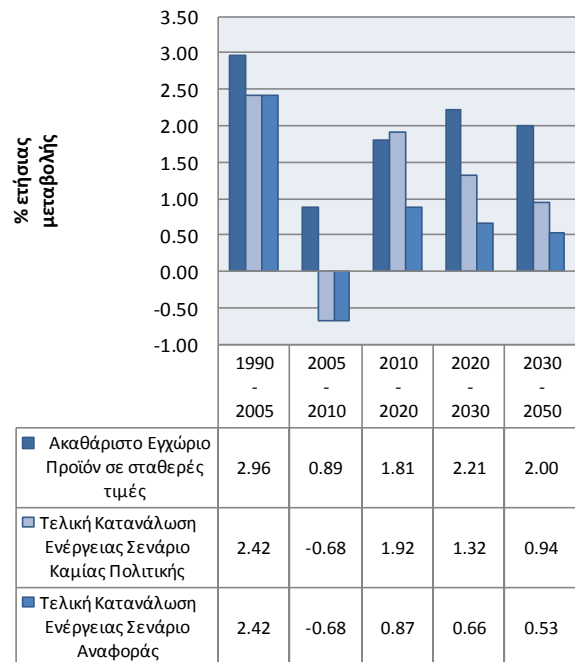
κατανάλωσης ενέργειας σε όλους τους τομείς.

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4, το Σενάριο Αναφοράς προβάλλει στο μέλλον σημαντικά χαμηλότερους ρυθμούς αύξησης της ζήτησης ενέργειας από τους τελικούς καταναλωτές συγκριτικά με το Σενάριο κα-

Διάγραμμα 4: Εξέλιξη της Τελικής Ζήτησης Ενέργειας



Μέσα ποσοστά μεταβολής κατά περίοδο



μίας πολιτικής. Οι ρυθμοί αύξησης στο Σενάριο Αναφοράς υπολείπονται σημαντικά των ρυθμών αύξησης του ΑΕΠ, εξέλιξη η οποία δεν έχει παρατηρηθεί στο παρελθόν. Η πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας που περιλαμβάνεται στο σενάριο αυτό και αντιστοιχεί στην εφαρμογή των Ευρωπαϊκών Οδηγιών και Κανονισμών είναι επομένως φιλόδοξη και απαιτεί σημαντική προσπάθεια και πόρους για την υλοποίησή της. Σύμφωνα με την προβολή με το μαθηματικό υπόδειγμα, η πολιτική αυτή θα έχει σημαντική επίπτωση στη ζήτηση ενέργειας, εφόσον υλοποιηθεί. Η πολιτική αυτή επιτυγχάνει μείωση περίπου στο μισό των αναμενόμενων ρυθμών αύξησης της ζήτησης ενέργειας στο μέλλον.

Η επίπτωση της πολιτικής για την ενεργειακή αποδοτικότητα γίνεται φανερή και εξετάζοντας δείκτες ενεργειακής έντασης, οι οποίοι υπολογίζονται ως λόγοι ενεργειακής κατανάλωσης προς όγκο οικονομικής δραστηριότητας, τόσο συνολικά ως προς το ΑΕΠ, όσο και κατά τομέα.

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει την προβολή στο μέλλον των δεικτών ενεργειακής έντασης όπως υπολογίσθηκαν με το μαθηματικό υπόδειγμα. Η ετήσια μεταβολή του δείκτη ερμηνεύεται ως βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας εφόσον είναι αρνητική. Στην περίπτωση οικονομικής ύφεσης, όπως στην τρέχουσα χρονική περίοδο, είναι δυνατόν να παρουσιάζεται φαινομενική χειρότερηση της ενεργειακής αποδοτικότητας

(θετική αύξηση του δείκτη ενεργειακής έντασης) επειδή συχνά η ενεργειακή κατανάλωση είναι ανελαστική ως προς την πτώση της οικονομικής δραστηριότητας ή του εισοδήματος.

Οι ρυθμοί βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας στο μέλλον στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς κρίνονται ιδιαίτερα ικανοποιητικοί συγκριτικά με το παρελθόν, οπότε ήταν αποτέλεσμα σχεδόν μόνο της τεχνολογικής προόδου. Αυτό ισχύει κυρίως για τις οικίες και τα κτήρια υπηρεσιών, καθώς και για τη βιομηχανία. Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι σχετικά περιορισμένη στον τομέα των μεταφορών, ιδίως σε μακροχρόνιο ορίζοντα, όμως είναι σημαντική βραχυχρόνια, επειδή πέραν των Ευρωπαϊκών κανονισμών για τα οχήματα (που αφορά στην περίοδο μέχρι το 2020), δεν περιλαμβάνονται επιπλέον μέτρα βελτίωσης της αποδοτικότητας και εντατικότερης χρήσης αποδοτικών μέσων μεταφοράς.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για τις οικίες και τα κτήρια οδηγούν στο Σενάριο Αναφοράς σε βελτίωση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο κατά 1.5% ετησίως μεσοχρόνια και κατά 1% μακροχρόνια. Η προβολή της βελτίωσης αυτής στο μέλλον οδηγεί σε μέση κατανάλωση 100 kWh/τ.μ. έναντι 131 kWh/τ.μ. το 2010 και 78 kWh/τ.μ. το 2050. Η βελτίωση αυτή είναι αποτέλεσμα τόσο της εφαρμογής αυστηρών κανονισ-

μών για την ενεργειακή αποδοτικότητα νέων κατασκευών, όσο και της επιτάχυνσης των ρυθμών ενεργειακής αναβάθμισης παλαιών κτηρίων και οικιών.

Σχετικά με την κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας κατά τομέα (Πίνακας 5) παρατηρείται η σχετικά μεγάλη συμμετοχή του τομέα των μεταφορών, η οποία διατηρείται σε όλο τον χρονικό ορίζοντα της προβολής και στα δύο σενάρια. Όπως αναφέρθηκε, οι πολιτικές βελτίωσης της αποδοτικότητας ενέργειας στις μεταφορές είναι ανεπαρκείς στα σενάρια αυτά.

Το μερίδιο της βιομηχανίας είναι φθίνον και στα δύο σενάρια, ενώ το μερίδιο των οικιών και κτηρίων διατηρείται σταθερό στο Σενάριο Αναφοράς, αλλά στο Σενάριο Καμίας Πολιτικής κινείται ανοδικά. Αυτό οφείλεται στη σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας που περιλαμβάνεται στο Σενάριο Αναφοράς.

Πίνακας 3: Εξέλιξη δεικτών ενεργειακής έντασης

Μέση % ετήσια μεταβολή δεικτών με βάση το 2005	1990-2005	2005-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2050
Ζήτηση Πρωτογενούς Ενέργειας ως προς το ΑΕΠ					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	-0.65	-2.32	0.22	-1.09	-1.02
Σενάριο Αναφοράς			-1.35	-1.72	-1.63
Ζήτηση Ενέργειας στη Βιομηχανία ως προς την Βιομηχανική παραγωγή					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	-0.83	-1.20	-1.10	-0.47	-0.61
Σενάριο Αναφοράς			-1.96	-1.07	-0.73
Ζήτηση Ενέργειας στον Οικιακό Τομέα ως προς το Εισόδημα					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	1.50	0.39	0.44	-0.70	-1.21
Σενάριο Αναφοράς			-0.41	-1.41	-1.89
Ζήτηση Ενέργειας στον τομέα Υπηρεσιών ως προς τη Δραστηριότητα					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	0.24	-1.10	1.58	-0.34	-0.47
Σενάριο Αναφοράς			0.35	-0.95	-0.92
Ζήτηση Ενέργειας στις Επιβατικές Μεταφορές ως προς τη Δραστηριότητα					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	-1.16	-0.35	-0.17	-0.92	-0.18
Σενάριο Αναφοράς			-1.28	-1.24	-0.32
Ζήτηση Ενέργειας στις Εμπορευματικές Μεταφορές ως προς τη Δραστηριότητα					
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	-1.55	-0.79	-0.17	-0.10	-0.04
Σενάριο Αναφοράς			-0.68	-1.04	-0.26

Πίνακας 4: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στα Σενάρια Αναφοράς και Καμίας Πολιτικής

	Ενεργειακή Κατανάλωση σε Κτυπ													Μέσα ποσοστά ετήσιας μεταβολής					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Σενάριο Αναφοράς																			
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας κατά τομέα	14541	15838	18560	20800	20102	20411	21931	22737	23426	23932	24671	25413	26043	2.5	0.8	0.9	0.7	0.5	0.5
Βιομηχανία	3945	4114	4445	4143	3341	2994	2986	2986	2988	2991	3069	3191	3331	1.2	-2.8	-1.1	0.0	0.3	0.8
- ενεργοβόρες βιομηχανίες	2535	2493	2727	2573	2096	1808	1787	1778	1777	1773	1790	1831	1884	0.7	-2.6	-1.6	-0.1	0.1	0.5
- λοιπή μεταποίηση	1410	1621	1718	1570	1245	1186	1199	1208	1212	1217	1279	1360	1447	2.0	-3.2	-0.4	0.1	0.5	1.2
Οικιακός Τομέας	3057	3332	4486	5489	5695	5805	6352	6585	6857	6929	7005	7034	6959	3.9	2.4	1.1	0.8	0.2	-0.1
Τομέας Υπηρεσιών και Γεωργίας	1718	1947	2417	3083	3127	3452	3960	4220	4541	4861	5196	5522	5766	3.5	2.6	2.4	1.4	1.4	1.0
Μεταφορές	5821	6445	7212	8085	7938	8161	8633	8946	9040	9151	9402	9666	9987	2.2	1.0	0.8	0.5	0.4	0.6
κατά μορφή ενέργειας																			
Στερεά καύσιμα	1053	1074	888	446	235	202	224	224	213	206	208	217	227	-1.7	-12.5	-0.4	-0.5	-0.2	0.9
Πετρέλαιο	10073	10837	12631	14278	13312	12732	12605	12644	12468	12492	12661	12873	13063	2.3	0.5	-0.5	-0.1	0.2	0.3
Αέριο	15	14	257	585	860	1170	1419	1958	2364	2325	2350	2417	2465	33.0	12.8	5.1	5.2	-0.1	0.5
Ηλεκτρική ενέργεια	2448	2931	3710	4377	4370	4615	5451	6042	6517	7058	7563	8000	8373	4.2	1.6	2.2	1.8	1.5	1.0
ΑΠΕ και λοιπές μορφές	952	982	1074	1115	1326	1693	2232	1869	1865	1852	1888	1906	1916	1.2	2.1	5.3	-1.8	0.1	0.1
Σενάριο Καμίας Πολιτικής																			
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας κατά τομέα	14541	15838	18560	20800	20102	21695	24307	26038	27706	29059	30534	32007	33436	2.5	0.8	1.9	1.3	1.0	0.9
Βιομηχανία	3945	4114	4445	4143	3341	3121	3258	3368	3466	3534	3653	3809	3953	1.2	-2.8	-0.3	0.6	0.5	0.8
- ενεργοβόρες βιομηχανίες	2535	2493	2727	2573	2096	1876	1932	2000	2077	2132	2183	2256	2317	0.7	-2.6	-0.8	0.7	0.5	0.6
- λοιπή μεταποίηση	1410	1621	1718	1570	1245	1245	1326	1368	1389	1403	1469	1552	1637	2.0	-3.2	0.6	0.5	0.6	1.1
Οικιακός Τομέας	3057	3332	4486	5489	5695	6177	6920	7540	8029	8363	8689	9041	9345	3.9	2.4	2.0	1.5	0.8	0.7
Τομέας Υπηρεσιών και Γεωργίας	1718	1947	2417	3083	3127	3739	4472	4897	5453	5952	6529	7062	7579	3.5	2.6	3.6	2.0	1.8	1.5
Μεταφορές	5821	6445	7212	8085	7938	8657	9657	10233	10759	11210	11663	12096	12558	2.2	1.0	2.0	1.1	0.8	0.7
κατά μορφή ενέργειας																			
Στερεά καύσιμα	1053	1074	888	446	235	226	273	277	289	302	316	334	356	-1.7	-12.5	1.5	0.6	0.9	1.2
Πετρέλαιο	10073	10837	12631	14278	13312	13541	14443	14626	14941	15435	15914	16387	16800	2.3	0.5	0.8	0.3	0.6	0.5
Αέριο	15	14	257	585	860	1166	1734	2543	3087	3173	3307	3398	3524	33.0	12.8	7.3	5.9	0.7	0.6
Ηλεκτρική ενέργεια	2448	2931	3710	4377	4370	5484	6532	7173	7999	8718	9540	10382	11237	4.2	1.6	4.1	2.0	1.8	1.6
ΑΠΕ και λοιπές μορφές	952	982	1074	1115	1326	1279	1325	1419	1390	1430	1457	1506	1519	1.2	2.1	0.0	0.5	0.5	0.4

Σημ.: ως τιπ νοείται ο τόνος ισοδυνάμου πετρελαίου (ton of oil equivalent)

Πίνακας 5: Δομή της Κατανάλωσης Ενέργειας

	2005	2020	2030	2050
Σενάριο Αναφοράς	Ποσοστιαία Διάρθρωση κατά τομέα			
Βιομηχανία	19.9	13.6	12.8	12.8
Οικιακός Τομέας	26.4	29.0	29.3	26.7
Υπηρεσίες και Γεωργία	14.8	18.1	19.4	22.1
Μεταφορές	38.9	39.4	38.6	38.3
Σενάριο Αναφοράς	Ποσοστιαία Διάρθρωση κατά μορφή ενέργειας			
Στερεά καύσιμα	2.1	1.0	0.9	0.9
Πετρέλαιο	68.6	57.5	53.2	50.2
Αέριο	2.8	6.5	10.1	9.5
Ηλεκτρική ενέργεια	21.0	24.9	27.8	32.2
ΑΠΕ και λοιπές μορφές	5.4	10.2	8.0	7.4
	2005	2020	2030	2050
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	Ποσοστιαία Διάρθρωση κατά τομέα			
Βιομηχανία	19.9	13.4	12.5	11.8
Οικιακός Τομέας	26.4	28.5	29.0	27.9
Υπηρεσίες και Γεωργία	14.8	18.4	19.7	22.7
Μεταφορές	38.9	39.7	38.8	37.6
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	Ποσοστιαία Διάρθρωση κατά μορφή ενέργειας			
Στερεά καύσιμα	2.1	1.1	1.0	1.1
Πετρέλαιο	68.6	59.4	53.9	50.2
Αέριο	2.8	7.1	11.1	10.5
Ηλεκτρική ενέργεια	21.0	26.9	28.9	33.6
ΑΠΕ και λοιπές μορφές	5.4	5.5	5.0	4.5

Σχετικά με τη διάρθρωση της κατανάλωσης κατά μορφή ενέργειας παρατηρείται ότι και στα δύο σενάρια το πετρέλαιο διατηρείται ως η κύρια μορφή ενέργειας με μερίδιο, που αν και φθίνει, παραμένει μεγαλύτερο του 50% μέχρι το 2050. Το ποσοστό αυτό είναι σχετικά μεγάλο συγκριτικά με τη λοιπή Ευρωπαϊκή Ένωση πράγμα που καταδεικνύει ότι το ζήτημα της απεξάρτησης από το πετρέλαιο παραμένει ως πρόβλημα παρά τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο Σενάριο Αναφοράς.

Η χρήση του πετρελαίου περιορίζεται σταδιακά περισσότερο στις μεταφορές και ειδικές χρήσεις, αλλά η έλλειψη μέτρων υποκατάστασής του στις μεταφορές εξηγεί τη συνέχιση της εξάρτησης.

Η διείσδυση του φυσικού αερίου σε τελικές ενεργειακές χρήσεις διατηρείται μακροχρόνια περίπου στο 10% και στα δύο σενάρια, επειδή γίνεται η υπόθεση συνέχισης σχετικά αδύναμων πολιτικών ανάπτυξης υποδομών στη διανομή φυσικού αερίου στις πόλεις (και λόγω μη ανάπτυξής τους σε όλη την επικράτεια) και στις βιομηχανικές και βιοτεχνικές περιοχές. Θα απαιτούνταν σημαντικές επενδύσεις στη διανομή αερίου, πολλές από τις οποίες θα ήταν ασύμφορες σε ιδιωτικοοικονομική βάση ώστε η χρήση του φυσικού αερίου στην τελική κατανάλωση να φθάσει τα επίπεδα ώριμων αγορών, όπως σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η προβολή στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς δείχνει σημαντική πρόοδο σχετικά με τη χρήση ΑΠΕ σε τελικές ενεργειακές χρήσεις, αντίθετα με το Σενάριο καμίας πολιτικής. Η επέκταση των ΑΠΕ γίνεται στα κτήρια και οικίες καθώς και στις μεταφορές μέσω των βιοκαυσίμων.

Και τα δύο σενάρια καταδεικνύουν τη συνεχή αύξηση του μεριδίου της ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική κατανάλωση, τάση η οποία επιβεβαιώνεται τόσο από τα στατιστικά στοιχεία για το παρελθόν, όσο και από

Πίνακας 6: Δομή της Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

	2005	2020	2030	2050
Σενάριο Αναφοράς	GWh			
Σύνολο	63196	76361	90709	113983
Βιομηχανία	14416	12136	12055	13049
Οικιακός Τομέας	16872	24415	30406	39522
Υπηρεσίες και Γεωργία	19408	26579	33000	44296
Μεταφορές	199	256	320	494
Ενεργειακός τομέας	2177	1794	1761	1853
Ιδιοκαταναλώσεις	4527	3663	4038	3082
Απώλειες μεταφοράς και διανομής	5597	7519	9129	11685
Μέσος Συντελεστής φορτίου (%)	62.1	58.8	57.7	57.0
Αιχμή Φορτίου (MW)	10784	14105	17140	22218
	2005	2020	2030	2050
Σενάριο Καμίας Πολιτικής	GWh			
Σύνολο	63196	92901	112984	157237
Βιομηχανία	14416	12436	13173	14762
Οικιακός Τομέας	16872	30195	36944	51554
Υπηρεσίες και Γεωργία	19408	33022	42487	63641
Μεταφορές	199	302	408	701
Ενεργειακός τομέας	2177	1936	2040	2270
Ιδιοκαταναλώσεις	4527	5778	6595	8432
Απώλειες μεταφοράς και διανομής	5597	9231	11338	15876
Μέσος Συντελεστής φορτίου (%)	62.1	58.0	57.4	56.6
Αιχμή Φορτίου (MW)	10784	17158	21170	30002

την εμπειρία πολλών χωρών. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναπτύσσεται τόσο λόγω της επέκτασης των ειδικών ηλεκτρικών χρήσεων (συσσκευές, νέες τεχνολογίες), όσο και μέσω της υποκατάστασης ορυκτών καυσίμων σε όλους τους τομείς (εκτός των μεταφορών στα σενάρια αυτά), λόγω της ευκολίας, καθαρότητας και σε ειδικές περιπτώσεις λόγω της ανταγωνιστικότητας της ηλεκτρικής ενέργειας έναντι της καύσης ορυκτών καυσίμων.

Και τα δύο σενάρια δείχνουν αντιστροφή των τάσεων μείωσης της κατανάλωσης ε-

νέργειας που παρατηρείται κατά την τρέχουσα περίοδο της ύφεσης, όμως το Σενάριο Αναφοράς που περιλαμβάνει σημαντικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας συσκευών προβάλλει στο μέλλον ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που σαφώς υπολείπονται των ρυθμών της τελευταίας δεκαετίας αλλά και της προβολής στο πλαίσιο του σεναρίου καμίας πολιτικής.

Στο Σενάριο Αναφοράς η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι περίπου 2% μεσοχρόνια και μεταξύ 1.5 και 1% μακροχρόνια, έναντι ρυθμών μεταξύ 3 και 4% κατά την τελευταία δεκαετία. Συγκρίνοντας την προβολή αυτή με αυτήν του Σεναρίου καμίας πολιτικής προκύπτει ότι η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας (λόγω των Ευρωπαϊκών Οδηγιών και Κανονισμών) αφαιρεί περίπου δύο ποσοστιαίες μονάδες στους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που επιτυγχάνεται στο Σενάριο Αναφοράς οδηγεί σε μείωση της αιχμής φορτίου περίπου κατά 3000 MW το 2020 και 4000 MW το 2030.

Οι προβολές στο μέλλον δείχνουν ότι η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι ταχύτερη στους τομείς των οικιών και κτηρίων, παρά στη βιομηχανία, με αποτέλεσμα ο μέσος συντελεστής φορτίου να μειώνεται ελαφρά στο μέλλον. Κατά συνέπεια, η αιχμή φορτίου αυξάνεται ταχύτερα από τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής

ενέργειας. Λόγω της υπόθεσης για διασύνδεση των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόνομα συστήματα θα μειωθεί περίπου στις 2000 GWh το 2030 και θα τείνει προς το μηδέν προ του 2050, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη αύξηση της ισχύος του διασυνδεδεμένου συστήματος.

3.3 Η Ηλεκτροπαραγωγή

Στο Σενάριο Αναφοράς, εκτός από τη μειωμένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής, αναπτύσσεται φιλόδοξη πολιτική για τις ΑΠΕ στο πλαίσιο της σχετικής Οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ως αποτέλεσμα της μεγάλης διείσδυσης των ΑΠΕ και της επίδρασης των τιμών αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα στο πλαίσιο του μηχανισμού ETS, η δομή της ηλεκτροπαραγωγής μεταβάλλεται σταδιακά και ήδη το 2020 λαμβάνει χαρακτηριστικά πολύ διαφορετικά από το παρελθόν αλλά και συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής.

Η δομή της ηλεκτροπαραγωγής προβάλλεται στο μέλλον ως αποτέλεσμα της βέλτιστης ανάπτυξης και λειτουργίας του συστήματος δεδομένου του στόχου διείσδυσης των ΑΠΕ και των τιμών διοξειδίου του άνθρακα που διαμορφώνονται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Το μαθηματικό υπόδειγμα δεν αναπαράγει απαραίτητα το μείγμα ανάπτυξης των ΑΠΕ όπως έχει εξαγγελθεί από το ΥΠΕΚΑ γιατί το μείγμα είναι αποτέ-

λεσμα της βελτιστοποίησης. Οι τιμές διοξειδίου του άνθρακα στο μέλλον υπολογίσθηκαν από το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES στο πλαίσιο σχετικής μελέτης⁵ για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Σύμφωνα με την ανάλυση αυτή, ο συνδυασμός των επιδράσεων της οικονομικής κρίσης των ετών 2007-2011 και της εφαρμογής φιλόδοξων πολιτικών για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας από τις χώρες-μέλη της ΕΕ θα οδηγήσει την αγορά ETS σε σχετικά χαμηλές τιμές διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2020 (17€/τόνο CO₂). Μετά το 2020 λόγω της μείωσης των αδειών εκπομπής που θα δημοπρατούνται, θα πρέπει να αναμένεται συνεχής αύξηση των τιμών: 37€/τόνο CO₂ το 2030 και 50-55€/τόνο CO₂ μετά το 2035 μέχρι το 2050.

Παρά τις χαμηλές τιμές διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2020, οι επιδράσεις στην ηλεκτροπαραγωγή της Ελλάδας θα είναι σημαντικές λόγω της μεγάλης συμμετοχής της παραγωγής από λιγνίτη. Οι τιμές αυτές δεν αλλάζουν με τη σειρά φόρτισης των μονάδων στην Ημερήσια Αγορά, όμως μειώνουν την κερδοφορία των λιγνιτικών σταθμών και επηρεάζουν ιδιαίτερα αρνητικά τις προοπτικές επενδύσεων σε νέες λιγνιτικές μονάδες χωρίς τεχνολογία δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα. Οι τιμές μετά το 2020 επηρεάζουν επίσης τη σειρά φόρ-

⁵ Energy Trends to 2030 – Update 2009, http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/index_en.htm

τισης των μονάδων και βέβαια αποθαρρύνουν νέες επενδύσεις σε συμβατικής τεχνολογίας λιγνιτικές μονάδες.

Ταυτόχρονα, η μεγάλη συμμετοχή των ΑΠΕ που πρέπει να αναμένεται λόγω των σχετικά υψηλών τιμών αγοράς της παραγωγής τους και των λοιπών υποστηρικτών μέτρων (άδειες, ανάπτυξη μεγάλων έργων

για τους σταδιακά μετά το 2016 και μέχρι το 2027, με μικρές μόνο εξαιρέσεις.

Οι νέες αυτές συνθήκες οδηγούν τη δομή της ηλεκτροπαραγωγής σε ριζική αναδιάρθρωση στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς. Η νέα δομή θα περιλαμβάνει κυρίως ΑΠΕ και φυσικό αέριο. Με τις ακολουθούμενες πολιτικές που αποτυπώνονται στο Σενάριο Αναφοράς εγκαταλείπεται η βασική ενεργειακή επιλογή στην ηλεκτροπαραγωγή των τελευταίων σαράντα ετών που βασίστηκε στους εγχώριους λιγνίτες.

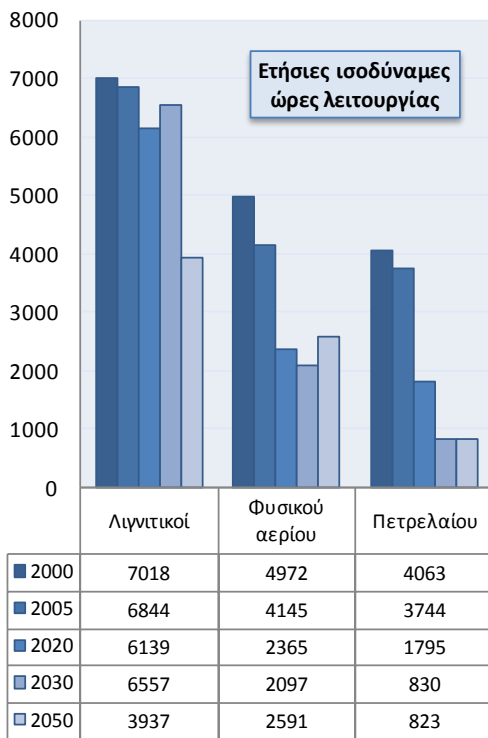
Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του μαθηματικού υποδείγματος η παύση λειτουργίας των λιγνιτικών σταθμών θα ακολουθήσει το εξής πρόγραμμα:

- 2015: 900 MW
- προ του 2020: 900 MW
- προ του 2025: 2100 MW
- προ του 2030: 1000 MW

Από τις υφιστάμενες μονάδες μόνο η μονάδα Μελίτης θα παραμείνει σε λειτουργία το 2030 και μετά.

Από την ανάλυση στο πλαίσιο των υποθέσεων του Σεναρίου Αναφοράς, προκύπτει ως οικονομικά σκόπιμη η αντικατάσταση μέρους λιγνιτικής ισχύος από νέες συμβατικές μονάδες υπερκρίσιμης τεχνολογίας (χωρίς CCS) με πλήρεις εγκαταστάσεις αποφυγής αερίων ρύπων, σύμφωνα με το εξής πρόγραμμα:

Διάγραμμα 5: Μέση φόρτιση θερμικών μονάδων στο Σενάριο Αναφοράς



ΑΠΕ, νέα δίκτυα, διασύνδεση νησιών) δεν θα επιτρέπει ανάπτυξη μονάδων βάσης με συνεχή λειτουργία αλλά θα ευνοεί επέκταση του συστήματος με πιο ευέλικτες μονάδες, όπως είναι οι μονάδες φυσικού αερίου.

Λόγω της Οδηγίας για τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης οι υφιστάμενες λιγνιτικές μονάδες θα πρέπει να παύσουν τη λειτουργία

- ένταξη προ του 2020: 650 MW
- ένταξη 2020-2030: 1750 MW

Από την ανάλυση προκύπτει επίσης η σκοπιμότητα παύσης λειτουργίας όλων των παλαιών μονάδων πετρελαίου και φυσικού αερίου του διασυνδεδεμένου συστήματος προ του 2020, με εξαίρεση τις μονάδες συνδυασμένου κύκλου και τους αεριοστρόβιλους. Για τη βέλτιστη ανάπτυξη του συστήματος, η ανάλυση υποδεικνύει την ανάπτυξη νέας ισχύος μονάδων φυσικού αερίου σύμφωνα με το εξής πρόγραμμα:

- προ του 2020: 3100 MW περιλαμβανομένων των μονάδων που εντάχθηκαν το 2011
- 2020-2030: 4800 MW
- 2030-2040: 4500 MW
- 2040-2050: 3200 MW

Σύμφωνα με την ανάλυση το μεγαλύτερο μέρος των νέων μονάδων φυσικού αερίου θα πρέπει να διαθέτει δυνατότητα ευέλικτης λειτουργίας για την παρακολούθηση κυμαινόμενου φορτίου με χαρακτηριστικά ταχείας ανόδου και καθόδου φορτίου.

Η διασύνδεση των νησιών θα επιτρέψει τη σταδιακή μείωση της χρήσης πετρελαίου στην ηλεκτροπαραγωγή. Το βέλτιστο πρόγραμμα περιλαμβάνει διασύνδεση της Κρήτης με το ηπειρωτικό σύστημα και τη διατήρηση συμπληρωματικών και εφεδρικών μονάδων στη νήσο, καθώς και παρόμοιο πρόγραμμα για τα Δωδεκάνησα αλλά

σε πιο μακροχρόνια προοπτική. Στο ρεο δεν περιλαμβάνεται διασύνδεση των νησιών του βορείου και ανατολικού Αιγαίου όπου θα παραμείνει παραγωγή με πετρέλαιο.

Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της βέλτιστης ανάπτυξης του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 2050 στο πλαίσιο της ακολουθούμενης σήμερα πολιτικής. Η κινητήριος δύναμη των αλλαγών που προσομοιώνονται είναι οι σταθερές τιμές αγοράς της παραγωγής των ΑΠΕ από τους Διαχειριστές Συστήματος και Δικτύου, η αναμενόμενη τεχνολογική πρόοδος και η πτώση του μοναδιαίου κόστους επένδυσης, ιδίως των ηλιακών συστημάτων, καθώς και οι σχετικά υψηλές τιμές αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα πέραν του 2020.

Στο Σενάριο Αναφοράς γίνεται η υπόθεση ότι δεν θα αναπτυχθεί ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνική ενέργεια και ότι δεν αναπτύσσονται χώροι αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα. Χωρίς επομένως τις επιλογές αυτές, οι τιμές διοξειδίου του άνθρακα σε μακροχρόνια προοπτική αποτελούν σχετικά επαρκές κίνητρο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, σε συνδυασμό με τα υποστηρικτικά μέτρα που αναφέρθηκαν.

Το Σενάριο Αναφοράς περιγράφει ένα ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα το οποίο θα παράγει κατά 40% από ΑΠΕ το 2020 και κατά περίπου 50% από ΑΠΕ σε όλη την χρονική περίοδο μετά το 2020, έναντι 11.6% το 2005. Η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ θα υπερβαίνει το 50% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος κατά το διάστημα από το 2020 έως και το 2050.

Στο σύστημα αυτό οι λιγνιτικές μονάδες θα έχουν συνεχώς μειούμενη συνεισφορά και θα καλύπτουν το ένα τρίτο της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής το 2020, έναντι 60% το 2005. Το ποσοστό αυτό θα μειωθεί κάτω από το 10% από το 2040 έως και το 2050.

Οι μονάδες φυσικού αερίου θα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος λόγω της μεγάλης συμμετοχής των στοχαστικών ΑΠΕ, οι οποίες θα παράγουν το 28% του συνόλου το 2020 και θα υπερβούν το 35% μετά το 2030.

Η παραγωγή από φυσικό αέριο θα καλύπτει το 22% του συνόλου το 2020, έναντι 14% σήμερα. Η συμμετοχή του θα

φθάσει το 35% το 2040 και θα υπερβεί το 40% το 2050 (Πίνακας 8). Οι μονάδες φυσικού αερίου θα αποτελέσουν σταδιακά το μεγαλύτερο τμήμα των θερμικών μονάδων του συστήματος: 76% το 2050, έναντι 28% σήμερα. Όμως ο βαθμός χρησιμοποίη-

Πίνακας 7: Δομή Ηλεκτροπαραγωγής στο Σενάριο Αναφοράς

Σενάριο Αναφοράς	2000	2005	2020	2030	2040	2050
Εγκατεστημένη Ισχύς (αποδιδόμενη σε MW)	10535	12126	24508	34129	40965	44451
<u>Πυρηνικά</u>	0	0	0	0	0	0
<u>Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας</u>	2916	3265	12893	18442	21670	21884
Υδροηλεκτρικά χωρίς άντληση	2663	2714	3956	4046	4046	4046
Με ταμιευτήρα	2608	2611	2951	2951	2951	2951
Ροή ποταμού	54	103	1004	1094	1094	1094
Αιολική ενέργεια	226	491	6354	9420	10680	10680
Επίγεια αιολικά	226	491	6094	8763	10023	10023
Θαλάσσια αιολικά	0	0	260	657	657	657
Ηλιακή ενέργεια	0	1	2239	4422	6184	6328
Γεωθερμία	0	0	65	89	89	89
Βιομάζα-Απόβλητα	28	59	279	464	671	741
Λοιπές ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0
<u>Μονάδες ορυκτών καυσίμων</u>	7618	8861	11615	15687	19295	22566
Λιγνιτικές	4486	4764	3725	2834	2493	2493
Πετρελαίου	2079	2274	2343	2585	2772	2866
Αερίου	1053	1823	5547	10268	14030	17208
Σενάριο Αναφοράς	2000	2005	2020	2030	2040	2050
Παραγωγή Ηλεκτρισμού (αποδιδόμενη σε GWh)	49436	55137	68262	83439	96317	106911
<u>Πυρηνικά</u>	0	0	0	0	0	0
<u>Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας</u>	4280	6418	28072	41198	49702	50302
Υδροηλεκτρικά χωρίς άντληση	3671	4991	6335	6493	6575	6579
Με ταμιευτήρα	3622	4925	5672	5755	5830	5840
Ροή ποταμού	49	67	664	738	745	738
Αιολική ενέργεια	451	1266	16519	24143	27896	27896
Επίγεια αιολικά	451	1266	15881	22440	26193	26193
Θαλάσσια αιολικά	0	0	638	1703	1703	1703
Ηλιακή ενέργεια	0	1	3284	7846	11332	11554
Γεωθερμία	0	0	569	782	782	782
Βιομάζα-Απόβλητα	158	160	1364	1934	3118	3492
Λοιπές ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0
<u>Μονάδες ορυκτών καυσίμων</u>	45156	48719	40190	42241	46615	56609
Λιγνιτικές	30895	32763	22866	18581	10690	9813
Πετρελαίου	8605	8454	4206	2131	2063	2204
Αερίου	5657	7502	13118	21528	33862	44591

Πίνακας 8: Δείκτες για το ηλεκτρικό σύστημα στο Σενάριο Αναφοράς

Σενάριο Αναφοράς	2005	2020	2030	2050
Μέσο ποσοστό χρήσης θερμικών σταθμών	51.9	31.8	27.9	27.5
Μέση απόδοση θερμικών σταθμών	36.8	40.2	43.2	52.1
Ποσοστό Η/Π από στοχαστικά ΑΠΕ	2.1	27.6	36.7	36.0
% διαφορά από σενάριο καμίας πολιτικής		13%	15%	20%
Ποσοστό Η/Π από συμπαραγωγή	1.8	1.7	1.9	2.9
% διαφορά από σενάριο καμίας πολιτικής		0%	1%	1%
Ποσοστό Η/Π από CCS	0.0	0.0	0.0	0.0
Ποσοστό Η/Π από μονάδες χωρίς εκπομπές	10.9	39.4	47.5	46.3
Μέσες εκπομπές CO ₂ (τόνοι ανά MWh)	0.773	0.432	0.320	0.224
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής		-20%	-31%	-50%

ησης των μονάδων φυσικού αερίου θα είναι περιορισμένος, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5.

Η παραγωγή από μονάδες πετρελαίου θα μειωθεί δραστικά όμως μέρος της εγκατεστημένης ισχύος θα πρέπει να παραμείνει ως εφεδρεία σε νησιά.

Χάρης στις πολιτικές για τη ΣΗΘΥΑ και την επίδραση των τιμών για το διοξείδιο του άνθρακα, τα αποτελέσματα για το σενάριο αναφοράς δείχνουν δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης της συμπαραγωγής συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα. Παρά ταύτα, το μερίδιο της ΣΗΘΥΑ στην ηλεκτροπαραγωγή θα παραμείνει χαμηλό (μέχρι 3% το 2050, Πίνακας 8) συγκριτικά με άλλες χώρες που διαθέτουν υψηλότερη ζήτηση για διανεμόμενο ατμό ή θερμότητα, λόγω της μεγαλύτερης βιομηχανικής ανάπτυξης και των υποδομών σε δίκτυα θερμότητας.

Η ανάλυση καταδεικνύει ως βέλτιστες, πρόσθετες επενδύσεις σε υδροηλεκτρικά συσ-

τήματα με άντληση⁶ τα οποία εκτιμήθηκαν σε περίπου 1000 MW μέχρι το 2020 και επιπλέον 1000 MW μετά το 2020.

Για τον τομέα των ΑΠΕ η ανάλυση της βέλτιστης ανάπτυξης στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς προκρίνει την αιολική ενέργεια ως την κύρια μορφή ηλεκτροπαραγωγής, ιδίως σε μεσοχρόνια προοπτική, σε συνδυασμό με την ηλιακή ενέργεια σε μακροχρόνια προοπτική. Το σενάριο προβλέπει περίπου 6500 MW αιολικών για το 2020 και ισχύ μεγαλύτερη των 10000 MW για τη περίοδο μετά το 2030. Μικρό τμήμα της ισχύος αυτής μπορεί να αναπτυχθεί στη θάλασσα. Για την ηλιακή ενέργεια, κυρίως φωτοβολταϊκά, το σενάριο προβλέπει 2239 MW το 2020 και επαύξηση μέχρι τα 6328 MW το 2050.

Το σενάριο περιλαμβάνει σημαντική συνεισφορά των μικρών υδροηλεκτρικών (μέχρι περίπου τα 1100 MW) καθώς και ανάπτυξη

⁶ Ο Πίνακας 7 δεν περιλαμβάνει την ισχύ της άντλησης στην υδροηλεκτρική ισχύ.

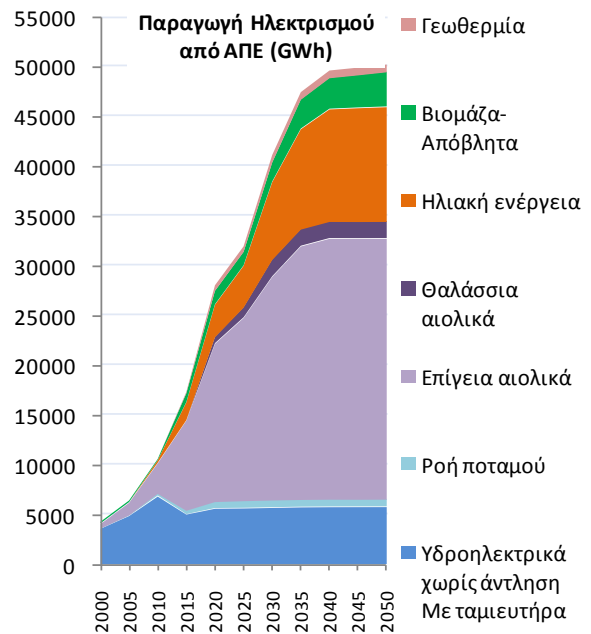
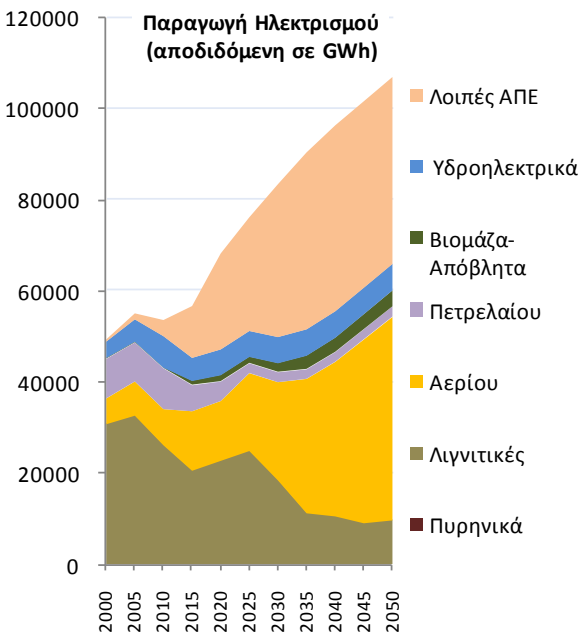
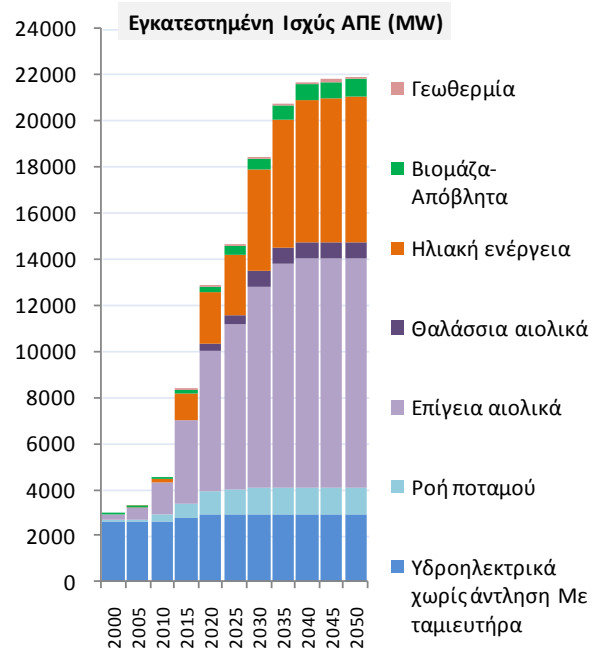
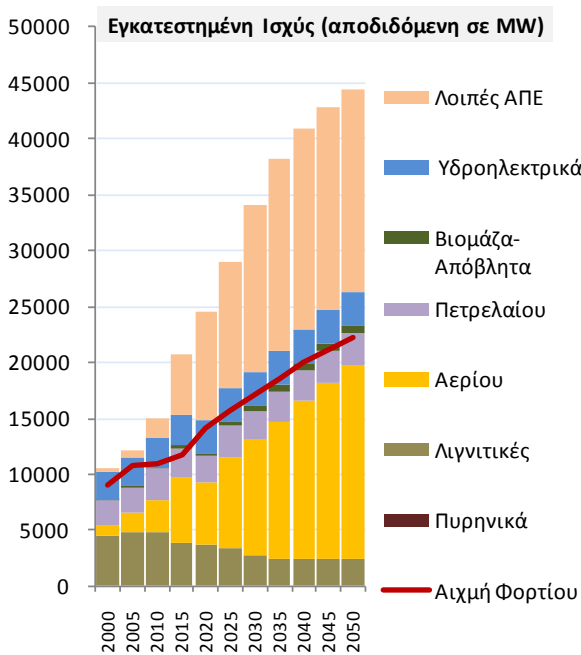
της γεωθερμίας υψηλής ενθαλπίας (περίπου 90 MW).

Το Σενάριο Αναφοράς προβλέπει επίσης ανάπτυξη επενδύσεων ηλεκτροπαραγωγής (κυρίως συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και

θερμότητας) στον τομέα της αξιοποίησης της βιομάζας και των αποβλήτων: 280 MW για το 2020 και περίπου 750 MW μέχρι το 2050.

Ως αποτέλεσμα των ως άνω μεταβολών

Διάγραμμα 6: Δομή της Ηλεκτροπαραγωγής στο Σενάριο Αναφοράς



στη δομή της ηλεκτροπαραγωγής, οι προβολές στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς δείχνουν σημαντική μείωση της έντασης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Πίνακας 8) η οποία μειώνεται κατά 80% το 2050 από τα σημερινά επίπεδα και κατά 50% από το σενάριο καμίας πολιτικής. Η μείωση της έντασης εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής είναι αξιοσημείωτη ήδη το 2020 οπότε μειώνεται κατά 40% από τα σημερινά επίπεδα και κατά 20% από το σενάριο καμίας πολιτικής.

Το Διάγραμμα 6 παρουσιάζει σχηματικά τη σημαντική μεταβολή της δομής της ηλεκτροπαραγωγής στο μέλλον όπως προσομοιώνεται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς.

Η προσομοίωση της λειτουργίας του συστήματος διασφαλίζει τον απαιτούμενο βαθμό αξιοπιστίας, μέσω εφεδρικών θερμικών μονάδων, της συνεισφοράς των υδροηλεκτρικών με ταμειυτήρα και άντληση, καθώς και των εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίες δεν αυξάνουν σε μέγεθος αλλά στο πλαίσιο ανάπτυξης της περιφερειακής αγοράς συνεισφέρουν σε ευελιξία εξισορρόπησης φορτίου.

Είναι αμφίβολο εάν υπό τις συνθήκες αυτές θα μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια η απαιτούμενη ισχύς θερμικών μονάδων, ιδίως των μονάδων φυσικού αερίου αλλά και των λοιπών εφεδρικών μονάδων. Θα είναι απαραίτητο

να εφαρμοσθούν σε θεσμικό επίπεδο μέθοδοι ιδιαίτερης αμοιβής της ισχύος θερμικών μονάδων, ώστε να διασφαλισθεί η εφεδρεία καθώς και οι επικουρικές υπηρεσίες που θα απαιτηθούν στο μέλλον.

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας θα περιλαμβάνει, κατά το μεγαλύτερο τμήμα της, παραγωγή και ισχύ που θα αμείβεται σε προκαθορισμένες τιμές. Ο ανταγωνισμός θα πρέπει κυρίως να αναπτυχθεί στη λιανική πώληση όπου θα πρέπει να εφαρμόζονται μεγάλης έκτασης περιορισμοί στους προμηθευτές σχετικά με τις ΑΠΕ και τη χρηματοδότηση εφεδρικών και επικουρικών υπηρεσιών. Θα απαιτηθεί μεγάλης έκτασης μεταρρύθμιση της σημερινής οργάνωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας πριν το 2020, ώστε να υποστηριχθεί αποτελεσματικά η αναδιοργάνωση του συστήματος η οποία περιγράφεται από το Σενάριο Αναφοράς.

Ο Πίνακας 10 παρουσιάζει τους υπολογισμούς του μαθηματικού υποδείγματος σχετικά με το κόστος και τις τιμές της ηλεκτρι-

Πίνακας 9: Καύσιμα στην Ηλεκτροπαραγωγή

	Σενάριο Αναφοράς			
(Κτυπ)	2005	2020	2030	2050
Στερεά	8693	5804	4593	2342
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής		-35%	-48%	-81%
Πετρέλαιο	2055	898	431	378
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής		-18%	-58%	-70%
Αέριο	1605	2104	3473	6228
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής		-40%	-28%	-6%

κής ενέργειας στα σενάρια Αναφοράς και Καμίας Πολιτικής.

Στο Σενάριο Αναφοράς το σταθερό κόστος ηλεκτροπαραγωγής (εξυπηρέτηση απασχολούμενων κεφαλαίων και κόστος συντήρησης) αυξάνει σημαντικά λόγω της ανάπτυξης των ΑΠΕ, αλλά και το μεγάλο μέγεθος των σταθμών εφεδρείας ισχύος σε συνδυασμό με το μικρό ποσοστό χρησιμοποίησής τους. Ταυτόχρονα μειώνεται το μεταβλητό κόστος (κυρίως κόστος καυσίμου), όμως η μείωση αυτή είναι μικρότερη από την αύξηση του σταθερού κόστους. Οι τιμές αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα επιβαρύνουν το κόστος με περίπου 6 Ευρώ ανά MWh το 2020 και με 10 Ευρώ ανά MWh μετά το 2020. Χωρίς την ανάπτυξη των ΑΠΕ και τη δραστική μείωση της χρήσης των λιγνιτών, η επιβάρυνση αυτή θα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη.

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η αύξηση του κόστους των δικτύων ανά πωλούμενη MWh η οποία λαμβάνει χώρα και στα δύο σενάρια, επειδή και στα δύο γίνεται η υπόθεση σταδιακής διασύνδεσης των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα. Η επιπλέον επιβάρυνση του κόστους δικτύων λόγω των ΑΠΕ, που συμβαίνει στο Σενάριο Αναφοράς, είναι σχετικά μικρή.

Ο μετασχηματισμός του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας που προσομοιώνεται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς οδηγεί σε αύξηση του μέσου κόστους που κυμαίνεται

μεταξύ 17 και 24% συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής. Χωρίς την επιβάρυνση από την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής, το κόστος του Σεναρίου Αναφοράς είναι μεταξύ 10 και 15% υψηλότερο συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής. Το κόστος του ηλεκτρικού συστήματος αντανακλάται στα τιμολόγια πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας

Πίνακας 10: Κόστος και τιμές Ηλεκτρικής Ενέργειας

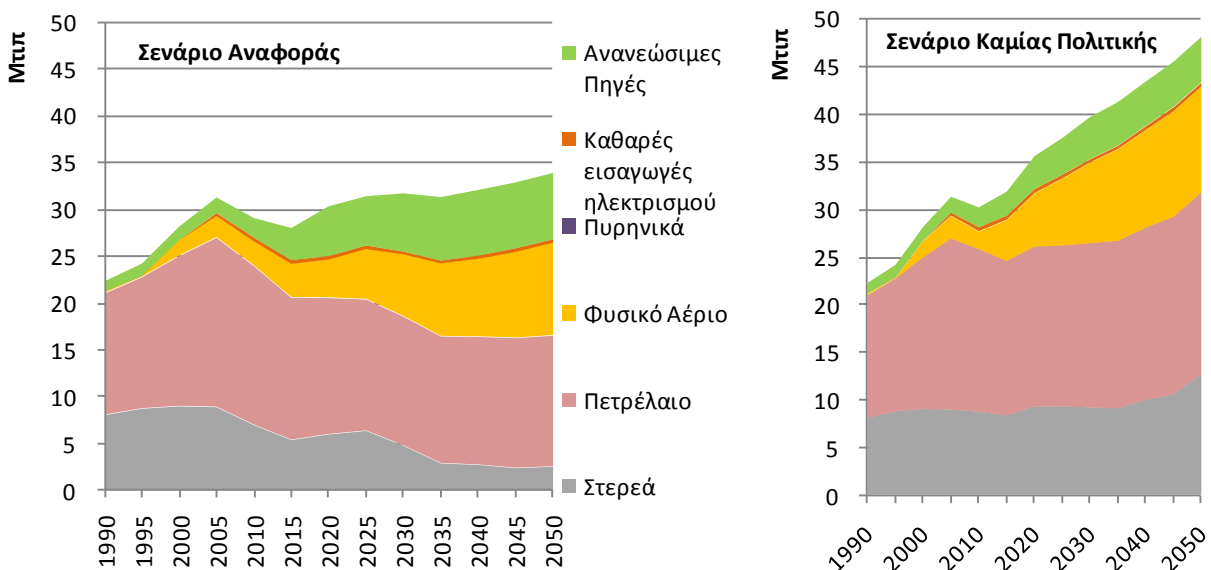
Σενάριο Αναφοράς: κόστος σε €'2008/MWh					
	2005	2010	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	99.7	107.2	90.1
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			16%	24%	27%
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	56.5	63.6	48.0
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	35.3	31.0	29.8
Φόροι και ETS	1.4	3.0	7.9	12.7	12.2
Κόστος Δικτύων	12.6	24.1	34.4	36.3	33.6
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.7	134.1	143.5	123.7
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			17%	22%	24%
Σενάριο Αναφοράς: τελικές τιμές καταναλωτή €'2008/MWh					
	2005	2010	2020	2030	2050
Ενεργοβόρος βιομηχανία	45.1	60.3	75.2	77.2	70.2
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			10%	16%	16%
Λουπή βιομηχανία	71.4	99.6	130.5	142.0	121.8
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			13%	17%	22%
Υπηρεσίες	107.5	121.2	142.5	148.6	124.6
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			20%	25%	26%
Οικιακός τομέας	83.0	108.0	139.7	148.2	124.9
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			10%	16%	16%
Σενάριο Καμίας Πολιτικής: κόστος σε €'2008/MWh					
	2005	2010	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	86.0	86.7	70.9
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	43.2	47.2	33.5
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	42.5	39.3	37.2
Φόροι και ETS	1.4	3.0	0.3	0.2	0.2
Κόστος Δικτύων	12.6	24.1	28.9	30.6	28.8
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.7	114.8	117.3	99.7
Σενάριο Καμίας Πολιτικής: τελικές τιμές καταναλωτή €'2008/MWh					
	2005	2010	2020	2030	2050
Ενεργοβόρος βιομηχανία	45.1	60.3	68.5	66.3	60.4
Λουπή βιομηχανία	71.4	99.6	115.4	121.3	100.1
Υπηρεσίες	107.5	121.2	118.7	118.6	98.7
Οικιακός τομέας	83.0	108.0	115.1	117.0	98.4

στους καταναλωτές, τα οποία σύμφωνα με τις προβλέψεις του μαθηματικού υποδείγματος θα αυξηθούν σημαντικά στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς. Δεν προβλέπεται ανάλογη αύξηση στο Σενάριο καμίας πολιτικής. Η αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπεται να είναι μικρότερη στα τιμολόγια για την ενεργοβόρο βιομηχανία (μεταξύ 10 και 16% συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής) και μεγαλύτερη στα λοιπά τιμολόγια.

Ο Πίνακας 9 παρουσιάζει την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή. Οι εξελίξεις στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς διαφοροποιούν δραστικά την κατανάλωση λιγνίτη στο μέλλον, η οποία μειώνεται συνεχώς από τα σημερινά επίπεδα. Η μείωση είναι 50% το 2030, συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής και φθάνει το 80% το 2050.

Η απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από το πετρέλαιο είναι επίσης θεαματική στο Σενάριο Αναφοράς για το οποίο η προβολή δείχνει μείωση κατά περίπου 60% το 2030 και 70% το 2050 συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής. Το φυσικό αέριο είναι το μόνο ορυκτό καύσιμο με αυξανόμενη κατανάλωση στην ηλεκτροπαραγωγή. Η εκτίμηση για το 2020 αντιστοιχεί σε αύξηση κατά περίπου 40% από τα σημερινά επίπεδα. Η κατανάλωση αυτή θα μπορούσε να ήταν 40% υψηλότερη αν δεν υπήρχε η πολιτική για τις ΑΠΕ, όπως φαίνεται συγκρίνοντας με τα αποτελέσματα του σεναρίου καμίας πολιτικής. Η κατανάλωση φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή τριπλασιάζεται το 2050 συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα και στα δύο σενάρια. Το αποτέλεσμα αυτό υπογραμμίζει τη μεγάλη στρατηγική σημασία του φυσικού αερίου στον

Διάγραμμα 7: Συνολικές ανάγκες πρωτογενούς ενέργειας



τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

3.4 Ανάγκες Πρωτογενούς Ενέργειας

Οι πολιτικές που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας.

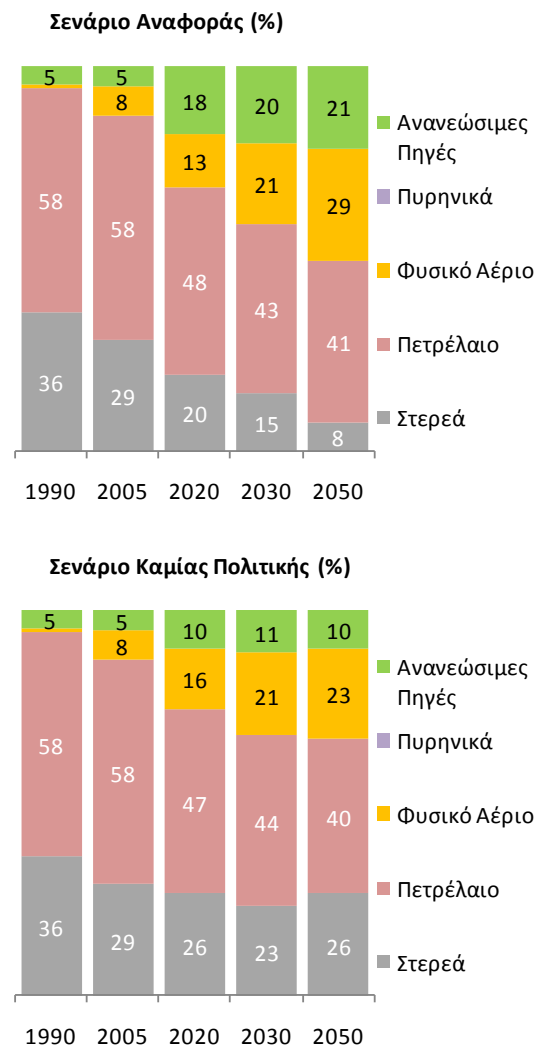
Οι συνολικές ανάγκες της Ελλάδας σε ενέργεια αυξάνονται στο Σενάριο Αναφοράς συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα, όμως οι ρυθμοί αύξησης είναι σαφώς κατώτεροι των ρυθμών οικονομικής ανάπτυξης καθώς και των ρυθμών αύξησης της συνολικής ζήτησης ενέργειας κατά την τελευταία δεκαετία. Αυτό είναι αποτέλεσμα των πολιτικών για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς, αλλά και της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή όπου υποκαθιστούν ορυκτά καύσιμα.

Χάρης στις πολιτικές αυτές η Ελλάδα θα έχει το 2020 συνολικές ενεργειακές ανάγκες μικρότερες από αυτές που είχε το 2005. Κατά τη χρονική περίοδο μετά το 2020 οι συνολικές ενεργειακές ανάγκες εκτιμάται ότι θα αυξάνονται με ρυθμούς της τάξης του 0,4% ετησίως οι οποίοι είναι σαφώς κατώτεροι των ρυθμών της περιόδου 1990-2005 οι οποίοι ήταν άνω του 2% ετησίως.

Χωρίς τις πολιτικές που ενσωματώνονται στο Σενάριο Αναφοράς η συνολική ζήτηση ενέργειας θα αύξανε, όπως εκτιμάται στο

Σενάριο καμίας πολιτικής: το 2015 θα γινόταν ίση με αυτή του 2005, ανακάμπτοντας μετά την περίοδο της οικονομικής ύφεσης, και στη συνέχεια θα αυξανόταν με ρυθμό 1.6% ετησίως μέχρι το 2020 και με ρυθμό μεγαλύτερο του 1% ετησίως μετά το 2020. Το Σενάριο Αναφοράς προβλέπει 15% μικρότερες συνολικές ενεργειακές ανάγκες το 2020 συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής. Η μείωση αυτή γίνεται 20% το

Διάγραμμα 8: Ποσοστιαία διάρθρωση πρωτογενούς ενέργειας



2030 και 30% το 2030.

Το Διάγραμμα 8 δείχνει τη θεαματική διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς και τη σημαντική πτώση των λιγνιτών. Το πετρέλαιο διατηρεί σημαντικό μερίδιο στη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας χάρις στη διατήρησή του ως κύριο καύσιμο στις μεταφορές. Το μερίδιο του φυσικού αερίου αυξάνεται σημαντικά, ιδίως σε μακροχρόνια προοπτική. Το Σενάριο καμίας πολιτικής διατηρεί την παραδοσιακή διάρθρωση του ενεργειακού ισοζυγίου.

Μέχρι το 2005 η βιομάζα και τα απόβλητα χρησιμοποιούνταν σχεδόν αποκλειστικά σε τελικές θερμικές χρήσεις (στους τομείς των οικιών, υπηρεσιών και βιομηχανίας), με εξαίρεση μερικές μικρές μονάδες στην ηλεκτροπαραγωγή (σύνολο περίπου 40 MW). Η παραδοσιακή χρήση της βιομάζας σε θερμικές χρήσεις αναμένεται να παραμείνει σταθερή ή και να μειωθεί μακροχρόνια.

Οι νέοι τομείς ανάπτυξης της βιομάζας και των αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς είναι η ηλεκτροπαραγωγή (και η συμπαραγωγή) και τα βιοκαύσιμα μεταφορών. Το Σενάριο Αναφοράς προβάλλει προοπτική σημαντικής ανάπτυξης στους τομείς αυτούς, με αποτέλεσμα η συνολική χρήση της βιομάζας και των αποβλήτων να διπλασιασθεί μέχρι το 2020, συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα και να παραμείνει στα επι-

πέδα του 2020 μέχρι το 2050.

Το Σενάριο Αναφοράς προβλέπει τη χρήση 530 χιλ. τπβ βιοκαυσίμων στις μεταφορές το 2020, ποσότητα η οποία αυξάνεται μέχρι τους 630 χιλ. τπβ μακροχρόνια. Τα βιοκαύσιμα θα καλύπτουν το 9% της κατανάλωσης ενέργειας στις οδικές μεταφορές το 2020, ποσοστό που θα αυξηθεί μέχρι το 10% μετά το 2035. Το Σενάριο Αναφοράς προβλέπει τη χρήση 440 χιλ. τπβ βιομάζας και αποβλήτων στην ηλεκτροπαραγωγή το 2020, ποσότητα που θα ξεπεράσει τους 800 χιλ. τπβ μακροχρόνια.

Το Σενάριο προβλέπει ότι σημαντικό μέρος των νέων αναπτυσσόμενων χρήσεων της βιομάζας (βιοκαύσιμα και ηλεκτροπαραγωγή) θα εισάγεται μέχρι το 2020 (περίπου το 40%), όμως για τη συνέχεια το σενάριο θεωρεί την ανάπτυξη εγχώριας παραγωγής, ώστε σταδιακά το μερίδιο των εισαγωγών να μειωθεί στο 24% το 2030 και περαιτέρω στο 12% το 2050.

Επομένως το Σενάριο Αναφοράς περιλαμβάνει την ανάπτυξη σημαντικής εγχώριας παραγωγής και βιομηχανίας επεξεργασίας βιομάζας και αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς με ετήσιο κύκλο εργασιών της τάξης των 2 δισεκ. €(2008) το 2050.

Χάρις στην εξοικονόμηση ενέργειας, τις διασυνδέσεις των νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα και τη διακοπή λειτουργίας πετρελαϊκών σταθμών στην ηλεκτροπαραγωγή

γή, το Σενάριο Αναφοράς προβάλει στο μέλλον σημαντική μείωση των εισαγωγών πετρελαίου, το ύψος των οποίων ήδη πριν το 2020 θα μειωθεί στο επίπεδο εισαγωγών του 1995, παραμένοντας σε αυτά τα επίπεδα μέχρι και το 2050. Το πετρέλαιο θα παραμείνει ουσιαστικά μόνο ως καύσιμο κίνησης στο Σενάριο Αναφοράς.

Η εξοικονόμηση εισαγωγών πετρελαίου είναι περίπου 12% για το 2020 και 20% μετά το 2020 συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής.

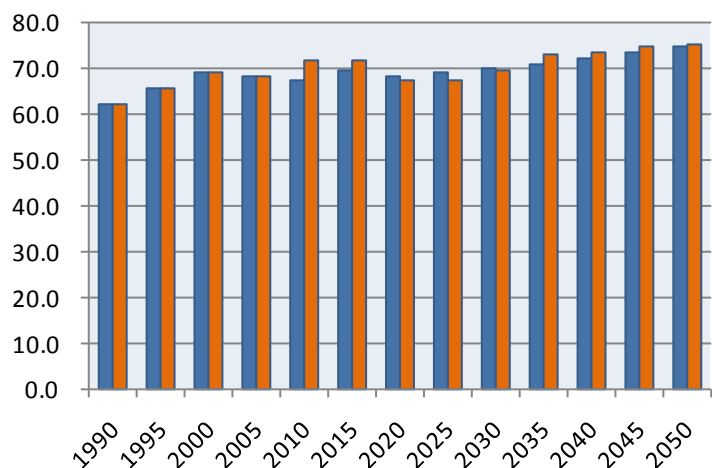
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο ρόλος του φυσικού αερίου ως στρατηγικό καύσιμο παραμένει στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς και επομένως οι εισαγωγές φυσικού αερίου αυξάνουν στο μέλλον. Οι προβλεπόμενες εισαγωγές στο Σενάριο Αναφοράς είναι περίπου 4.5 bcm το 2020, 8 bcm το 2030 και λίγο κάτω από τα 12 bcm το 2050. Οι ποσότητες αυτές είναι σημαντικά μειωμένες συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής, ιδίως κατά τη μεσοχρόνια περίοδο. Η μείωση οφείλεται στη διείσδυση των ΑΠΕ και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εξάρτηση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος από εισαγωγές παραμένει σε υψηλά επίπεδα και στα δύο σενάρια, αν και η διάρθρωση των εισαγωγών κατά είδος

Πίνακας 11: Εισαγωγές καυσίμων

(Κτιπ)	1990	2005	2020	2030	2050
Πετρέλαιο	14424	20419	17207	16843	17542
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			-12%	-18%	-23%
Φυσικό Αέριο	0	2332	4071	6638	9929
% μεταβολή από σενάριο καμίας πολιτικής			-27%	-21%	-10%

Διάγραμμα 9: Δείκτης εξάρτησης από εισαγωγές (%)



καυσίμου διαφέρει. Η μείωση των εισαγωγών πετρελαίου και αερίου στο Σενάριο Αναφοράς και η αύξηση των ΑΠΕ ελαττώνει την εξάρτηση από εισαγωγές, αλλά η μείωση αυτή αντισταθμίζεται από την ταυτόχρονη μείωση της χρήσης των εγχώριων λιγνιτών, η οποία παραμένει σε υψηλά επίπεδα στο Σενάριο Καμίας Πολιτικής.

3.5 Το Κόστος του Σεναρίου Αναφοράς

Το μαθηματικό υπόδειγμα υπολογίζει πολύ αναλυτικά το κόστος του ενεργειακού συστήματος στο πλαίσιο κάθε σεναρίου. Στο κόστος συνυπολογίζονται τόσο οι πληρωμές για την αγορά καυσίμων, ηλεκτρισμού, αδειών εκπομπής, κλπ., όσο και το κόστος

για την ετήσια εξυπηρέτηση των απασχολουμένων κεφαλαίων σε όλους τους κλάδους περιλαμβανομένων των δαπανών για αγορά συσκευών, επενδύσεων για εξοικονόμηση ενέργειας, κλπ.

Το εκτιμώμενο συνολικό κόστος του ενεργειακού συστήματος έχει την έννοια της ετήσιας δαπάνης την οποία καλείται να καταβάλει το λοιπό τμήμα της οικονομίας προκειμένου να του διατεθούν οι απαιτούμενες ενεργειακές υπηρεσίες (π.χ. για βιομηχανική παραγωγή, για ηλεκτρικές χρήσεις, για θέρμανση, για κίνηση κλπ.). Το κόστος αυτό επιμερίζεται κατά τελικό καταναλωτή ενεργειακών υπηρεσιών.

Οι καταναλωτές ενέργειας καταβάλουν ποσά για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής διοξει-

δίου του άνθρακα, όμως οι πληρωμές αυτές αποτελούν έσοδα του Κράτους. Με την έννοια αυτή, οι πληρωμές δικαιωμάτων αποτελούν μεταβιβαστικές πληρωμές και πρέπει να αφαιρεθούν από το συνολικό κόστος του ενεργειακού συστήματος, εφόσον αυτό εξετάζεται από την οπτική της μακροοικονομίας. Δεν πρέπει όμως να γίνεται η αφαίρεση αυτή όταν το κόστος εξετάζεται από την οπτική των τελικών καταναλωτών.

Ο Πίνακας 12 παρουσιάζει τις εκτιμήσεις του συνολικού κόστους του ενεργειακού συστήματος σύμφωνα με το μαθηματικό υπόδειγμα. Οι ενεργειακές υπηρεσίες που παρέχονται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς κοστίζουν, σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050, 236 δισεκ. € του 2008 πε-

Πίνακας 12: Διαμόρφωση του κόστους των ενεργειακών υπηρεσιών

Σενάριο Αναφοράς	εκατ. Ευρώ του 2008						σωρευτικά 2010-2050	
	2005	2010	2020	2030	2040	2050	εκατ. €'08	διαφορές από σενάριο καμίας πολιτικής
Βιομηχανία	2,943	2,798	2,961	3,199	3,289	3,617	126,644	693
Νοικοκυριά	7,601	9,853	15,267	18,404	19,141	20,254	685,900	39,733
Υπηρεσίες και Γεωργία	3,916	4,738	7,333	9,303	9,959	11,041	349,009	-15,271
Μεταφορές	7,839	9,832	18,044	24,176	27,642	30,198	905,290	262,896
Σύνολο κόστους με πληρωμή για δικαιώματα ETS	22,299	27,220	43,610	55,087	60,033	65,112	2,066,953	288,159
Πληρωμές για δικαιώματα ETS	0	0	663	1,483	1,913	2,097	52,053	52,053
Σύνολο κόστους χωρίς πληρωμή για δικαιώματα ETS	22,299	27,220	42,946	53,605	58,119	63,016	2,014,900	236,106
ως % του ΑΕΠ	10.7	12.5	16.5	16.5	14.7	13.1	15.2	1.8
Αέρια θερμοκηπίου (εκ.τόνοι ισοδ. CO ₂)	127.5	109.3	97.3	95.2	90.2	95.1	3,809	-1,466
Σενάριο καμίας πολιτικής								
Σύνολο κόστους	22,299	27,015	38,965	47,065	50,097	53,994	1,778,794	
ως % του ΑΕΠ	10.7	12.4	14.9	14.5	12.7	11.2	13.4	

Πίνακας 13: Κόστος επενδύσεων στο Σενάριο Αναφοράς

(εκατ. €'2008)	2010-20	2020-30	2030-50	2010-2050
Τομείς ζήτησης ενέργειας	33,215	28,837	62,476	124,528
Βιομηχανία	2,937	2,904	5,775	11,616
Οικιακός	8,961	4,210	10,513	23,684
Υπηρεσίες και Ενέργεια	3,882	2,691	4,691	11,264
Μεταφορές	17,434	19,032	41,498	77,964
Τομείς προσφοράς ενέργειας	26,423	24,293	43,551	94,266
Δίκτυα Ηλεκτρισμού	9,801	10,845	20,700	41,346
Ηλεκτροπαραγωγή	16,194	13,048	22,434	51,675
Ατμός/Θερμότητα	428	400	417	1,245
Σύνολο ενεργειακού συστήματος	59,638	53,130	106,027	218,794

ρισσότερο από ότι στο Σενάριο καμίας πολιτικής, που αντιστοιχεί σε 1.8% του σωρευτικού ΑΕΠ σε σταθερές τιμές. Το επιπλέον κόστος για τους τομείς της βιομηχανίας και των κτηρίων είναι σχετικά μικρότερο επειδή μέρος του επιπλέον κόστους εξυπηρέτησης δαπανών κεφαλαίου (που οφείλεται σε εξοικονόμηση ενέργειας, αποδοτικές συσκευές και ΑΠΕ) αντισταθμίζεται από τις μειωμένες δαπάνες αγοράς καυσίμων, λόγω της εξοικονόμησης και της υποκατάστασής τους από ΑΠΕ. Το επιπλέον κόστος για τον τομέα των μεταφορών είναι μεγαλύτερο λόγω των βιοκαυσίμων και των μέτρων που αποσκοπούν στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Οι πληρωμές για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, μη περιλαμβανομένων των δωρεάν δικαιωμάτων που χορηγούνται σε βιομηχανικούς κλάδους, ανέρχονται σε 52 δισεκ. € του 2008, σωρευτικά για τη χρονική περίοδο μέχρι το 2050.

Οι πληρωμές αυτές εκτιμάται ότι θα ανέλ-

θουν στα 663 εκατ. € του 2008 το 2020 και θα αυξηθούν στη συνέχεια λόγω της αναμενόμενης αύξησης των τιμών των δικαιωμάτων στην πανευρωπαϊκή αγορά.

Όπως δείχνει ο Πίνακας 13 οι επενδύσεις που θα απαιτηθούν στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβανομένων των επενδύσεων για βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, είναι μεγάλες, και εκτιμάται ότι θα ανέρχονται μεταξύ 50 και 60 δισεκ. € του 2008 ανά δεκαετία. Τα ποσά αυτά είναι περίπου ισομοιρασμένα μεταξύ τομέων ζήτησης και τομέων προσφοράς ενέργειας.

Μεταξύ των τομέων της ζήτησης ενέργειας σημαντικού ύψους επενδύσεις θα απαιτηθούν στον τομέα των μεταφορών, για τον οποίο όμως οι επενδύσεις δεν εξυπηρετούν μόνο την ενεργειακή αποδοτικότητα, αλλά διευκολύνουν επίσης το μεταφορικό έργο. Στον τομέα προσφοράς ενέργειας σημαντικού ύψους επενδύσεις θα απαιτηθούν για τα δίκτυα, όπου μεγάλη συμμετοχή έχει το κόστος διασύνδεσης των νησιών με την

ηπειρωτική χώρα.

3.6 Οι Στόχοι για τις ΑΠΕ

Η υποχρέωση της Ελλάδας στο πλαίσιο της Οδηγίας για τις ΑΠΕ μετράται μέσω του ποσοστού της συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας.

Οι πολιτικές που ενσωματώνονται στο Σενάριο Αναφοράς οδηγούν σε επίτευξη του στόχου για το 2020 και μάλιστα τον υπερβαίνουν, στόχο που εξάλλου έχει θέσει και η Κυβέρνηση. Το ποσοστό των ΑΠΕ διατηρείται άνω του στόχου σε όλη τη χρονική περίοδο μέχρι το 2050.

Πίνακας 14: Δείκτες ΑΠΕ (ως ποσοστό ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης) για το Σενάριο Αναφοράς (%)

	2020	2030	2050
ΑΠΕ Θέρμανση-Ψύξη	22.9	16.9	17.6
ΑΠΕ Ηλεκτροπαραγωγή	38.7	45.6	44.4
ΑΠΕ Μεταφορές	8.1	9.0	9.5
ΑΠΕ Συνολικός Δείκτης	21.5	22.8	24.4

3.7 Οι Εκπομπές στο Σενάριο Αναφοράς

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο

πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς είναι σημαντικά χαμηλότερες των εκπομπών του Σεναρίου καμίας πολιτικής, κατά 1.5 δισεκ. τόνους ισοδυνάμου CO₂ σωρευτικά κατά τη χρονική περίοδο 2010-2050 (28% μείωση σωρευτικά). Οι εκπομπές στο Σενάριο Αναφοράς σταθεροποιούνται μεταξύ 90 και 95 εκατ. τόνων ισοδυνάμου CO₂ σε όλη τη χρονική περίοδο μετά το 2020, επίπεδο το οποίο είναι 25-30% χαμηλότερο των εκπομπών του 2005. Ο Πίνακας 15 παρουσιάζει τις προβολές του μαθηματικού υποδείγματος σχετικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η αναδιάρθρωση του ηλεκτρικού τομέα που περιγράφεται στο Σενάριο Αναφοράς επιτυγχάνει σημαντική μείωση των εκπομπών συγκριτικά με το 2005 αλλά και συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής. Η μείωση των εκπομπών οφείλεται στις ΑΠΕ και στην υποκατάσταση της λιγνιτικής παραγωγής από ΑΠΕ και φυσικό αέριο. Η εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και οι υποκαταστάσεις μέσω ηλεκτρικής ενέργειας και ΑΠΕ, εξηγούν τη σημαντική μείωση των εκπομπών στους τομείς ζήτησης

Πίνακας 15: Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

	εκατ. τόνοι ισοδ. CO ₂		εκατ. τόνοι ισοδ. CO ₂			Μεταβολή από Σενάριο καμίας πολιτικής		
	2005	% Μερίδια	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Βιομηχανία	8.2	6.4	4.1	3.9	4.5	-32%	-30%	-31%
Οικίες και Κτήρια	11.2	8.8	11.3	12.3	10.7	-7%	-15%	-29%
Μεταφορές	23.9	18.7	23.9	25.0	27.7	-13%	-17%	-21%
Ηλεκτροπαραγωγή	46.3	36.3	31.9	28.6	25.5	-35%	-45%	-64%
Άλλοι τομείς	37.9	29.7	26.0	25.5	26.8	-8%	-12%	-12%
Σύνολο αερίων θερμ.	127.5	100	97.3	95.2	95.1	-21%	-27%	-39%

ενέργειας συγκριτικά με το Σενάριο καμίας πολιτικής. Οι εκπομπές από άλλους τομείς κυρίως αφορούν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μη ενεργειακές δραστηριότητες. Οι εκπομπές αυτές μειώνονται σχετικά λίγο επειδή το Σενάριο Αναφοράς δεν περιλαμβάνει σημαντικά μέτρα για τους τομείς αυτούς.

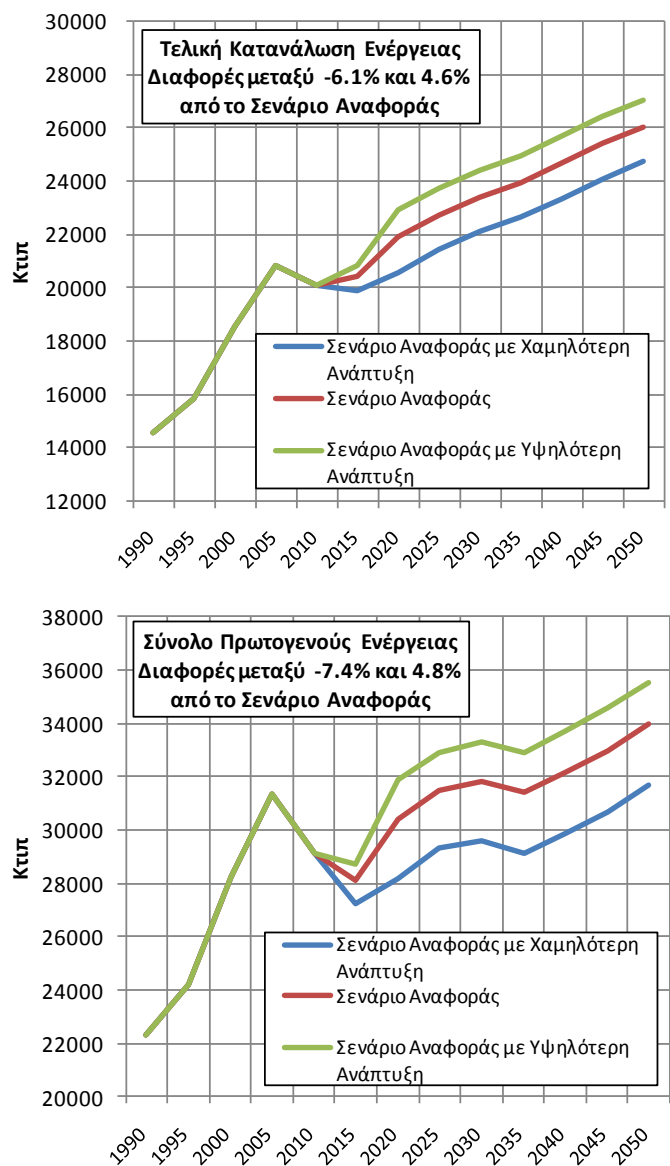
Παρά τη μεγάλη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τόσο στους τομείς της ζήτησης ενέργειας όσο και στην ηλεκτροπαραγωγή, οι πολιτικές που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του Σεναρίου Αναφοράς δεν επαρκούν ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα που απαιτούνται ώστε με τη συμμετοχή και της Ελλάδας να επιτευχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο το σενάριο αποφυγής της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης πέραν των 2 βαθμών Κελσίου. Για το σκοπό αυτό θα απαιτείτο η Ελλάδα να μειώσει τις εκπομπές μεταξύ 65 και 75% το 2050 συγκριτικά με τα επίπεδα του 2005. Το Σενάριο Αναφοράς είναι ανεπαρκές παρά τις ιδιαίτερα φιλόδοξες πολιτικές που ενσωματώνει ιδίως για την περίοδο μέχρι το 2020. Θα χρειασθούν πολύ μεγαλύτερες προσπάθειες μετά το 2020 για τη μείωση των εκπομπών.

3.8 Ανάλυση ευαισθησίας σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας

Χρησιμοποιώντας το μαθηματικό υπόδειγ-

μα PRIMES έγινε ποσοτικοποίηση εναλλακτικών σεναρίων με βάση το Σενάριο Αναφοράς στα οποία διαφοροποιούνται οι υποθέσεις σχετικά με τη μελλοντική οικονομική ανάπτυξη της Ελλάδας. Οι εναλλακτικές υποθέσεις ανάπτυξης αφορούν στην περίοδο 2010-2020 και αφορούν στο ρυθμό μεγέθυνσης του ΑΕΠ και των κλάδων οικονομικής δραστηριότητας. Οι ρυθμοί

Διάγραμμα 10: Ζήτηση ενέργειας στα εναλλακτικά σενάρια



μεγέθυνσης σε πιο μακροχρόνιο ορίζοντα διατηρήθηκαν ίδιοι με αυτούς του Σεναρίου Αναφοράς. Κατά συνέπεια, οι επιπτώσεις στη ζήτηση ενέργειας είναι εντονότερες μεσοπρόθεσμα παρά μακροχρόνια.

Η μείωση της οικονομικής δραστηριότητας συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς οδηγεί σε μείωση της ζήτησης ενέργειας. Αντίστοιχα, η αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας οδηγεί σε αύξηση της ζήτησης ενέργειας. Από τα αποτελέσματα του μαθηματικού υποδείγματος συνάγεται ότι η μείωση της ζήτησης στην περίπτωση μειωμένης δραστηριότητας είναι ποσοστιαία μεγαλύτερη από την αύξηση της ζήτησης στην περίπτωση αύξησης της δραστηριότητας.

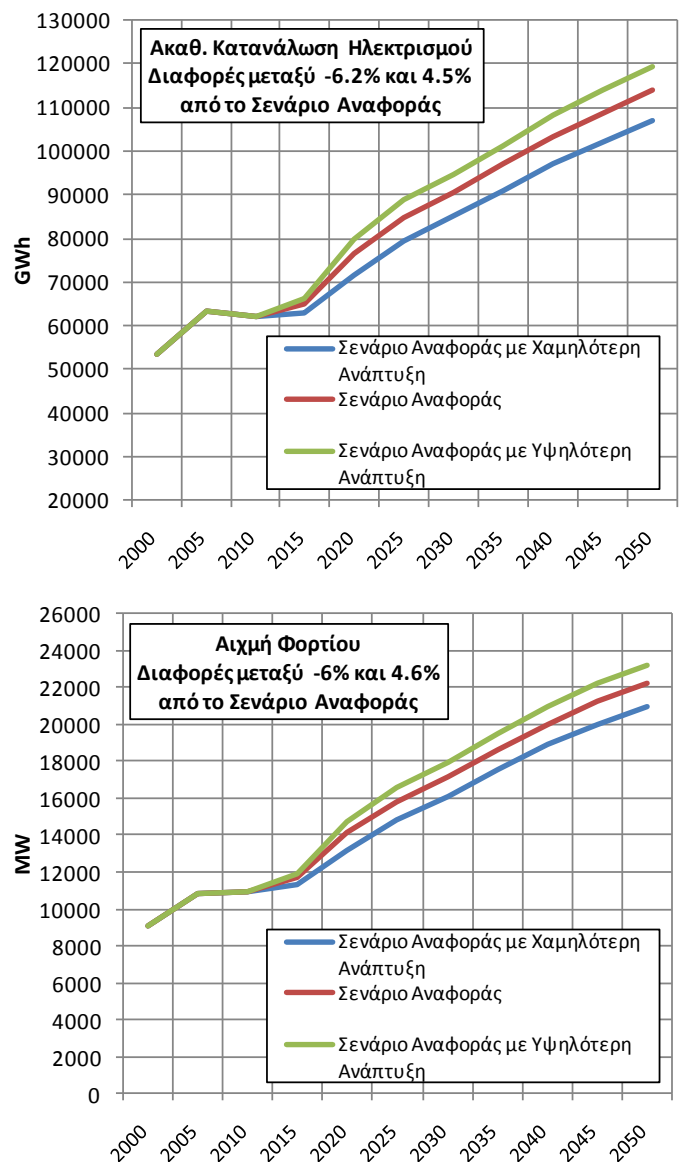
Οι μεταβολές της ζήτησης ενέργειας εκτιμώνται μεταξύ 4% και 7% μεσοχρόνια ως αποκλίσεις από το Σενάριο Αναφοράς και μεταξύ 4% και 5% μακροχρόνια. Οι μεταβολές της ζήτησης αφορούν τόσο την τελική κατανάλωση ενέργειας όσο και την πρωτογενή ενέργεια (Διάγραμμα 10).

Αντίστοιχα μεταβάλλεται η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και η αιχμή του ηλεκτρικού φορτίου (Διάγραμμα 11). Οι αποκλίσεις στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2020 είναι 4900 GWh στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης και -3530 GWh στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης, συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς. Σχετικά με την αιχμή φορτίου οι αποκλίσεις είναι 905 και -668 MW αντίστοιχα.

Η διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής επηρεάζεται σχετικά λίγο από τη μεταβολή της οικονομικής ανάπτυξης, στο πλαίσιο των εναλλακτικών σεναρίων που εξετάστηκαν.

Η παραγωγή από λιγνίτη υφίσταται τη μεγαλύτερη μείωση στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, αντίθετα με την παραγωγή από

Διάγραμμα 11: Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στα εναλλακτικά σενάρια



φυσικό αέριο και ΑΠΕ που μένουν σχεδόν αμετάβλητα. Στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης η παραγωγή από φυσικό αέριο αυξάνεται αρκετά συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς, όπως και ο βαθμός χρησιμοποίησης των μονάδων φυσικού αερίου. Η παραγωγή από λιγνίτη αυξάνεται επίσης αλλά λιγότερο μεσοχρόνια και περισσότερο μακροχρόνια. Η παραγωγή από ΑΠΕ αυξάνεται στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης, αλλά λιγότερο από την αύξηση της χρήσης άλλων μορφών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή.

Οι επιπτώσεις στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής είναι μικρότερες το 2020 από ό,τι πιο μακροχρόνια. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς το 2030 βρέθηκε σύμφωνα με το μαθηματικό υπόδειγμα να κυμαίνεται κατά περίπου 1300 MW άνω και κάτω του σεναρίου αναφοράς ανάλογα με το σενάριο οικονομικής ανάπτυξης. Η διακύμανση φθάνει τα 1600 MW το 2050.

Η οικονομική σκοπιμότητα των μελλοντικών επενδύσεων σε λιγνιτικές μονάδες (μετά το 2025) που προβλέπονταν στο σενάριο αναφοράς αποδυναμώνεται στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης και σημαντικό μέρος των επενδύσεων αυτών ακυρώνεται στο σενάριο αυτό. Δεν προκύπτει ενίσχυση των επενδύσεων σε λιγνιτικές μονάδες στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης και επομένως δεν περιλαμβάνονται επιπλέον επενδύσεις στο σενάριο αυτό συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

Σχετικά με τις επενδύσεις σε μονάδες φυσικού αερίου δεν προκύπτει μεταβολή για το 2020, ενώ μακροχρόνια η βέλτιστη ισχύς μονάδων φυσικού αερίου κυμαίνεται μεταξύ 700 και 1000 MW άνω και κάτω (ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη) συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς,

Η ισχύς των ΑΠΕ εμφανίζεται αρκετά ανελαστική ως προς την οικονομική ανάπτυξη

Πίνακας 16: Μεταβολές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά μορφή ενέργειας

Ποσοστιαίες διαφορές από το Σενάριο Αναφοράς	2020	2030	2050
Στερεά			
Χαμηλότερη Ανάπτυξη	-18.2	-26.0	-56.6
Υψηλότερη Ανάπτυξη	5.1	7.1	19.0
Φυσικό Αέριο			
Χαμηλότερη Ανάπτυξη	0.0	0.0	-1.2
Υψηλότερη Ανάπτυξη	14.0	9.9	6.2
ΑΠΕ			
Χαμηλότερη Ανάπτυξη	0.0	0.0	0.1
Υψηλότερη Ανάπτυξη	0.3	0.6	0.4

Πίνακας 17: Μεταβολές στην κατανάλωση καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή

Σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης				
(Κτιπ)	2005	2020	2030	2050
Στερεά	8693	4680	3432	1017
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		-10%	-25%	-57%
Πετρέλαιο	2055	841	406	355
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		-6%	-6%	-6%
Αέριο	1605	2104	3473	6166
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		0%	0%	-1%
Σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης				
(Κτιπ)	2005	2020	2030	2050
Στερεά	8693	6128	4912	2787
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		17%	7%	19%
Πετρέλαιο	2055	935	451	394
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		4%	5%	4%
Αέριο	1605	2399	3849	6607
% μεταβολή από σενάριο αναφοράς		14%	11%	6%

Πίνακας 18: Μεταβολές της Πρωτογενούς ενέργειας

Ποσοστιαίες διαφορές από το Σενάριο Αναφοράς	Σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης		
	2020	2030	2050
Συνολικές Ενεργειακές Ανάγκες	-7.4%	-6.9%	-6.8%
Στερεά	-18.8%	-24.3%	-51.9%
Πετρέλαιο	-6.4%	-5.5%	-4.7%
Φυσικό Αέριο	-1.4%	-1.9%	-2.4%
Ανανεώσιμες Πηγές	-2.7%	-2.3%	-1.3%
Ποσοστιαίες διαφορές από το Σενάριο Αναφοράς	Σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης		
	2020	2030	2050
Συνολικές Ενεργειακές Ανάγκες	4.8%	4.7%	4.5%
Στερεά	5.5%	6.7%	17.6%
Πετρέλαιο	4.7%	4.2%	3.5%
Φυσικό Αέριο	8.5%	7.2%	5.0%
Ανανεώσιμες Πηγές	2.1%	2.0%	1.3%

λόγω των ισχυρών πολιτικών στήριξης των ΑΠΕ που περιλαμβάνονται σε όλες τις παραλλαγές του σεναρίου αναφοράς.

Οι εναλλακτικές υποθέσεις σχετικά με την οικονομική ανάπτυξη έχουν μικρή επίδραση στο κόστος και τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας. Στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης το κόστος και οι τιμές αυξάνουν μεταξύ 1 και 2% το 2020, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, λόγω αρνητικών οικονομικών κλίμακας. Μακροχρόνια όμως το κόστος και οι τιμές μειώνονται κατά περίπου 1% συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

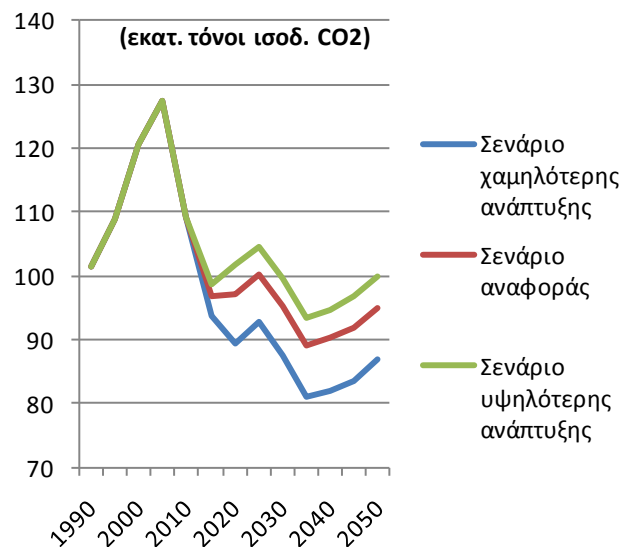
Αντίθετα, στο σενάριο υψηλής ανάπτυξης το κόστος και οι τιμές μειώνονται κατά 1% το 2020 συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς και παραμένουν μακροχρόνια αμετάβλητες, με μικρή μόνο άνοδο, από τα επίπε-

δα του σεναρίου αναφοράς.

Οι μέσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας μειώνονται στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης, μεταξύ 9% το 2020 και 17% το 2050 από τα επίπεδα του σεναρίου αναφοράς, λόγω της μείωσης της συμμετοχής των λιγνιτικών μονάδων. Αντίθετα, οι μέσες εκπομπές αυξάνονται στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης, μεταξύ 2% το 2020 και 6% το 2050 από τα επίπεδα του σεναρίου αναφοράς, λόγω της αύξησης της χρήσης ορυκτών καυσίμων.

Οι μεταβολές στη διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής, σε συνδυασμό με αντίστοιχες μεταβολές στην τελική κατανάλωση ενέργειας εξηγούν τις αλλαγές που ευρέθησαν στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Διάγραμμα 12: Μεταβολές των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου



Πίνακας 19: Μεταβολές του κόστους του ενεργειακού συστήματος

διαφορές από Σενάριο Αναφοράς (εκατ. €'2008)	Σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης			Σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Βιομηχανία	-74	-91	-109	42	68	62
Νοικοκυριά	-3	-180	-303	161	300	225
Υπηρεσίες και Γεωργία	-183	-283	-302	306	343	404
Μεταφορές	-795	-689	-670	566	475	439
Σύνολο κόστους με πληρωμή για δικαιώματα ETS	-1,055	-1,243	-1,384	1,074	1,186	1,129
Πληρωμές για δικαιώματα ETS	-88	-196	-313	41	96	157
Σύνολο κόστους χωρίς πληρωμή για δικαιώματα ETS	-967	-1,047	-1,071	1,033	1,090	972
ως προς το ΑΕΠ (% διαφορά)	0.9	0.9	0.8	-0.5	-0.5	-0.5
Αέρια θερμοκηπίου (εκ.τόνοι ισοδ. CO ₂)	-7.8	-7.6	-8.3	4.4	4.3	4.7

ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη.

Η συνολική ζήτηση για στερεά καύσιμα παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη, και μειώνεται ιδιαίτερα στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης. Η συνολική ζήτηση φυσικού αερίου έχει μικρότερη διακύμανση και η αύξησή της ευνοείται στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης. Η συνολική ζήτηση πετρελαίου παρουσιάζει διακυμάνσεις της τάξης του 5%. Τέλος, η ενέργεια από ΑΠΕ είναι η πλέον ανελαστική στη μεταβολή των υποθέσεων για την οικονομική ανάπτυξη.

Οι μεταβολές στην πρωτογενή ενέργεια επηρεάζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για τις οποίες η εκτίμηση είναι ότι θα είναι 7.3% μικρότερες (σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050) στο σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς και 4.1% μεγαλύτερες στο σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης.

Σχετικά με το συνολικό κόστος του ενεργειακού συστήματος, το σενάριο χαμηλότερης ανάπτυξης εμφανίζει χαμηλότερο κόστος από το σενάριο αναφοράς (34.6 δισεκ. €'2008 σωρευτικά κατά την περίοδο 2010-2050), ενώ το σενάριο υψηλότερης ανάπτυξης εμφανίζει υψηλότερο κόστος κατά 34.7 δισεκ. €'2008 σωρευτικά κατά την περίοδο 2010-2050.

Οι μεταβολές σχετικά με το συνολικό κόστος των επενδύσεων στη ηλεκτροπαραγωγή είναι μικρές και παρουσιάζουν διακύμανση περίπου 4 δισεκ. €'2008 σωρευτικά (2015-2050).

4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

- Η επίτευξη του στόχου περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης στους 2 βαθμούς Κελσίου απαιτεί την λήψη επιπλέον μέτρων πολιτικής.
- Απαιτείται εξοικονόμηση ενέργειας, σε ποσοστό 20% μέχρι το 2030 και 50% το 2050 συγκριτικά με το σενάριο «καμίας πολιτικής», η οποία συνεισφέρει στην απαιτούμενη μείωση των εκπομπών κατά περισσότερο από 40%.
- Η διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας πρέπει να ξεπεράσει το 35% το 2050 (από 13% το 2010).
- Στην ηλεκτροπαραγωγή, το βέλτιστο μερίδιο των ΑΠΕ το 2050 ανέρχεται σε 48% σε περίπτωση υιοθέτησης της τεχνολογίας CCS, σε 51% σε περίπτωση ανάπτυξης πυρηνικών εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής και σε 83% εφόσον αυτές οι δυο επιλογές αποκλειστούν.
- Η συνεισφορά της δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂ στη συνολική μείωση εκπομπών φθάνει το 19% στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS», ενώ η συνεισφορά της πυρηνικής ενέργειας στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» περιορίζεται σε μόλις 4%.
- Το 85% των οδικών μεταφορών το 2050 (25% το 2030) εκτελείται από ηλεκτρικά μέσα.
- Σε κάθε σενάριο υφίστανται σημαντικά τεχνοοικονομικά, θεσμικά και κοινωνικά εμπόδια, όπως:
 - «ΑΠΕ»: στοχαστικότητα και διαθεσιμότητα πρωτογενούς ενέργειας, χωροταξικά ζητήματα, ανεπάρκεια των υποδομών
 - «ΑΠΕ και CCS»: επιλογή κατάλληλων γεωλογικών μορφωμάτων, έλλειψη κοινωνικής αποδοχής, ανάπτυξη κατάλληλων υποδομών, τεχνολογική αβεβαιότητα
 - «ΑΠΕ και πυρηνικά»: κίνδυνος δυστυχήματος, έλλειψη κοινωνικής αποδοχής, τήρηση πολύ υψηλών προδιαγραφών ασφάλειας, υψηλό και αβέβαιο κόστος κατασκευής, έλλειψη τεχνογνωσίας, διαχείριση ραδιενεργών αποβλήτων
- Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών επιφέρουν κόστος της τάξης των 120 με 145 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050 επιπλέον από το κόστος του σεναρίου αναφοράς (περίπου 1% του σωρευτικού ΑΕΠ).
 - Το σενάριο «ΑΠΕ» έχει ελαφρά υψηλότερο κόστος (1.2% ή 27 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050), αλλά σημαντικά μικρότερη αβεβαιότητα πραγματοποίησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο σενάρια χαμηλών εκπομπών.
- Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερες κατά 15%-25% του σεναρίου αναφοράς, όπου οι τιμές είναι υψηλότερες κατά 20% συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής.
 - Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερες κατά 5% το 2030 και κατά 10% το 2050 στο σενάριο ΑΠΕ σε σύγκριση με τα άλλα δύο σενάρια χαμηλών εκπομπών.
- Η προσπάθεια μείωσης εκπομπών επιφέρει και επιπλέον οφέλη, όπως νέες επενδύσεις, μείωση της εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές ενέργειας και μεγαλύτερη ασφάλεια στην παροχή ενέργειας.
 - Η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα προϋποθέτει πρόσθετες επενδύσεις της τάξης του 1% του ΑΕΠ ετησίως.
- Σε κάθε περίπτωση, το κόστος της κλιματικής αλλαγής υπολογίζεται πολύ μεγαλύτερο από το κόστος μείωσης των εκπομπών.

4.1 Υποθέσεις των Σεναρίων Χαμηλών Εκπομπών

Τα σενάρια που αναπτύχθηκαν με βάση το υπόδειγμα PRIMES αποτυπώνουν τη βέλτιστη πορεία προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών, μέσω της σχεδόν εκμηδένισης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2050. Τα σενάρια αυτά είναι συμβατά με τους στόχους μείωσης των εκπομπών σε ευρωπαϊκό επίπεδο κατά 40% το 2030 και 80% το 2050, σε σύγκριση με το 1990. Για τη διαμόρφωση των σεναρίων αυτών, υιοθετήθηκαν οι εξής υποθέσεις και περιορισμοί για τις εξελίξεις στην ενεργειακή πολιτική:

Το ενεργειακό σύστημα αναπτύσσεται μέχρι το 2020 κατά τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται τουλάχιστον στους στόχους και τις υποχρεώσεις που υιοθετήθηκαν το 2008 από την Ευρωπαϊκή Ένωση⁷ και όπως έχουν εξειδικευθεί από το ΥΠΕΚΑ στο σχέδιο δράσης για τις ΑΠΕ.

Το μαθηματικό υπόδειγμα προσομοιώνει συμπεριφορές των παραγωγών και καταναλωτών ενέργειας, οι οποίες προεξοφλούν την πρόβλεψη ότι μετά το 2020 οι στόχοι μείωσης των εκπομπών θα γίνουν ακόμα μεγαλύτεροι, όπως ο στόχος για μείωση των εκπομπών κατά 40% το 2030 και επομένως προχωρούν σε επενδύσεις και επιλογές νωρίτερα από το 2030.

Για την περίοδο μετά το 2020 γίνεται η υπόθεση ότι εφαρμόζεται σε όλη την οικονομία σύστημα τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και μέσω του μαθηματικού υποδείγματος προσδιορίζεται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο το επίπεδο της τιμής του CO₂ που απαιτείται ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή μείωση των εκπομπών σε χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2050 (Πίνακας 20).

Γίνεται η υπόθεση ότι το ύψος της τιμής του CO₂ είναι ενιαίο για όλη την οικονομία και προσδιορίζεται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο με ενιαίο τρόπο ώστε το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης να επιτύχει τις επιθυμητές μειώσεις των εκπομπών. Οι υπόχρεοι του συστήματος ETS θα καταβάλλουν την πληρωμή για τα δικαιώματα εκπομπής στο Κράτος, ενώ για τους λοιπούς γίνεται η υπόθεση ότι λαμβάνουν υπόψη την τιμή των εκπομπών στις επιλογές τους όμως τελικά δεν καταβάλλουν πληρωμές με βάση την τιμή του CO₂.

Ο προσδιορισμός των τιμών για τα δικαιώματα εκπομπής CO₂ έγινε με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES όπως εφαρμόστηκε το 2010 στο πλαίσιο μελετών για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το σύνολο των χωρών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.⁸ Αυτό ήταν απαραίτητο δεδομένου ότι ο μηχανισμός των πλειοδοτικών δημοπρασιών για

⁷ Δέσμη μέτρων «Κλίμα και Ενέργεια», http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

⁸ Οδικός Χάρτης για το 2050, DG CLIMA, http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/index_en.htm

Πίνακας 20: Διαμόρφωση της τιμής του CO₂ (€ '2008/ τόνο CO₂)

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Σενάρια χαμηλών εκπομπών	Τομείς ETS	25.0	37.5	60.0	63.5	78.0	115.0	190.0
	Τομείς εκτός ETS	25.0	37.5	60.0	63.5	78.0	115.0	190.0
Σενάριο αναφοράς	Τομείς ETS	16.5	20.0	36.0	50.0	51.5	50.5	50.0
	Τομείς εκτός ETS	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3

Πηγή: PRIMES

την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής θα έχει πανευρωπαϊκό χαρακτήρα και, επομένως, η ισορροπία του θα οδηγεί σε ενιαίες τιμές CO₂ για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πρωθείται η αύξηση της απόδοσης της ενεργειακής κατανάλωσης, μέσω της εφαρμογής πακέτου μέτρων πολιτικής εξοικονόμησης ενέργειας και προώθησης αποδοτικότερων συσκευών και εξοπλισμού σε όλους τους τομείς, επιπλέον αυτών που ενσωματώνονται στο Σενάριο Αναφοράς. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια με βάση ειδικό πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης κατοικιών και κτηρίων σε μεγάλη κλίμακα, ώστε σταδιακά τα κτήρια να πλησιάσουν την ενεργειακή απόδοση των παθητικών ενεργειακά κτηρίων. Γίνεται η υπόθεση ότι στο πλαίσιο Οδηγιών της ΕΕ εφαρμόζονται αυστηρές προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοση κάθε είδους συσκευής και βιομηχανικού εξοπλισμού, καθώς και για τα μεταφορικά μέσα.

Για τον τομέα των οδικών μεταφορών γίνεται η υπόθεση ότι διεισδύουν δυναμικά οι

εναλλακτικές τεχνολογίες χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών και τα βιοκαύσιμα ως αποτέλεσμα ειδικών πολιτικών, όπως θέσπιση αυστηρών ορίων εκπομπής ανά όχημα (πολύ χαμηλότερων από τα επίπεδα που έχουν τεθεί από την Οδηγία για το 2020), επιβολή υποχρεωτικών ποσοστών μείξης βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς στα πετρελαιοειδή και υιοθέτηση μέτρων ενίσχυσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Γίνεται η υπόθεση ότι τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται και στα καύσιμα αεροπλάνων και πλοίων σε μεσοχρόνια και μακροχρόνια προοπτική.

Μακροχρόνια, ο ηλεκτρισμός γίνεται σταδιακά η κύρια πηγή ενέργειας στις οδικές μεταφορές χάρις στα μέτρα αυτά και χάρις στην τεχνολογική πρόοδο στον τομέα των μπαταριών.

Για το σκοπό αυτό τα σενάρια χαμηλών εκπομπών υποθέτουν ανάπτυξη σε ευρεία κλίμακα των συστημάτων επαναφόρτισης των οχημάτων σε μεσοχρόνια προοπτική, κοντά στο 2020, καθώς επίσης γίνεται η υπόθεση εκτεταμένης εφαρμογής έξυπνων μετρητών με κατάλληλα κίνητρα ώστε η

επαναφόρτιση να γίνεται σε ώρες χαμηλού φορτίου συστήματος. Η ανάπτυξη του συστήματος γίνεται με ευθύνη του Διαχειριστή Δικτύου και το κόστος ανακτάται μέσω ειδικού τέλους.

Γίνεται η υπόθεση ότι για την περίοδο μετά το 2020 δεν τίθενται δεσμευτικοί στόχοι για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Οι μηχανισμοί υποστήριξης των ΑΠΕ παραμένουν ως έχουν μέχρι το 2020 και σταδιακά μειώνονται σε ένταση μέσα στην επόμενη δεκαετία (2020-2030). Όμως λόγω του εύρους των στόχων για μείωση των εκπομπών και της τιμολόγησης των εκπομπών, οι ΑΠΕ συνεχίζουν να αναπτύσσονται δυναμικά μετά το 2020 και φθάνουν σε επίπεδα σαφώς μεγαλύτερα του στόχου για το 2020.

Σε μακροχρόνιο ορίζοντα αναπτύσσονται έξυπνα δίκτυα στη χαμηλή και μέση τάση, ώστε να διευκολυνθεί η ανάπτυξη συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ σε πολύ μικρή κλίμακα.

Αναπτύσσονται επίσης συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως μέσω αντλητικών συστημάτων με ταμιευτήρες και μακροχρόνια μέσω υδρογόνου. Γίνεται η υπόθεση ότι σχετικά μικρές ποσότητες υδρογόνου θα μπορούν να παράγονται μακροχρόνια από ηλεκτρόλυση. Το υδρογόνο θα αναμιγνύεται με φυσικό αέριο και θα μπορεί να τροφοδοτεί αεριοστρόβιλους ηλεκτροπαραγωγής. Με τον τρόπο αυτό το

σύστημα ηλεκτροπαραγωγής διευκολύνεται στην ανάπτυξη ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα και το υδρογόνο διαδραματίζει ρόλο αποθηκευτικού μέσου.

Από την ανάλυση με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES για την ΕΕ, προέκυψε με σαφήνεια ότι για την επίτευξη ενεργειακού συστήματος ελαχίστων εκπομπών CO₂, πρέπει ο ηλεκτρικός τομέας να αναδιαρθρωθεί σταδιακά ώστε σχεδόν να μηδενισθούν οι εκπομπές CO₂ ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2 Σενάρια Χαμηλών Εκπομπών

Επειδή υφίστανται αβεβαιότητες σχετικά με τη μελλοντική διάρθρωση του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, το οποίο σε κάθε περίπτωση πρέπει μακροχρόνια να μηδενίσει τις εκπομπές, αναπτύχθηκαν παραλλαγές του ενεργειακού σεναρίου χαμηλών εκπομπών αερίων.

Οι αβεβαιότητες αναφέρονται σχετικά με:

- α) τα ανώτατα όρια συνεισφοράς των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, υπό την προϋπόθεση διατήρησης αποδεκτού επιπέδου αξιοπιστίας του συστήματος, δεδομένου ότι η παραγωγή ΑΠΕ εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα της πρωτογενούς ενέργειας και επομένως έχει στοχαστικό χαρακτήρα,

- β) τη δυνατότητα αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς μετά από δέσμευσή του σε μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης ορυκτών καυσίμων (κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή), δεδομένου ότι υφίστανται αβεβαιότητες σχετικά με τις γεωλογικές δυνατότητες στην Ελλάδα αλλά και την αποδοχή των αντίστοιχων έργων αποθήκευσης
- γ) τη δυνατότητα ανάπτυξης πυρηνικών σταθμών στην Ελλάδα που εγείρει σύνθετα οικονομικά και οργανωτικά ζητήματα καθώς και προβλήματα σχετικά με τη διαχείριση αποβλήτων.

Η παρούσα μελέτη δεν επιχειρεί να επιλύσει τις αβεβαιότητες, τεχνικού και πολιτικού χαρακτήρα, οι οποίες υπεισέρχονται σχετικά με τις επιλογές αυτές. Αντί πρότασης για υιοθέτηση συγκεκριμένων επιλογών σχετικά με τα ζητήματα αυτά, η παρούσα μελέτη διερευνά τις επιπτώσεις στο κόστος και στη διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής μέσω εναλλακτικών σεναρίων τα οποία κατά περίπτωση υποθέτουν άρση των σχετικών αβεβαιοτήτων.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, αναπτύχθηκαν τρία σεσάρια χαμηλών εκπομπών τα οποία διαφοροποιούνται σχετικά με τη μελλοντική διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής σχεδόν μηδενικών εκπομπών:

1. Ένα σεσάριο χαμηλών εκπομπών με

Δράσεις στο πλαίσιο των Σεναρίων Χαμηλών Εκπομπών

Από τα αποτελέσματα των σεναρίων χαμηλών εκπομπών προκύπτει ο παρακάτω κατάλογος δράσεων οι οποίες είναι απαραίτητες για τη επίτευξη των χαμηλών εκπομπών και εκτιμήθηκαν ως βέλτιστες σε όλες τις παραλλαγές των σεναρίων:

- βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, ηλεκτρικών συσκευών, βιομηχανικών διεργασιών, κ.λπ.,
- εξοικονόμηση ενέργειας, σε ποσοστό 20% μέχρι το 2030 και 50% το 2050 συγκριτικά με το σεσάριο «καμίας πολιτικής»,
- συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας, σε ποσοστό άνω του 20% το 2030 και 35% το 2050, έναντι 13% το 2010
- συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (14.5% το 2010), σε ποσοστό:
 - 66% το 2030 και 83% το 2050, για το σεσάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ»
 - 47% το 2030 και 43% το 2050, για το σεσάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS»
 - 49% το 2030 και 51% το 2050, για το σεσάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά»
- εξηλεκτρισμό των οδικών μεταφορών, σε ποσοστό 25% το 2030 και 85% μέχρι το 2050,
- παραγωγή βιοκαυσίμων 500 χιλ. τόνων (ισοδυνάμου πετρελαίου) το 2030 και 2650 χιλ. τόνων το 2050 για ανάμειξη με πετρελαιοειδή κίνησης, έναντι 135 χιλ. τόνων το 2010
- αναβάθμιση και επέκταση των υποδομών για τη διασύνδεση των νησιών, τον εξηλεκτρισμό των μεταφορών και την υποδοχή ΑΠΕ πολύ μικρής κλίμακας στα δίκτυα χαμηλής τάσης.

υψηλή διείσδυση ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και ανάπτυξη τεχνικών αποθήκευσης, στο οποίο δεν χρησιμοποιούνται τεχνολογίες πυρηνικής ενέργειας και τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Στη συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ».

2. Ένα σενάριο χαμηλών εκπομπών στο οποίο αναπτύσσονται τεχνολογίες CCS με αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς στην Ελλάδα. Η πυρηνική ενέργεια εξακολουθεί να μην εφαρμόζεται. Στην συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS». Οι τεχνολογίες CCS καθώς και το σύστημα μεταφοράς και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα θεωρείται ότι είναι διαθέσιμα στην αγορά από το 2025.
3. Ένα σενάριο χαμηλών εκπομπών στο οποίο γίνεται η υπόθεση ότι πυρηνική ενέργεια μπορεί να αναπτυχθεί στην Ελλάδα μετά το 2030, χωρίς όμως να είναι διαθέσιμοι χώροι αποθήκευσης CO₂ από CCS. Στην συνέχεια, το σενάριο αυτό θα αναφέρεται ως σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά».

Η ποσοτικοποίηση των σεναρίων χαμηλών εκπομπών έγινε με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES και αντιστοιχεί στον οδικό χάρτη προς την επίτευξη του στόχου της μείωσης κατά 80% των εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου έως το 2050 στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

4.3 Μεθοδολογία προσομοίωσης της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών

Βασικό κίνητρο για τη μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών είναι η συνεχής αύξηση της τιμής του διοξειδίου του άνθρακα.

Οι παραγωγοί ενέργειας καλούνται να πληρώνουν όλο και περισσότερο για να αποκτήσουν άδειες εκπομπών. Το κόστος αυτό που αναλαμβάνουν αντανακλάται στην αύξηση των τιμών της ενέργειας και μετακυλίεται στους καταναλωτές. Οι παραγωγοί ενέργειας αναδιαμορφώνουν το μείγμα ενεργειακών μορφών για να μειώσουν το κόστος και επομένως δαπανούν περισσότερο σε μορφές με αυξημένη κεφαλαιουχική ένταση αλλά με μικρότερη ανθρακική ένταση. Η αναδιάρθρωση μετριάζει την επίπτωση στις τιμές των παραγωγών ενέργειας.

Οι καταναλωτές αντιμετωπίζουν αυξημένες τιμές για την ενέργεια αλλά και αυξημένο κόστος από τις δικές τους απευθείας εκπομπές. Κατά συνέπεια, αναδιατάσσουν το μείγμα ενεργειακών μορφών, επιλέγοντας μορφές μικρότερης ανθρακικής έντασης και ταυτόχρονα προχωρούν σε επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και σε αγορές συσκευών, εξοπλισμών και οχημάτων που έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς αλλά μικρότερο κόστος λειτουργίας λόγω μεγα-

λύτερης ενεργειακής απόδοσης και λιγότερων εκπομπών.

Το σύνολο των συμμετεχόντων στην αγορά ενέργειας δαπανά περισσότερα χρήματα για κεφάλαιο και λιγότερα για λειτουργικά έξοδα, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

Η αυξητική πορεία της τιμής του CO₂ δημιουργεί κίνητρα για υποκατάσταση των υφιστάμενων τεχνολογιών με τεχνολογίες χαμηλότερων εκπομπών. Η υποκατάσταση δεν μπορεί να είναι τέλεια, γι' αυτό και το συνολικό κόστος της ενέργειας βρίσκεται αυξημένο στο σενάριο χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

4.4 Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας

Η ανάλυση επιβεβαιώνει ότι υπάρχουν ευρέα περιθώρια μείωσης της καταναλισκόμενης

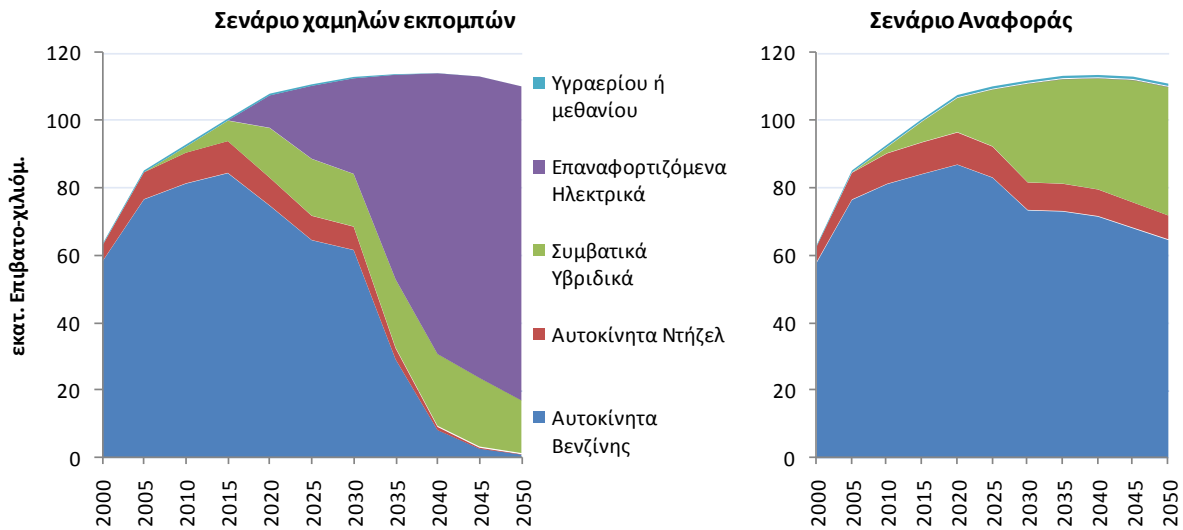
ενέργειας. Σε αυτό συμβάλλουν η λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και οικίες, η προώθηση της επιλογής αποδοτικότερων συσκευών και εξοπλισμών από τους καταναλωτές, η δυναμική διείσδυση νέων τεχνολογιών στον τομέα των μεταφορών και η υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων από τον ενεργειακά αποδοτικότερο ηλεκτρισμό σε όλους τους τομείς κατανάλωσης και ιδίως στις μεταφορές. Συγκρίνοντας με την ανάλυση για το σενάριο *καμίας πολιτικής* διαπιστώνεται ότι επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της τελικής κατανάλωσης τόσο στα σενάρια χαμηλών εκπομπών όσο και εν μέρει στο Σενάριο Αναφοράς (Πίνακας 21).

Η εξοικονόμηση ενέργειας περιλαμβάνει δράσεις για αποδοτικότερη θέρμανση και ψύξη στα κτήρια γραφείων και στις κατοικίες, αλλά και χρήση πιο αποδοτικών ηλεκ-

Πίνακας 21: Εξοικονόμηση ενέργειας ανά τομέα σε σχέση με το σενάριο καμίας πολιτικής

% μεταβολές από σενάριο "καμίας πολιτικής"	Σενάριο «ΑΠΕ»			Σενάριο αναφοράς		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας						
Ενεργειοβόρος βιομηχανία	-8%	-15%	-35%	-8%	-14%	-19%
Μη ενεργειοβόρος μεταποίηση	-10%	-13%	-36%	-10%	-13%	-12%
Οικιακός Τομέας	-11%	-17%	-43%	-8%	-15%	-26%
Τριτογενής τομέας	-16%	-25%	-62%	-11%	-17%	-24%
Μεταφορές	-12%	-18%	-45%	-11%	-16%	-20%
Οικίες και Κτήρια Υπηρεσιών						
Θέρμανση-Ψύξη	-10%	-19%	-50%	-7%	-14%	-26%
Ηλεκτρικές Χρήσεις	-21%	-25%	-55%	-17%	-20%	-26%
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης						
Ενέργεια ανά τετρ. μέτρο Κτηρίων	-7%	-16%	-48%	-4%	-12%	-27%
Κατανάλωση αυτοκινήτων ανά 100 χλμ.	-17%	-20%	-46%	-13%	-15%	-20%
Κατανάλωση αεροπλάνων ανά 100 χλμ.	-10%	-14%	-38%	-10%	-14%	-14%
Δείκτης Ειδικής Ενεργ. Κατανάλωσης στη βιομηχανία	-9%	-14%	-35%	-8%	-14%	-16%

Διάγραμμα 13: Διάρθρωση μεταφορικού έργου του στόλου αυτοκινήτων κατά τεχνολογία



τρικών συσκευών σε όλους τους τομείς καθώς και στον φωτισμό. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι αντλίες θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και κάλυψη θερμικών αναγκών χαμηλής ενθαλπίας στα κτήρια, τις κατοικίες και τη βιομηχανία. Οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν αέρα ή και γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας ως μέσο άντλησης ανανεώσιμης ενέργειας.

Παρά το ότι στο σενάριο αναφοράς και στα σενάρια χαμηλών εκπομπών έχουν υιοθετηθεί περίπου οι ίδιες ρυθμίσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας, παρατηρείται μεγαλύτερη εξοικονόμηση στα σενάρια χαμηλών εκπομπών, σε όλους τους τομείς. Η διαφορά για τις καταναλώσεις ενέργειας στη βιομηχανία, τα νοικοκυριά και τον τριτογενή τομέα είναι κυρίως αποτέλεσμα των υψηλών τιμών CO₂ και της επιβολής τους σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Για τον τομέα των μεταφορών, η διαφορά αποδι-

δεται στη δυναμικότερη διείσδυση του ηλεκτρισμού στον εν λόγω τομέα, ο οποίος είναι σημαντικά περισσότερο αποδοτικός ενεργειακά σε σχέση τόσο με τις συμβατικές τεχνολογίες όσο και με τεχνολογίες υβριδικών οχημάτων.

Μεγάλης εκτάσεως είναι οι αλλαγές που προβλέπονται ειδικά για τον τομέα των μεταφορών. Βραχυχρόνια, τα νέα αυτοκίνητα συμβατικής τεχνολογίας υποχρεούνται να διαθέτουν βελτιωμένους κινητήρες ώστε οι εκπομπές τους να συνάδουν με τις απαιτήσεις των κανονισμών της ΕΕ. Σε μεσοχρόνιο ορίζοντα πρωταγωνιστούν τα οχήματα με υβριδικό κινητήρα, τα οποία σταδιακά θα διαθέτουν μπαταρίες που θα φορτίζονται από το δίκτυο χαμηλής τάσης. Τέλος, σε πιο μακροχρόνιο ορίζοντα, επικρατούν τα ηλεκτρικά οχήματα (βλ. Διάγραμμα 13).

Σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνεται επίσης στα λοιπά μεταφορικά μέσα και ιδίως στα φορτηγά, πλοία και αεροπλάνα καθώς και χρήση βιοκαυσίμων σε ανάμιξη με πετρελαιοειδή καύσιμα (Πίνακας 22). Ο ίδιος πίνακας καταδεικνύει το σημαντικό ρόλο που η βιομάζα καλείται να διαδραματίσει στο πλαίσιο του σεναρίου χαμηλών εκπομπών. Νέες τεχνολογίες επεξεργασίας βιομάζας και αποβλήτων αναμένεται να φθάσουν σε εμπορική ωριμότητα προ του 2020 (π.χ. τεχνολογία Fischer-Tropsch) και να εφαρμοσθούν σε βιομηχανική κλίμακα ώστε να αξιοποιήσουν λιγνοκυτταρικές καλλιέργειες, οι οποίες μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγάλη κλίμακα στην ελληνική γεωργία, χωρίς παρενέργειες για την παραγωγή τροφίμων και χωρίς σημαντικές εκπομπές κατά τη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας της βιο-

μάζας. Η βιομάζα θα αποτελέσει ένα νέο σημαντικό τομέα δραστηριότητας που θα βοηθήσει τη γεωργία και θα δημιουργήσει πολλές νέες θέσεις εργασίας.

Το μίγμα καυσίμων της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης διαμορφώνεται ως εξής:

- Η δυναμική διεύδυση της χρήσης του ηλεκτρισμού στα σενάρια χαμηλών εκπομπών οδηγεί μακροπρόθεσμα σε ουσιώδη μεταβολή του μίγματος της ενεργειακής κατανάλωσης. Ο ηλεκτρισμός υποκαθιστά κυρίως το πετρέλαιο, λόγω του εξηλεκτρισμού του τομέα των μεταφορών.
- Η χρήση ΑΠΕ αυξάνεται σημαντικά σε σύγκριση με το Σενάριο Αναφοράς, κυρίως στις καταναλώσεις ενέργειας στη βιομηχανία, τα νοικοκυριά και τον τριτογενή τομέα, π.χ. με τη χρήση ηλια-

Πίνακας 22: Κατανάλωση βιομάζας σε διάφορες μορφές και τομείς

(χιλ. τ.ι.π.)	2000	Σενάριο χαμηλών εκπομπών			Σενάριο Αναφοράς		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050
Καύσιμα Μεταφορών	136	477	501	2664	529	590	632
Βιο-βενζίνη	59	269	269	476	312	356	359
Βιο-ντίζελ	77	208	199	709	216	234	274
Βιο-κηροζίνη	0	0	9	632	0	0	0
Βιο-καύσιμα πλοίων	0	0	24	846	0	0	0
Καύσιμα για Ηλεκτρισμό και Ατμό	140	1001	1426	2174	962	1034	1240
Στερεή Βιομάζα	75	766	994	1638	740	606	803
Απόβλητα	29	100	246	321	100	246	226
Βιο-αέριο	36	135	185	215	122	181	211
Βιομάζα σε λοιπούς τομείς	848	1214	844	1203	1181	762	517
Σύνολο Βιομάζας	1123	2693	2771	6040	2671	2386	2390
% βιοκαυσίμων στα υγρά καύσιμα μεταφορών		4.3%	4.5%	33.0%	4.7%	4.9%	4.7%

κών συστημάτων ή καύση βιομάζας για θέρμανση και άλλες χρήσεις.

- Η κατανάλωση βιοκαυσίμων αυξάνεται στον τομέα των μεταφορών, τόσο στο πλαίσιο της επίτευξης των στόχων για το 2020 όσο και στη συνέχεια, φθάνοντας το 33% το 2050.
- Το μερίδιο του φυσικού αερίου είναι σημαντικό στις τελικές καταναλώσεις ενέργειας, αν και η αυξητική του πορεία ανακόπτεται μακροπρόθεσμα λόγω της δυναμικής διείσδυσης του ηλεκτρισμού.

Ο ηλεκτρισμός γίνεται η κυρίαρχη μορφή ενέργειας στα σενάρια χαμηλών εκπομπών. Καθώς η διαδικασία της υποκατάστασης γίνεται παράλληλα με την εντυπωσιακή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση τόσο ενέργειας όσο και ηλεκτρισμού, ιδίως στις καταναλώσεις ενέργειας στη βιομηχανία, τα νοικοκυριά και τον τριτογενή τομέα. Στον τομέα των μεταφορών η διείσδυση του ηλεκτρισμού είναι ραγδαία, φθάνοντας τις 5.4 TWh το 2030 και τις 17 TWh το 2050. Η διείσδυση αυτή βελτιώνει σημαντικά και την ενεργειακή απόδοση του τομέα των μεταφορών και αντισταθμίζει την εξοικονόμηση ηλεκτρισμού στους λοιπούς τομείς, όπως αναλύθηκε και προηγουμένως.

4.5 Εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής στα σενάρια χαμηλών εκπομπών

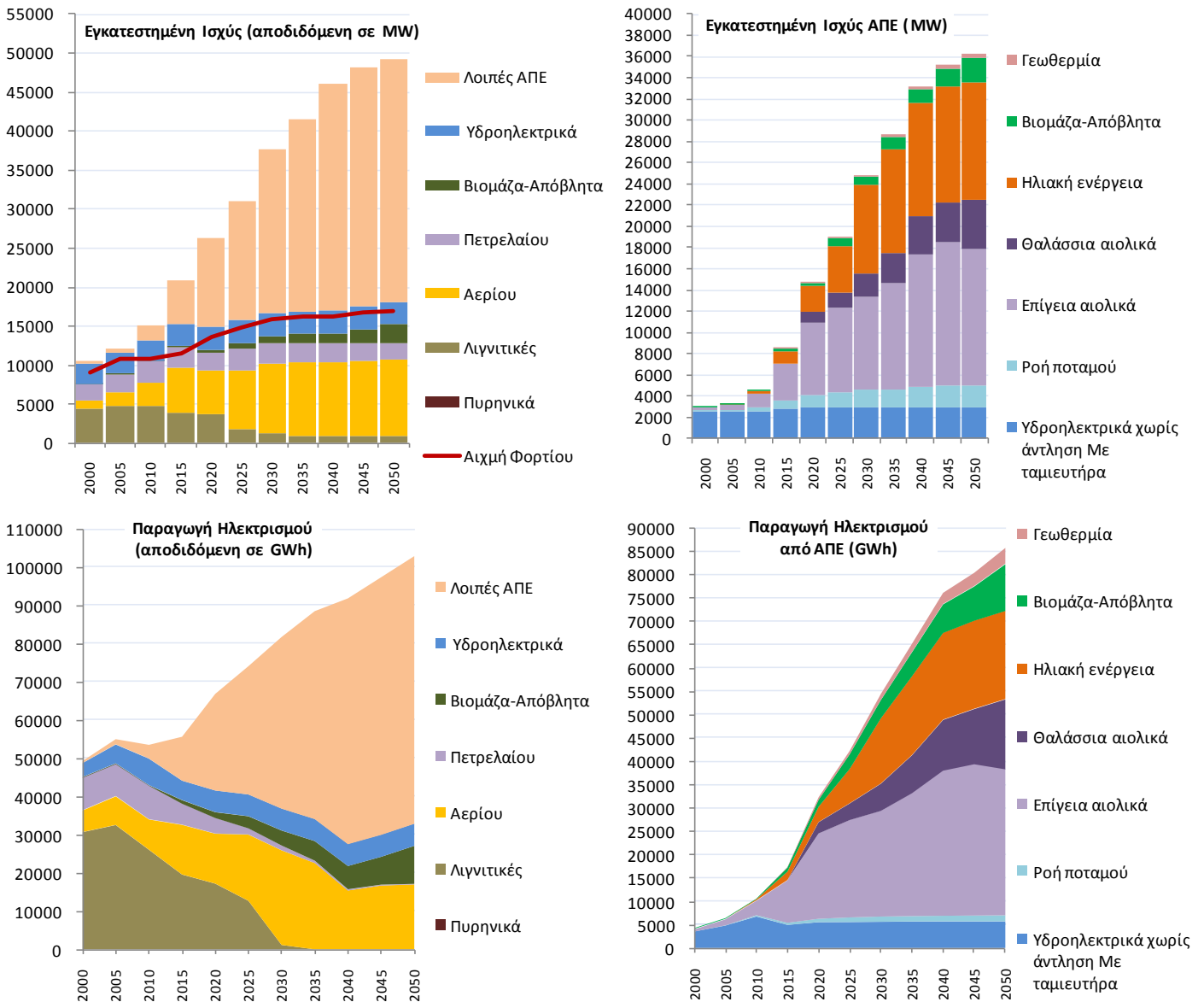
4.5.1 Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ»

Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών η ηλεκτροπαραγωγή σχεδόν μηδενίζει τις εκπομπές της μακροχρόνια. Καθώς στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» δεν υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης τεχνολογιών δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα ούτε πυρηνικών, η απεξάρτηση της παραγωγής ηλεκτρισμού από το CO₂ επιβάλλει να συρρικνωθεί δραστικά η συμμετοχή των σταθμών ορυκτών καυσίμων.

Ως αποτέλεσμα αυτού (βλ. Διάγραμμα 14), οι ΑΠΕ αναπτύσσονται ως η κύρια πηγή ηλεκτροπαραγωγής με συμπληρωματική συνεισφορά από μονάδες φυσικού αερίου οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση αξιόπιστης λειτουργίας του συστήματος και για λόγους εφεδρείας. Κατά την περίοδο μετά το 2035 και σταδιακά, υδρογόνο από ηλεκτρόλυση διοχετεύεται στην παροχή φυσικού αερίου (μέχρι 35%) που χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται εμμέσως αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Οι ΑΠΕ αναπτύσσονται και σε αποκεντρωμένη βάση μέσω μικρού μεγέθους φωτοβολταϊκών και αιολικών που συνδέονται στη χαμηλή τάση. Έξυπνα δίκτυα διασφαλίζουν την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος διανομής.

Οι ΑΠΕ γίνονται η βασική συνιστώσα παραγωγής ήδη από το 2020, φθάνοντας το 2050 τις 85.6 TWh (83% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής). Μεγαλύτερο μερίδιο της παραγωγής από ΑΠΕ έχουν οι αιολικοί

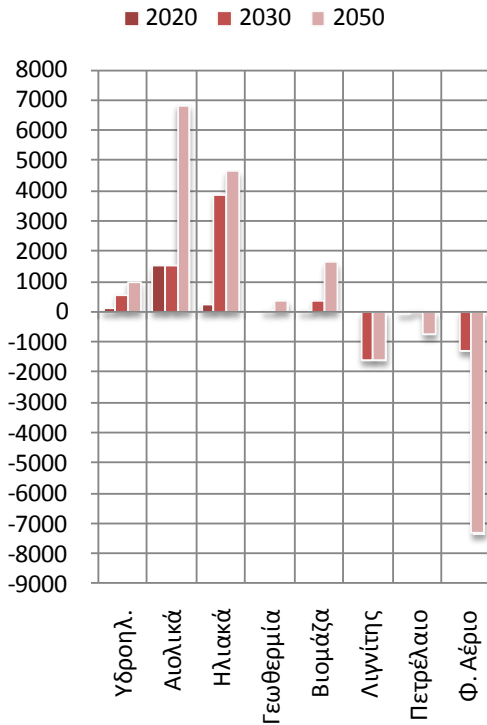
Διάγραμμα 14: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ"



σταθμοί που παράγουν το 44.9% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής το 2050 από εγκατεστημένη ισχύ 17.5 GW (εκ των οποίων 4.6 GW θαλάσσια αιολικά), ενώ σημαντικό μερίδιο έχουν επίσης τα φωτοβολταϊκά (18.4% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής και ισχύς 11 GW το 2050). Τα θερμικά ηλιακά συστήματα φθάνουν τα 628

MW το 2050. Η βιομάζα και τα απόβλητα φθάνουν το 9.7% με ισχύ 2.4 GW το 2050. Επίσης, ο ρόλος της βιομάζας είναι σημαντικός στην παραγωγή ατμού από λέβητες της βιομηχανίας, μαζί με το φυσικό αέριο. Τέλος, το γεωθερμικό δυναμικό της χώρας αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό ήδη από το 2015, συμμετέχοντας στην παραγωγή η-

Διάγραμμα 15: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ" από το Σενάριο Αναφοράς (MW)



λεκτρισμού σε ποσοστό 3.3% το 2050, με εγκατεστημένη ισχύ 442 MW_e.

Ο ρόλος του φυσικού αερίου είναι πολύ σημαντικός στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ», αφενός επειδή είναι καύσιμο χαμηλής εντάσεως εκπομπών σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, ενώ παράλληλα μπορεί να στηρίξει τη διεύρυνση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή λόγω της ευελιξίας ανόδου ισχύος αλλά και λόγω της χαμηλής έντασης κεφαλαίου, οπότε προσφέρεται για επενδύσεις σε σταθμούς εφεδρείας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» μειώνεται μετά το 2030 περισ-

σότερο από 50% συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, όμως το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος μονάδων φυσικού αερίου μειώνεται λιγότερο λόγω του ρόλου των μονάδων αυτών για την εφεδρεία του συστήματος. Το 2050, το φυσικό αέριο συμμετέχει στην ηλεκτροπαραγωγή σε ποσοστό 17% ενώ το 2030 το ποσοστό αυτό είναι 31%.

Η παραγωγή ηλεκτρισμού από σταθμούς πετρελαίου μειώνεται στις 100 GWh το 2050 (1260 GWh το 2030) δεδομένου ότι προβλέπεται η πλήρης διασύνδεση των νησιών. Η ηλεκτροπαραγωγή από λιγνίτη μηδενίζεται μετά το 2030.

Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» μεγάλης σημασίας είναι τα συστήματα αποθήκευσης, τα οποία για μεν τα υδροηλεκτρικά με άντληση η ισχύς τους φθάνει τα 1900 MW, ενώ τα συστήματα υδρογόνου αναπτύσσονται μετά το 2035 και απορροφούν το 2050 περίπου 16 GWh ηλεκτρικής ενέργειας το χρόνο για παραγωγή υδρογόνου. Τα υδροηλεκτρικά, οι θερ-

Πίνακας 23: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ"

	2005	2020	2030	2050
% ΑΠΕ στο σύνολο Ισχύος	26.9	56.0	66.0	73.8
% ΑΠΕ στο σύνολο Ενέργειας	11.6	48.4	66.6	83.3
% στοχαστικές ΑΠΕ	2.3	35.7	51.8	63.3
% παραγωγής από μονάδες βάσης	59.4	25.9	1.4	0.0
% παραγωγής από φυσ. Αέριο	13.6	19.6	30.5	16.6
% Ισχύος με Φυσ. Αέριο	15.0	21.0	23.8	20.1
Περιθώριο Εφεδρείας (%)	7.9	21.8	21.3	25.8

μικές μονάδες και τα συστήματα αποθήκευσης επαρκούν το 2050 για να καλύψουν τη μέγιστη αιχμή φορτίου των περίπου 21 GW. Για την αξιόπιστη κάλυψη των διακυμάνσεων φορτίου γίνεται η υπόθεση ότι οι εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας προσφέρουν σημαντική ευελιξία λόγω συντονισμένης εξισορρόπησης φορτίου στην περιφερειακή αγορά.

Η προσομοίωση διασφαλίζει την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος συνδυάζοντας τις ευέλικτες μονάδες φυσικού αερίου με τα αποθηκευτικά συστήματα (Πίνακας 23).

Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» περιλαμβάνεται η ανάπτυξη ηλεκτροπαραγωγικών ΑΠΕ σε πολύ μικρή κλίμακα (μικρά αιολικά, 400 MW το 2050 και φωτοβολταϊκά στις οικίες και τα κτήρια, 3.400 MW το 2050), τα οποία συνδέονται στη χαμηλή τάση. Ο ρόλος των έξυπνων δικτύων και άλλων ενισχύσεων και επενδύσεων στο σύστημα διανομής είναι προϋπόθεση για την ανάπτυξη αυτής της χρήσης ΑΠΕ. Το σενάριο υποθέτει εμπορική και τεχνολογική

ωριμότητα των συστημάτων αυτών σε χρονικό ορίζοντα προ του 2030.

Ο Πίνακας 24 παρουσιάζει τις προβολές του σεναρίου «ΑΠΕ» σχετικά με τα καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή. Αξιοσημείωτη είναι η απεξάρτηση από λιγνίτες και πετρέλαιο, καθώς και η συγκράτηση των καταναλώσεων φυσικού αερίου σε χαμηλά επίπεδα, συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς, και η σημαντική ανάπτυξη της βιομάζας σε διάφορες μορφές, η κατανάλωση της οποίας το 2050 φθάνει τα σημερινά επίπεδα κατανάλωσης πετρελαίου στην ηλεκτροπαραγωγή.

4.5.2 Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS»

Το σενάριο αυτό υποθέτει διαθεσιμότητα αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς (στη Βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή Δυτικής Μακεδονίας και στην περιοχή της Καβάλας), καθώς και εμπορική ωρίμανση των τεχνολογιών δέσμευσης CO₂ σε μεγάλους σταθμούς καύσης ορυκτών καυσίμων.

Δεδομένης της υπόθεσης αυτής, η οικονομική βελτιστοποίηση της μελλοντικής εξέλιξης της ηλεκτροπαραγωγής, με προοπτική βεβαίως τον σχεδόν μηδενισμό των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, δίδει διαφορετικά αποτελέσματα από αυτά για το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ». Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δέσμευση CO₂

Πίνακας 24: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ"

χιλ. τιν	2005	2020	2030	2050
Λιγνίτης	8650	4303	269	0
Πετρέλαιο	2212	881	260	22
Φυσικό αέριο	1651	2104	3960	2621
Στερεά απόβλητα	25	100	246	321
Αέρια απόβλητα	28	122	163	188
Βιο-αέριο	0	14	22	27
Στερεή βιομάζα	243	766	991	1608
Βιο-πετρέλαιο	0	0	3	31

αναπτύσσεται στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS» και αντίστοιχα μειώνεται η ανάπτυξη των ΑΠΕ συγκριτικά με το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ».

Γίνεται η υπόθεση ότι μονάδα λιγνίτη με CCS μπορεί να ενταχθεί στο σύστημα λίγο πριν το 2025. Χάρης στην τεχνολογία CCS εντάσσονται το 2025 στο σύστημα 2500 MW (αποδιδόμενη ισχύς) λιγνιτικών μονάδων με CCS, οι οποίες αντικαθιστούν παλαιές μονάδες. Με τον τρόπο αυτό επανέρχεται η συνολική ισχύς λιγνιτικών μονάδων το 2025 περίπου στα επίπεδα του 2000. Στη συνέχεια η συνολική ισχύς μειώνεται στα 3500 MW (αποδιδόμενη ισχύς) λόγω παύσης λειτουργίας παλαιών μονάδων. Πριν το 2045 το σενάριο προβλέπει ένταξη νέας λιγνιτικής ισχύος με CCS της τάξης των 1000 MW και κατόπιν πριν το 2050 την ένταξη νέας μονάδας 1100 MW με CCS. Για το 2050, το σενάριο προβλέπει λειτουργία λιγνιτικής ισχύος 5450 MW (αποδιδόμενη ισχύς) εκ των οποίων 4500 MW με CCS.

Οι επενδυτικές αυτές αποφάσεις οδηγούνται κυρίως από την τιμή των δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα στον μηχανισμό ETS, η οποία διαμορφώνεται στα 38€/τόνο CO₂ για το 2025 (στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού σεναρίου προς την οικονομία χαμηλών εκπομπών). Η τιμή αυτή είναι οριακή σχετικά με την ανταγωνιστικότητα της επιλογής μονάδων με CCS, η οποία όμως ευνοείται από το χαμηλό κόστος του

λιγνίτη στην Ελλάδα. Η τιμή των δικαιωμάτων διαμορφώνεται άνω των 60€/τόνο CO₂ πριν το 2030 και μετά, οπότε βεβαίως η τεχνολογία CCS είναι αναμφισβήτητα ανταγωνιστική. Επομένως ακόμα και αν η ένταξη της νέας ισχύος λιγνιτικών μονάδων με CCS δεν γίνει πριν το 2025, θα γίνει σίγουρα αμέσως μετά το 2025, στο πλαίσιο των υποθέσεων του σεναρίου «ΑΠΕ και CCS».

Σε αντίθεση με το σενάριο «ΑΠΕ» αλλά και με το Σενάριο Αναφοράς, η παραγωγή από λιγνίτη διατηρεί σημαντικό μερίδιο στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή του σεναρίου «ΑΠΕ και CCS». Το μερίδιο αυτό διατηρείται περίπου μεταξύ 22 και 25% στο διάστημα 2025-2045, έναντι 51% σήμερα, και φθάνει το 32.6% το 2050.

Από την ανάλυση των σεναρίων προκύπτει ότι στο πλαίσιο του στόχου μηδενισμού των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή, η στρατηγική διατήρησης των λιγνιτών στο μέλλον είναι δυνατή μόνο εφόσον γίνει αποδεκτή η αποθήκευση CO₂ και αναπτυχθεί η τεχνολογία CCS. Βεβαίως θα απαιτηθεί η απόσυρση όλων των υφισταμένων σήμερα μονάδων και η κατασκευή στο μέλλον μονάδων σχεδόν αποκλειστικά με τη τεχνολογία CCS.

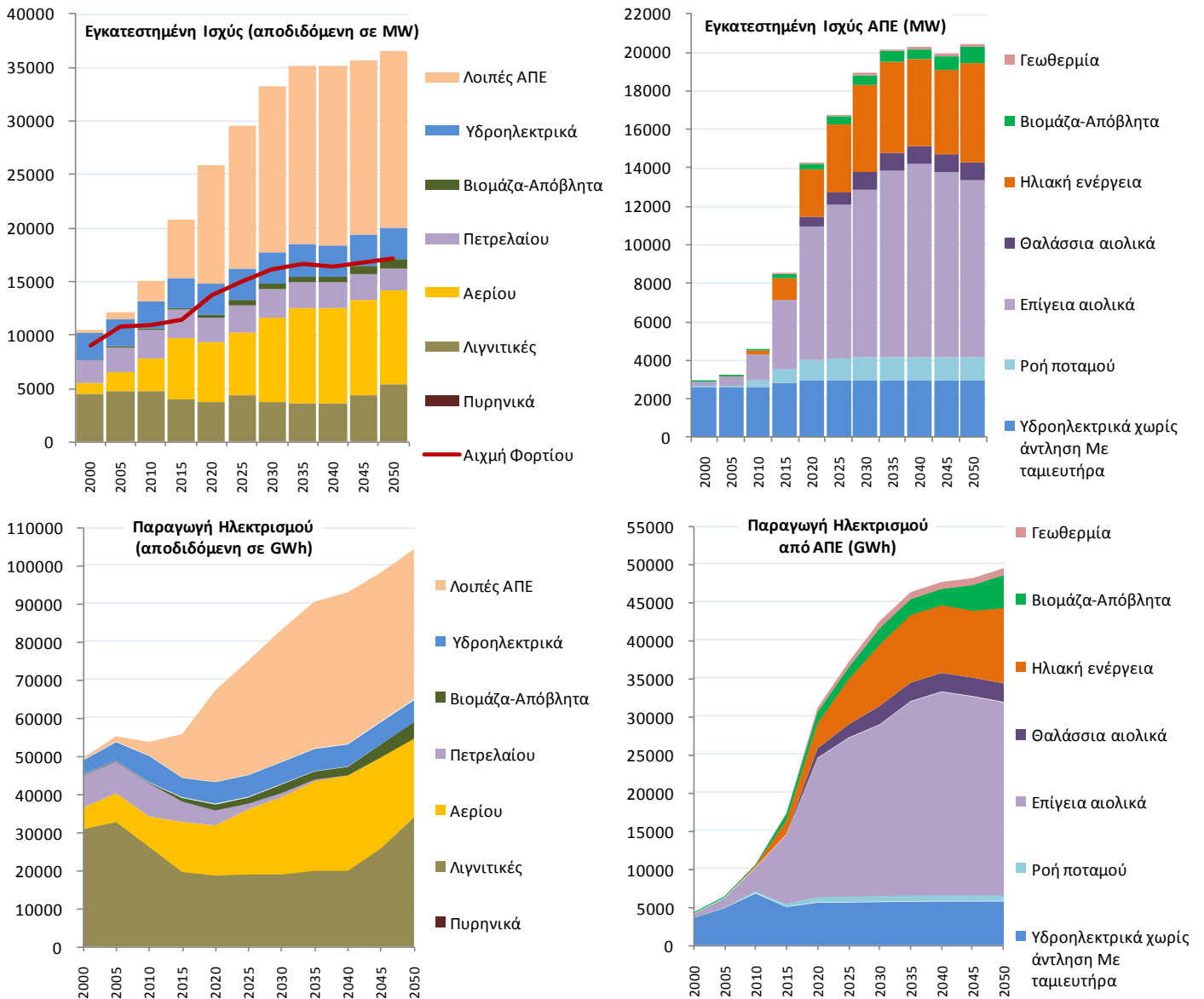
Το μερίδιο των μονάδων CCS στη συνολική ακαθάριστη ηλεκτροπαραγωγή προβλέπεται να κυμανθεί μεταξύ 28% έως 38% κατά το χρονικό διάστημα 2025-2050. Στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS» περίπου 23 εκατ.

τόνοι CO₂ θα αποθηκεύονται το χρόνο από το 2025 και μετά, με μικρή άνοδο μακροχρόνια μέχρι τους 36 εκατ. τόνους το 2050. Κατά την περίοδο 2025-2050 εκτιμάται ότι θα αποθηκευθούν συνολικά περίπου 710 εκατ. τόνοι CO₂.

Οι ΑΠΕ εξακολουθούν να έχουν πολύ ση-

μαντικό ρόλο στο σενάριο αυτό (Διάγραμμα 16), αλλά η συμμετοχή τους στην ηλεκτροπαραγωγή μόλις ξεπερνά το 51% (το 2035), ενώ το 2050 μειώνεται ελαφρά στο 47.5% λόγω της επέκτασης των μονάδων με CCS. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS» είναι πα-

Διάγραμμα 16: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ και CCS"



Πίνακας 25: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS"

	2005	2020	2030	2050
% ΑΠΕ στο σύνολο Ισχύος	26.9	55.2	57.0	55.8
% ΑΠΕ στο σύνολο Ενέργειας	11.6	46.4	51.2	47.5
% στοχαστικές ΑΠΕ	2.3	33.8	39.6	36.1
% παραγωγής από μονάδες βάσης	59.4	27.9	22.9	32.6
% παραγωγής από φυσ. Αέριο	13.6	19.5	24.3	19.8
% Ισχύος με Φυσ. Αέριο	15.0	21.4	23.7	23.8
Περιθώριο Εφεδρείας (%)	7.9	20.9	21.6	25.6

Πίνακας 26: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS"

χιλ. τυτ	2005	2020	2030	2050
Λιγνίτης	8650	4693	5395	8747
Πετρέλαιο	2212	884	258	15
Φυσικό αέριο	1651	2104	3246	3088
Στερεά απόβλητα	25	100	246	239
Αέρια απόβλητα	28	122	163	188
Βιο-αέριο	0	14	16	26
Στερεή βιομάζα	243	766	694	777
Βιο-πετρέλαιο	0	0	3	15

ρόμοια σε μέγεθος και δομή με το σενάριο αναφοράς. Τα αιολικά προβλέπεται να φθάσουν τα 7.4 GW το 2020 και να υπερβούν τα 10 GW μακροχρόνια. Τα ηλιακά συστήματα προβλέπεται να υπερβούν τα 5 GW μακροχρόνια από 2.5 GW το 2020. Και στο σενάριο αυτό προβλέπεται η σημαντική ανάπτυξη μονάδων βιομάζας και αποβλήτων καθώς και γεωθερμίας.

Όπως και στα προηγούμενα σενάρια, οι μονάδες φυσικού αερίου επιτελούν σημαντικό ρόλο για την ευστάθεια του συστήματος και την κάλυψη των διακυμάνσεων φορτίου. Οι απαιτήσεις για μονάδες φυσικού αερίου περιορίζονται σε σύγκριση με το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ», καθώς πλέον μπορούν και σταθμοί στερε-

ών καυσίμων να στηρίξουν την εφεδρεία του συστήματος, χωρίς να επιβαρύνεται το ενεργειακό σύστημα με εκπομπές. Η ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο διατηρεί μερίδιο γύρω στο 20% σε ολόκληρη τη χρονική περίοδο της προβολής. Η κατανάλωση φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, όμως συγκρίσιμα με αυτά του σεναρίου «ΑΠΕ» (Πίνακας 26).

Η ισχύς μονάδων φυσικού αερίου στο πλαίσιο του σεναρίου «ΑΠΕ και CCS» είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή του σεναρίου αναφοράς: 2300 MW μικρότερη το 2030 και 8500 MW μικρότερη το 2050. Ο ισχύς αυτή είναι μικρότερη μόνο κατά 1000 MW (το 2030 και το 2050) στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS» από την ισχύ μονάδων φυσικού αερίου στο σενάριο «ΑΠΕ». Οι λόγοι που εξηγούν την μεγάλη απόκλιση στην ισχύ μονάδων φυσικού αερίου και των τριών παραλλαγών του σεναρίου χαμηλών εκπομπών από το σενάριο αναφοράς σχετίζονται με τη ζήτηση και τη μορφή της καμπύλης φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας. Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών η εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στο σενάριο αναφοράς, με αποτέλεσμα η αιχμή φορτίου να είναι 1250 MW μικρότερη το 2030 και άνω των 5000 MW μικρότερη το 2050. Επιπλέ-

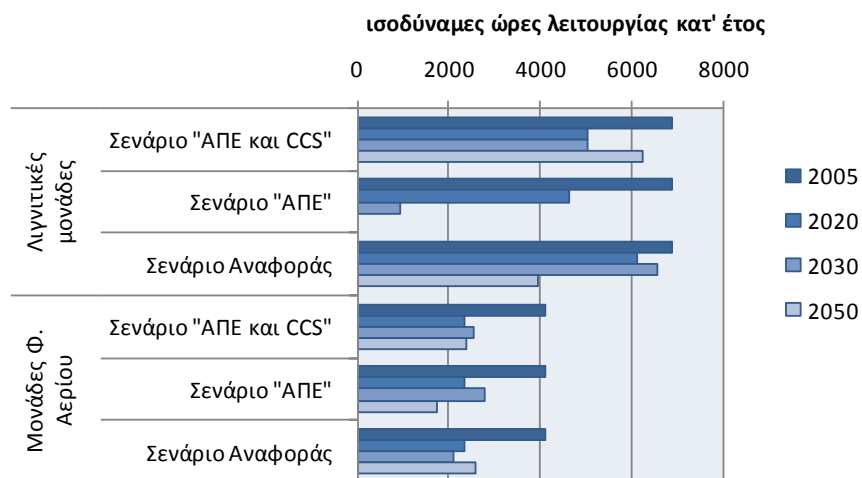
ον, στα σενάρια χαμηλών εκπομπών οι οδικές μεταφορές εξηλεκτρίζονται σταδιακά και, σύμφωνα με την υπόθεση που έχει γίνει, η επαναφόρτιση των συσσωρευτών λαμβάνει χώρα σε περιόδους φορτίου βάσης, χάρις σε έξυπνους μετρητές και κατάλληλα κίνητρα. Ως αποτέλεσμα προκύπτει βελτίωση του μέσου συντελεστή φορτίου της ζήτησης στα σενάρια χαμηλών εκπομπών (π.χ. 61.5% το 2030 και 73.3% το 2050) συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς (57.7% το 2030 και 57% το 2050). Επειδή οι μονάδες φυσικού αερίου είναι αυτές που κυρίως χρησιμοποιούνται για εφεδρεία, λόγω ευελιξίας και χαμηλού κόστους επένδυσης, η εξομάλυνση των διακυμάνσεων της καμπύλης φορτίου καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας που λαμβάνουν χώρα στα σενάρια χαμηλών εκπομπών επιτρέπουν την ανάπτυξη μικρότερης ισχύος μονάδων φυσικού αερίου συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

μό χρησιμοποίησης κατ' έτος. Δεν συμβαίνει το ίδιο στα άλλα σενάρια, περιλαμβανομένου του σεναρίου αναφοράς. Σχετικά με τις μονάδες φυσικού αερίου, τόσο στα σενάρια χαμηλών εκπομπών όσο και στο σενάριο αναφοράς προβλέπεται μείωση του βαθμού χρησιμοποίησής τους που φθάνει σε επίπεδα κάτω του ενός τρίτου των ωρών του έτους. Επομένως, η απαραίτητη επιπλέον ισχύς σε μονάδες φυσικού αερίου πρέπει να αναπτυχθεί με τεχνολογίες που βασίζονται είτε αμιγώς σε αεριοστρόβιλους είτε σε συνδυασμένους κύκλους με μεγάλη ευελιξία ανόδου-καθόδου και χαμηλά τεχνικά ελάχιστα (βλ. Διάγραμμα 17).

Οι σωρευτικές εκπομπές CO₂ από την ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS» είναι μειωμένες κατά 14% την περίοδο 2010-2030 αλλά αυξημένες κατά 20% την περίοδο 2030-2050 σε σύγκριση με το σενάριο χαμηλών

Διάγραμμα 17: Μέση λειτουργία θερμικών μονάδων στα σενάρια

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η τεχνολογία CCS συμβάλλει στη διατήρηση της στρατηγικής που βασίζεται στους εγχώριους λιγνίτες και στη χρήση των μονάδων με τεχνικά αποδεκτό βαθ-



εκπομπών «ΑΠΕ» (συνολικά για την περίοδο 2010-2050 οι εκπομπές είναι μικρότερες κατά 6%). Δεδομένου ότι και τα δύο σενάρια έχουν τις ίδιες τιμές για τα δικαιώματα εκπομπής, προκύπτει ότι το σενάριο «ΑΠΕ και CCS» είναι οικονομικά πιο αποτελεσματικό από το σενάριο «ΑΠΕ» σχετικά με τη μείωση των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή μεσοχρόνια, όχι όμως μακροχρόνια (με κριτήριο το οριακό κόστος αποφυγής εκπομπών CO₂).

Διάγραμμα 18: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ και CCS" από το Σενάριο Αναφοράς (MW)



4.5.3 Σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά»

Η αξιοποίηση της πυρηνικής τεχνολογίας στην Ελλάδα δεν προβλέπεται ούτε σε με-

σοπρόθεσμη ούτε σε μακροπρόθεσμη προοπτική. Ωστόσο, για λόγους πληρότητας της ανάλυσης στο πλαίσιο του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού, αναπτύχθηκε ένα σενάριο με βάση το υπόδειγμα PRIMES, στο οποίο γίνεται η παραδοχή ότι σταθμοί πυρηνικής ενέργειας μπορούν να κατασκευασθούν στην Ελλάδα και να ενταχθούν στην ηλεκτροπαραγωγή μετά το 2030 (ως μονάδες υποψήφιας για νέες επενδύσεις). Στο σενάριο αυτό γίνεται η υπόθεση ότι η αποθήκευση CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς δεν θα είναι διαθέσιμη στην Ελλάδα.

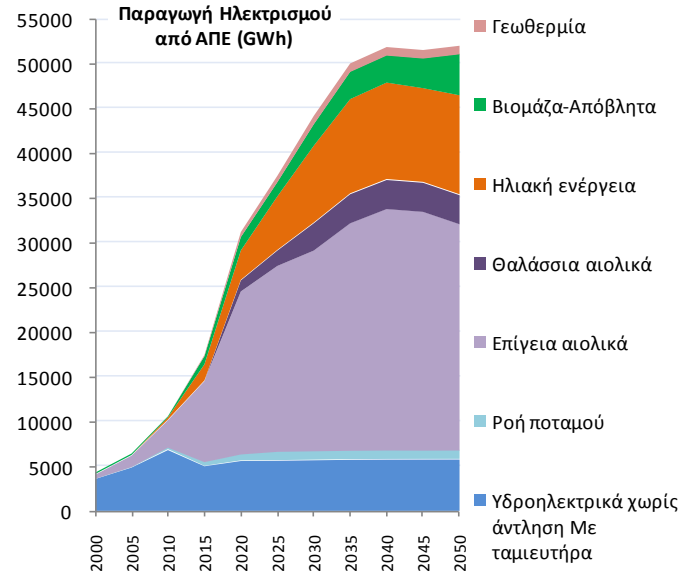
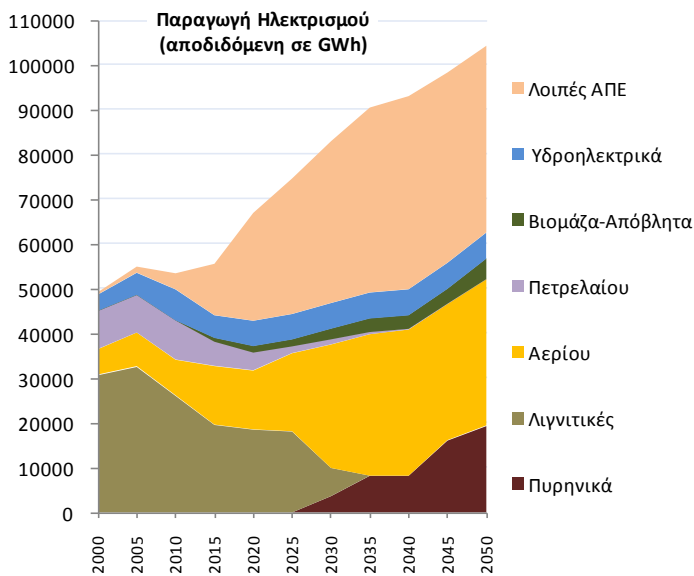
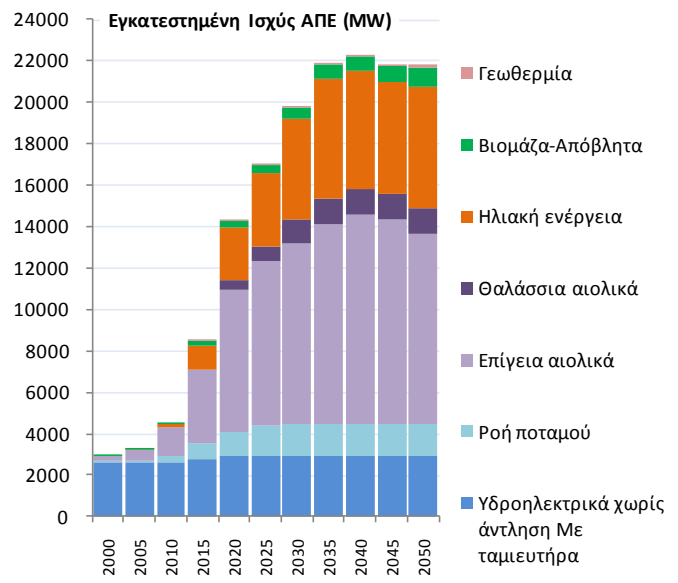
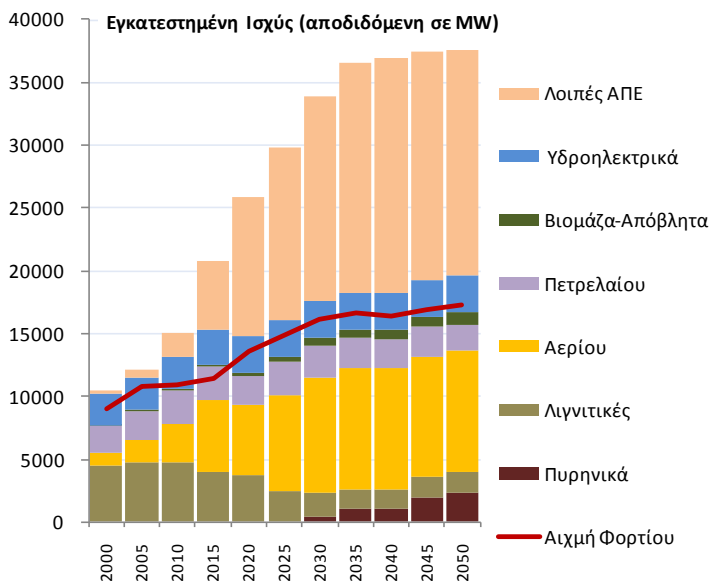
Γίνεται η υπόθεση ότι για λόγους έλλειψης τεχνογνωσίας και απουσίας οικονομικών κλιμακας το κόστος επένδυσης σε πυρηνικούς σταθμούς στην Ελλάδα θα είναι υψηλότερο από άλλες χώρες που έχουν αναπτύξει στο παρελθόν την τεχνολογία αυτή. Επιπλέον θα είναι περιορισμένες οι πιθανές θέσεις για τους σταθμούς αυτούς. Το κόστος και η δυσκολία ανάπτυξης νέων θέσεων για πυρηνικούς σταθμούς προσομοιώνεται στο υπόδειγμα μέσω μη γραμμικής καμπύλης κόστους. Λαμβάνεται υπόψη επίσης το αυξημένο κόστος για την Ελλάδα αναφορικά με το πυρηνικό καύσιμο και τα πυρηνικά απόβλητα για τα οποία γίνεται υπόθεση μεταφοράς τους σε άλλες χώρες που διαθέτουν υποδομή επεξεργασίας αποβλήτων. Ακόμα το κόστος επένδυσης είναι προσαυξημένο για την προστασία σε περίπτωση σεισμού.

Τα κόστη αυτά περιορίζουν οικονομικά τις δυνατότητες ανάπτυξης πυρηνικής ενέργειας.

Με δεδομένες τις υποθέσεις αυτές και σύμφωνα με τη βελτιστοποίηση της ανάπτυξης της ηλεκτροπαραγωγής με σκοπό τον σχεδόν μηδενισμό των εκπομπών, προκύπτει ως οικονομικά σκόπιμο ένα σχε-

τικά περιορισμένο πρόγραμμα ανάπτυξης πυρηνικών σταθμών: 450 MW το 2030, επιπλέον 500 MW το 2035 και επιπλέον 1000 έως 1500 MW το 2040, έτσι ώστε η συνολική ισχύς να φθάσει περίπου τα 2500 MW το 2050. Δηλαδή τμήμα μόνο του φορτίου βάσης μετά το 2030 θα καλύπτεται από πυρηνική ενέργεια, η οποία θα παράγει το 2050 το 19% της συνολικής ηλεκ-

Διάγραμμα 19: Διάρθρωση Ηλεκτροπαραγωγής στο σενάριο χαμηλών εκπομπών "ΑΠΕ και πυρηνικά"



τροπαραγωγής (4,6% το 2030).

Εφόσον επιδιώκεται ο μηδενισμός των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή και δεν είναι διαθέσιμη η δυνατότητα δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂, δεν συμφέρει η συνέχιση της παραγωγής από λιγνίτες, η οποία μηδενίζεται από το 2035 και μετά.

Στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» διατηρείται η μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ (Διάγραμμα 19), οι οποίες σύμφωνα με τα αποτελέσματα θα καλύπτουν ποσοστό μεταξύ 50% και 53% της ηλεκτροπαραγωγής σε όλο το χρονικό διάστημα μετά το 2020. Η ανάπτυξη των αιολικών θα ξεπεράσει τα 10 GW ενώ των ηλιακών θα πλησιάσει τα 6 GW. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από

ΑΠΕ στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» είναι παρόμοια σε έκταση και σε μείγμα μορφών ΑΠΕ με αυτή του σεναρίου «ΑΠΕ και CCS».

Το φυσικό αέριο διατηρεί τον στρατηγικής σημασίας ρόλο του στην ηλεκτροπαραγωγή λόγω της ευελιξίας των μονάδων και της οικονομικής ευχέρειας συγκρότησης εφεδρειών με μονάδες φυσικού αερίου. Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά» η ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο προκύπτει μεγαλύτερη από το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» αλλά και από το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS» επειδή οι πυρηνικοί σταθμοί δεν διαθέτουν ευελιξία έναντι διακυμάνσεων φορτίου και συμπληρώνουν την παραγωγή των πυρηνικών στις περιπτώσεις διακύμανσης

φορτίου. Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά» το φυσικό αέριο θα παράγει το ένα τρίτο της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής από το 2025 και μετά, έναντι 20% το 2020. Κατά συνέπεια και η κατανάλωση φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή θα είναι μεγαλύτερη στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» συγκριτικά με τις άλλες δύο παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών.

Το σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» είναι λιγότερο αποτελεσματικό σχετικά με τη μείωση των εκπομπών γιατί η προοπτική ανάπτυξης

Πίνακας 28: Καύσιμα στην ηλεκτροπαραγωγή στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"

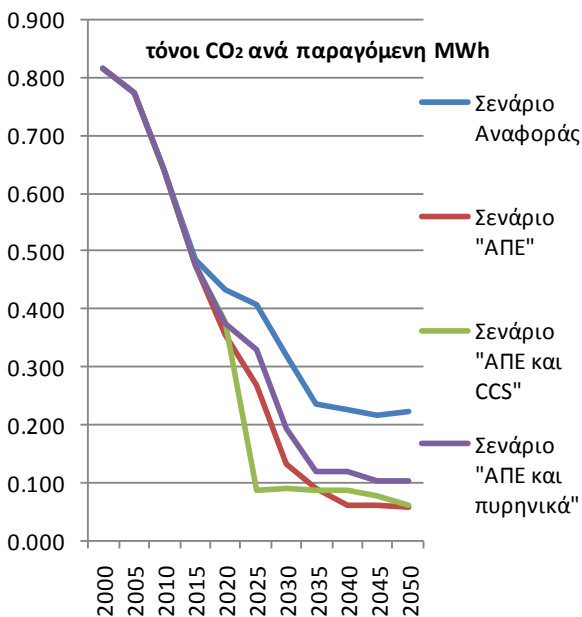
χιλ. τυτ	2005	2020	2030	2050
Λιγνίτης	8650	4661	1508	0
Πετρέλαιο	2212	883	258	16
Φυσικό αέριο	1651	2104	4211	4769
Στερεά απόβλητα	25	100	246	280
Αέρια απόβλητα	28	122	163	188
Βιο-αέριο	0	14	22	26
Στερεή βιομάζα	243	766	694	777
Βιο-πετρέλαιο	0	0	3	19

Πίνακας 27: Δείκτες λειτουργίας συστήματος στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"

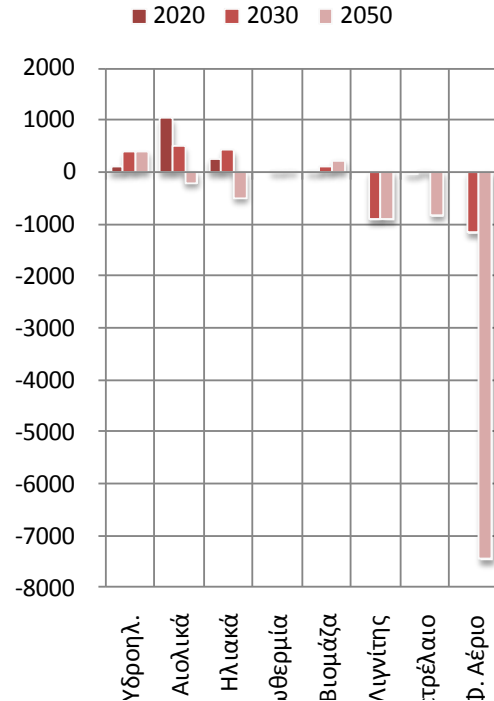
	2005	2020	2030	2050
% ΑΠΕ στο σύνολο Ισχύος	26.9	55.2	58.5	58.1
% ΑΠΕ στο σύνολο Ενέργειας	11.6	46.5	53.2	49.9
% στοχαστικές ΑΠΕ	2.3	33.9	41.0	38.0
% παραγωγής από μονάδες βάσης	59.4	27.8	12.1	18.7
% παραγωγής από φυσ. Αέριο	13.6	19.5	33.2	31.3
% Ισχύος με Φυσ. Αέριο	15.0	21.4	26.8	26.0
Περιθώριο Εφεδρείας (%)	7.9	21.2	22.2	24.3

των πυρηνικών σταθμών μακροχρόνια εμποδίζει την ανάπτυξη άλλων επιλογών με χαμηλές εκπομπές. Υπενθυμίζεται ότι όλες οι παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών οδηγούνται από το ίδιο επίπεδο τιμών των δικαιωμάτων CO₂ γιατί αυτές διαμορφώνονται σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Οι σωρευτικές εκπομπές της ηλεκτροπαραγωγής κατά το διάστημα 2010-2050 υπολογίσθηκαν για το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά» 23% πιο αυξημένες από το σενάριο «ΑΠΕ» και 31% μεγαλύτερες από το σενάριο «ΑΠΕ και CCS». Δηλαδή το σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» είναι σαφώς λιγότερο αποτελεσματικό οικονομικά από τα άλλα δύο σενάρια ως προς τη μείωση των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή με κριτήριο το οριακό κόστος. Το Διάγραμμα 21 δείχνει διαφορετική

Διάγραμμα 21: Ένταση εκπομπών CO₂ της ηλεκτροπαραγωγής



Διάγραμμα 20: Μεταβολές στην Ισχύ των Μονάδων στο σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά" από το Σενάριο Αναφοράς (MW)



δυναμική μείωσης των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή για τις τρεις παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών.

4.6 Πρωτογενής ενέργεια, εισαγωγές

Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών, η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας εμφανίζεται σημαντικά μειωμένη σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, λόγω της εκτεταμένης προόδου σχετικά με την αποδοτικότητα της κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης, στα σενάρια χαμηλών εκπομπών λαμβάνει χώρα υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων σε σημαντικό βαθμό και επομένως μειώνεται εντυπωσιακά η εξάρτηση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος από εισαγωγές ενέργειας.

Ο Πίνακας 29 καταδεικνύει τα σημαντικά οφέλη που προσδίδουν τα σενάρια χαμηλών εκπομπών σχετικά με την ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας, η οποία φθάνει περίπου το 50% το 2050 έναντι 72% σήμερα και 75% στο πλαίσιο του σεναρίου αναφοράς το 2050.

Οι εισαγωγές φυσικού αερίου μειώνονται στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, εξέλιξη που παρέχει ευχέρεια βελτίωσης της ασφάλειας στον εφοδιασμό με φυσικό αέριο, το οποίο έχει στρατηγική σημασία σε όλα τα σενάρια, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Οι εισαγωγές πετρελαίου υποδιπλασιάζονται στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγ-

κριτικά με το σενάριο αναφοράς χάρις στον εξηλεκτρισμό των μεταφορών, τη χρήση βιοκαυσίμων και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών προδιαγράφει μία πορεία απεξάρτησης της Ελλάδας από εισαγωγές ενέργειας και ιδίως απεξάρτησης από το πετρέλαιο.

4.7 Επιπτώσεις των σεναρίων στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου

Από τα αποτελέσματα (Πίνακας 30) προκύπτει ότι χωρίς καμία πολιτική οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα θα αυξάνονταν συνεχώς και θα έφθαναν το 2050 να είναι 55% υψηλότερα των εκπομ-

Πίνακας 29: Διαμόρφωση της προσφοράς και ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας

Εκατ. τπ	2010	Σενάριο αναφοράς			Σενάριο «ΑΠΕ»		Σενάριο «ΑΠΕ και CCS»		Σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά»	
		2020	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Εγχώρια παραγωγή										
Πετρέλαιο & αέριο	0.10	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Στερεά	6.84	5.82	4.61	2.34	0.27	0.00	5.40	8.75	1.51	0.00
ΑΠΕ	2.01	4.96	6.01	6.97	7.67	13.65	6.24	8.36	6.39	8.61
Εισαγωγές μείον Εξαγωγές										
Στερεά	0.19	0.21	0.20	0.23	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00
Πετρέλαιο	19.37	17.21	16.84	17.54	15.12	6.59	15.12	6.73	15.12	6.73
Φυσ. Αέριο	2.61	4.07	6.64	9.93	7.44	4.95	6.72	5.45	7.69	7.14
Ηλεκτρισμός	0.42	0.41	0.31	0.38	0.36	0.57	0.36	0.57	0.36	0.57
Βιομάζα	0.10	0.40	0.27	0.18	0.41	1.60	0.34	1.35	0.35	1.36
Εγχώρια κατανάλωση										
Στερεά	7.02	6.03	4.81	2.57	0.47	0.00	5.60	8.75	1.71	0.00
Πετρέλαιο	16.96	14.54	13.76	13.98	12.33	4.87	12.34	5.01	12.34	5.01
Φυσ. Αέριο	2.63	4.07	6.64	9.93	7.44	4.95	6.72	5.45	7.69	7.14
Πυρηνική Εν.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	4.62
Ηλεκτρισμός	0.42	0.41	0.31	0.38	0.36	0.57	0.36	0.57	0.36	0.57
ΑΠΕ	2.11	5.35	6.28	7.14	8.05	14.41	6.56	8.86	6.71	9.12
% Ενεργειακής εξάρτησης	72%	67%	70%	75%	75%	50%	66%	45%	73%	54%

πών του 1990. Η εξέλιξη αυτή θα ήταν πλήρως ασύμβατη με την παγκόσμια προσπάθεια αποφυγής της κλιματικής αλλαγής.

Στον ίδιο Πίνακα παρουσιάζεται η προβολή στο μέλλον των τρεχουσών πολιτικών οι οποίες αποτυπώνονται στο σενάριο «Αναφοράς». Παρά τις φιλόδοξες πολιτικές που

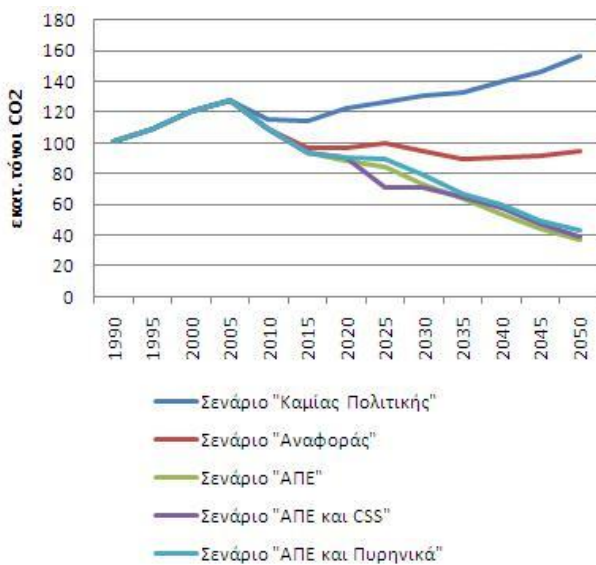
Ένωση.

Απαιτούνται επομένως πρόσθετες πολιτικές για το κλίμα, σε μεγάλη έκταση και ιδίως στη περίοδο μετά το 2020, ώστε οι εκπομπές της Ελλάδας να εισέλθουν σε τροχιά συμβατή με τον στόχο περιορισμού της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης στους 2 βαθμούς Κελσίου.

Οι πρόσθετες πολιτικές αποτυπώνονται στις τρεις παραλλαγές των σεναρίων χαμηλών εκπομπών τα οποία επιτυγχάνουν μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα μεταξύ 58 και 63% το 2050 συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990. Η μείωση αυτή είναι περίπου 70% συγκριτικά με τα επίπεδα εκπομπών του 2005.

Με τη χρήση του μαθηματικού υποδείγματος προσδιορίζεται η οικονομικά βέλτιστη κατανομή της μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τομέα οικονομικής δραστηριότητας (Πίνακας 31). Λαμβάνονται υπόψη οι δυνατότητες μείωσης των εκπομπών που διαθέτει κάθε τομέας μέσω διαφόρων δράσεων. Σε κάθε δράση το υπόδειγμα θεωρεί ότι το κόστος αυξάνεται μη γραμμικά ανάλογα με το εύρος ανάπτυξης κάθε δράσης συγκριτικά με τις δυνατότητες. Με τον τρόπο αυτό η βέλτιστη κατανομή της προσπάθειας μείωσης κατά τομέα περιλαμβάνει όλες τις δράσεις και σε όλους τους τομείς χωρίς εξάντληση των δυνατοτήτων.

Διάγραμμα 22: Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (εκατ. τόνοι ισοδυνάμου CO₂)



ενσωματώνονται στο σενάριο αυτό ιδίως για το χρονικό ορίζοντα του 2020, η μη αποτύπωση πρόσθετων πολιτικών για το κλίμα καθιστά το σενάριο αυτό ανεπαρκές στο πλαίσιο της προσπάθειας αποφυγής της κλιματικής αλλαγής. Στο σενάριο «Αναφοράς» οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται το 2050 μόνο κατά 6% συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990, έναντι στόχου μείωσης κατά 70-80% το 2050 όπως έχει υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή

Πίνακας 30: Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου στα σενάρια με το πρότυπο PRIMES σε εκατ. τόνους ισοδύναμου CO₂

Σενάριο "καμιάς πολιτικής"	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	101.4	108.9	120.5	127.5	115.1	114.5	123.0	126.8	130.8	133.1	139.9	146.6	157.1
Σενάριο "Αναφοράς"	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Εκπομπές από καύση ορυκτών καυσίμων	71.1	78.0	88.9	95.8	84.4	74.6	76.2	79.1	74.7	68.8	69.7	70.8	73.5
Βιομηχανία	9.3	9.8	9.9	8.2	6.0	5.0	4.1	4.0	3.9	3.9	4.0	4.2	4.5
Οικιακός τομέας	4.6	4.8	7.5	9.7	9.7	9.3	9.8	10.4	10.7	10.4	10.0	9.6	8.9
Υπηρεσίες	0.6	0.6	0.8	1.5	1.4	1.3	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7
Γεωργία	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
Μεταφορές	17.2	19.1	21.3	23.9	23.0	23.3	23.9	24.9	25.0	25.2	25.9	26.7	27.7
Ηλεκτροπαραγωγή	34.1	39.0	43.9	46.3	38.7	30.4	31.9	33.4	28.6	22.8	23.2	23.5	25.5
Λοιπός ενεργειακός τομέας	2.4	2.2	3.1	3.5	2.8	2.6	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3
Εκπομπές από μη ενεργειακές δραστηριότητες	30.3	30.8	31.6	31.8	25.0	22.2	21.0	21.2	20.5	20.3	20.6	21.2	21.7
Εκπομπές CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες	6.9	7.5	7.9	8.0	6.1	5.0	5.5	5.9	6.3	6.6	6.7	7.0	7.2
Λοιπές Εκπομπές CO ₂	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Εκπομπές Λοιπών αερίων θερμοκηπίου	23.1	23.2	23.5	23.5	18.7	16.9	15.3	15.1	14.1	13.6	13.7	14.1	14.3
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	101.4	108.9	120.5	127.5	109.3	96.7	97.3	100.4	95.2	89.1	90.2	92.0	95.1
Σενάριο "ΑΠΕ"	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Εκπομπές από καύση ορυκτών καυσίμων	71.1	78.0	88.9	95.8	84.3	73.1	68.6	64.0	54.3	46.3	38.0	30.8	24.9
Βιομηχανία	9.3	9.8	9.9	8.2	6.0	5.1	4.0	3.8	3.8	3.5	3.2	2.6	2.0
Οικιακός τομέας	4.6	4.8	7.5	9.7	9.7	9.1	9.3	9.8	9.9	9.0	7.5	6.0	3.9
Υπηρεσίες	0.6	0.6	0.8	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.2	0.8	0.5	0.3
Γεωργία	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.0	0.3
Μεταφορές	17.2	19.1	21.3	23.9	23.0	23.3	23.4	23.5	23.6	20.2	17.4	13.1	11.1
Ηλεκτροπαραγωγή	34.1	39.0	43.9	46.3	38.7	29.2	25.6	21.0	11.2	8.5	5.8	6.2	6.2
Λοιπός ενεργειακός τομέας	2.4	2.2	3.1	3.5	2.8	2.6	2.3	2.2	2.1	1.8	1.6	1.3	1.2
Εκπομπές από μη ενεργειακές δραστηριότητες	30.3	30.8	31.6	31.8	25.0	20.6	20.4	20.4	19.1	17.7	15.9	13.3	12.7
Εκπομπές CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες	6.9	7.5	7.9	8.0	6.1	5.0	5.5	5.9	6.0	5.1	3.5	0.9	0.6
Λοιπές Εκπομπές CO ₂	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
Εκπομπές Λοιπών αερίων θερμοκηπίου	23.1	23.2	23.5	23.5	18.7	15.4	14.7	14.4	13.0	12.6	12.3	12.3	12.1
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	101.4	108.9	120.5	127.5	109.3	93.7	88.9	84.5	73.4	64.1	53.9	44.1	37.5
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Εκπομπές από καύση ορυκτών καυσίμων	71.1	78.0	88.9	95.8	84.3	73.0	70.2	50.7	51.6	46.7	41.6	33.9	26.6
Βιομηχανία	9.3	9.8	9.9	8.2	6.0	5.1	4.0	3.8	3.8	3.5	3.2	2.6	2.0
Οικιακός τομέας	4.6	4.8	7.5	9.7	9.7	9.1	9.3	9.8	10.0	9.1	7.6	6.1	4.0
Υπηρεσίες	0.6	0.6	0.8	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.2	0.8	0.5	0.3
Γεωργία	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.0	1.6	0.7
Μεταφορές	17.2	19.1	21.3	23.9	23.0	23.3	23.4	23.5	23.6	20.2	17.4	13.1	11.1
Ηλεκτροπαραγωγή	34.1	39.0	43.9	46.3	38.7	29.2	27.2	7.6	8.5	8.8	9.1	8.6	7.4
Λοιπός ενεργειακός τομέας	2.4	2.2	3.1	3.5	2.8	2.6	2.3	2.2	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2
Εκπομπές από μη ενεργειακές δραστηριότητες	30.3	30.8	31.6	31.8	25.0	20.6	20.4	20.4	19.1	17.7	15.9	13.3	12.7
Εκπομπές CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες	6.9	7.5	7.9	8.0	6.1	5.0	5.5	5.9	6.0	5.1	3.5	0.9	0.6
Λοιπές Εκπομπές CO ₂	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Εκπομπές Λοιπών αερίων θερμοκηπίου	23.1	23.2	23.5	23.5	18.7	15.4	14.7	14.4	13.0	12.6	12.3	12.3	12.1
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	101.4	108.9	120.5	127.5	109.3	93.7	90.6	71.1	70.7	64.5	57.5	47.2	39.3
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Εκπομπές από καύση ορυκτών καυσίμων	71.1	78.0	88.9	95.8	84.3	73.0	70.1	69.5	60.0	49.4	44.1	35.9	30.4
Βιομηχανία	9.3	9.8	9.9	8.2	6.0	5.1	4.0	3.8	3.8	3.5	3.1	2.6	2.0
Οικιακός τομέας	4.6	4.8	7.5	9.7	9.7	9.1	9.3	9.8	10.0	9.1	7.6	6.1	4.0
Υπηρεσίες	0.6	0.6	0.8	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.2	0.8	0.5	0.3
Γεωργία	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.0	1.6	0.7
Μεταφορές	17.2	19.1	21.3	23.9	23.0	23.3	23.4	23.5	23.6	20.2	17.4	13.1	11.1
Ηλεκτροπαραγωγή	34.1	39.0	43.9	46.3	38.7	29.2	27.1	26.4	16.9	11.4	11.6	10.7	11.2
Λοιπός ενεργειακός τομέας	2.4	2.2	3.1	3.5	2.8	2.6	2.3	2.2	2.2	1.8	1.6	1.4	1.2
Εκπομπές από μη ενεργειακές δραστηριότητες	30.3	30.8	31.6	31.8	25.0	20.6	20.4	20.4	19.1	17.8	15.9	13.3	12.7
Εκπομπές CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες	6.9	7.5	7.9	8.0	6.1	5.0	5.5	5.9	6.0	5.1	3.5	0.9	0.6
Λοιπές Εκπομπές CO ₂	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Εκπομπές Λοιπών αερίων θερμοκηπίου	23.1	23.2	23.5	23.5	18.7	15.4	14.7	14.4	13.0	12.6	12.3	12.3	12.1
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	101.4	108.9	120.5	127.5	109.3	93.7	90.4	89.9	79.1	67.1	60.0	49.2	43.1

Για μέγιστη ευελιξία προσαρμογής και μείωση του συνολικού κόστους είναι σημαντι-

κό να μην αποκλείονται δράσεις, ιδίως στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Για το σκο-

Πίνακας 31: Μείωση των Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου στο σενάριο χαμηλών εκπομπών

Σενάριο "ΑΠΕ"	% Μεταβολής από σενάριο "Αναφοράς"			% Μεταβολής από σενάριο "καμίας πολιτικής"		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Εκπομπές από καύση ορυκτών καυσίμων	-10.1	-27.3	-66.2	-31.6	-49.6	-81.3
Βιομηχανία	-2.4	-3.6	-55.9	-33.6	-33.0	-69.6
Οικιακός τομέας	-4.5	-7.8	-56.9	-11.8	-21.5	-69.9
Υπηρεσίες	-5.8	-13.1	-83.6	-11.6	-28.6	-87.0
Γεωργία	-4.3	-8.9	-90.7	-7.6	-14.6	-91.5
Μεταφορές	-2.3	-5.5	-59.9	-14.7	-21.8	-68.4
Ηλεκτροπαραγωγή	-19.7	-60.8	-75.7	-47.7	-78.3	-91.1
Λοιπός ενεργειακός τομέας	-3.4	-10.5	-48.2	-18.1	-33.1	-62.1
Εκπομπές από μη ενεργειακές δραστηριότητες	-3.2	-7.0	-41.4	-10.7	-17.1	-47.6
Εκπομπές CO ₂ από βιομηχανικές διεργασίες	-0.3	-5.2	-91.6	-0.5	-6.2	-92.5
Λοιπές Εκπομπές CO ₂	-7.0	-18.6	-77.9	-25.9	-47.8	-88.7
Εκπομπές Λοιπών αερίων θερμοκηπίου	-4.2	-7.6	-15.7	-13.8	-20.9	-24.4
Σύνολο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου	-8.6	-22.9	-60.5	-27.7	-43.9	-76.1

πό αυτό εξετάσθηκαν εναλλακτικά σενάρια, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω. Παρόμοια είναι η δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στις τρεις παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών (Διάγραμμα 22).

Το Διάγραμμα 23 δείχνει τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον ενεργειακό τομέα συγκριτικά με τις εκπομπές του έτους 2005 και κατανέμει τη μείωση αυτή μεταξύ των διαφόρων τρόπων μείωσης των εκπομπών σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μαθηματικού υποδείγματος για κάθε σενάριο χαμηλών εκπομπών. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν έχουν ως εξής:

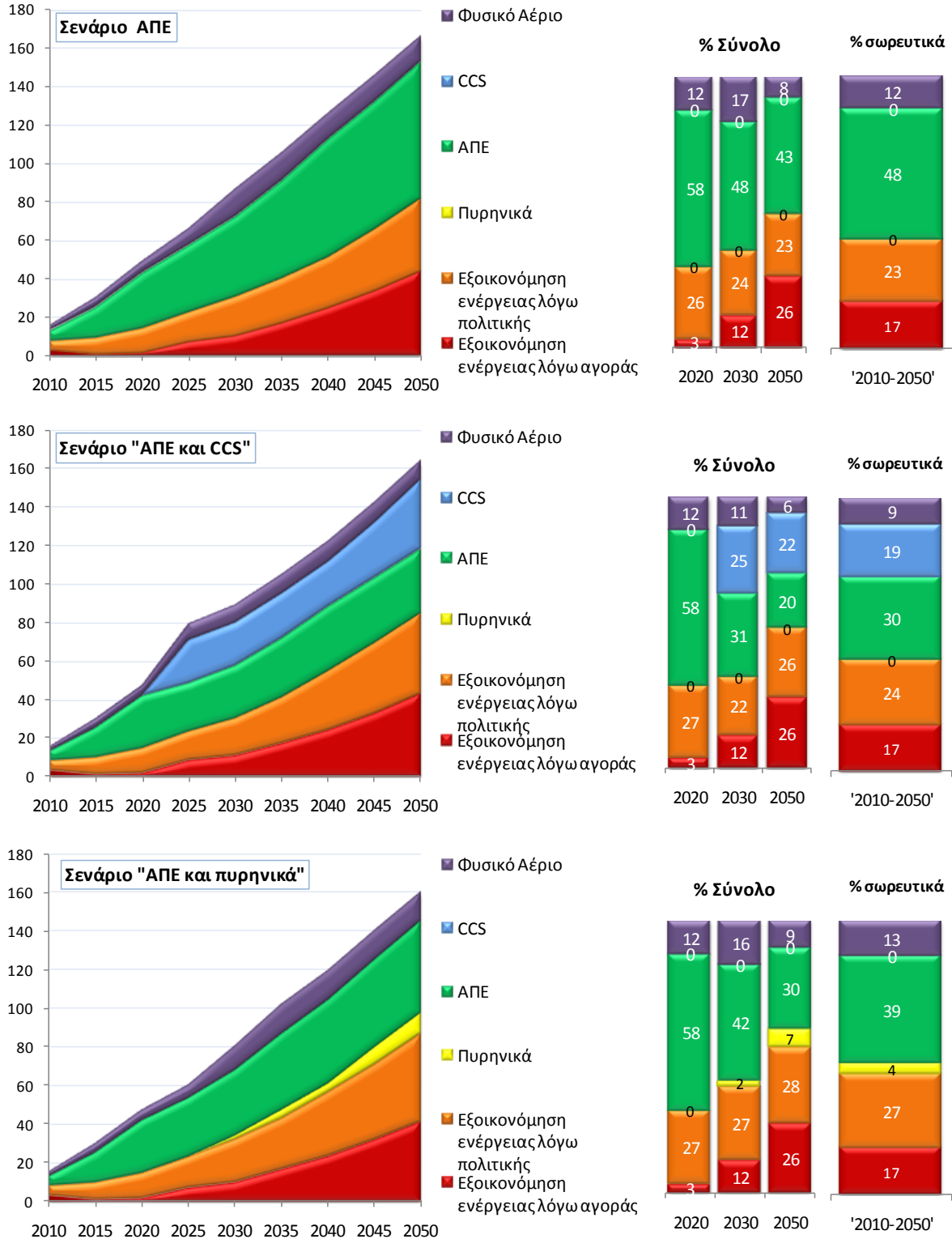
- Η συνεισφορά της εξοικονόμησης ενέργειας ευθύνεται σωρευτικά για την περίοδο 2005-2050 για περισσότερο από το 40% της συνολικής μείωσης, υπερβαίνοντας τους υπόλοιπους τρόπους

μείωσης των εκπομπών σε 2 από τα 3 σενάρια.

- Οι ΑΠΕ συνεισφέρουν κατά 48% στο σενάριο «ΑΠΕ» και μεταξύ 30 και 39% στα άλλα δύο σενάρια χαμηλών εκπομπών. Η σημασία τους είναι επομένως κεφαλαιώδης για την περίπτωση της Ελλάδας.
- Η συνεισφορά της δέσμευσης και αποθήκευσης CO₂ φθάνει το 19% της συνολικής μείωσης των εκπομπών και αναπτύσσεται μόνο στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS».
- Η συνεισφορά της πυρηνικής ενέργειας που αναπτύσσεται μόνο στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» περιορίζεται στο 4%.
- Το φυσικό αέριο, υποκαθιστώντας άλλα ορυκτά καύσιμα συνεισφέρει μεταξύ 9 και 12% στη συνολική μείωση των εκπομπών. Αυτό το αποτέλεσμα υπογραμμίζει για μια ακόμα φορά τη στρατηγική σημασία του φυσικού αερίου και

στο πλαίσιο της πορείας προς χαμηλές εκπομπές.

Διάγραμμα 23: Ανάλυση της συνεισφοράς διαφόρων μέσων στη μείωση των εκπομπών του ενεργειακού τομέα από το επίπεδο του 2005 σε εκατ. τόνους CO₂



4.8 Η σημασία της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ίσως η σημαντικότερη δράση για τη μείωση των εκπομπών:

Η μείωση της ζήτησης ενέργειας μειώνει εκπομπές τόσο άμεσα, δηλαδή στις τελικές καταναλώσεις, όσο και έμμεσα, στην παραγωγή ενέργειας, ενώ παράλληλα είναι και η πιο οικονομική μορφή μείωσης εκπομπών. Υπάρχουν όμως πολλά εμπόδια στην ανάληψη εκτεταμένης δράσης για την εξοικονόμηση ενέργειας, τα οποία συσχετίζονται με το γεγονός ότι οι σχετικές αποφάσεις αναλαμβάνονται από μεμονωμένα άτομα και επιχειρήσεις μικρής κλίμακας.

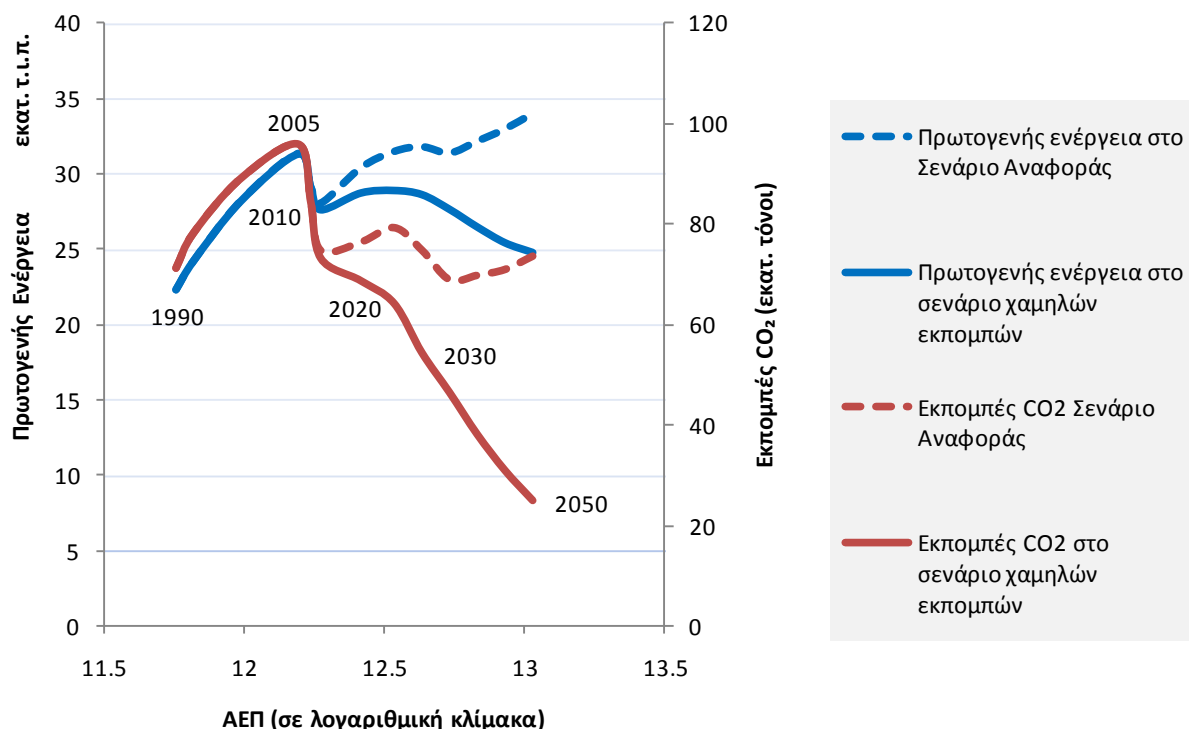
Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει εφόσον ο καταναλωτής αποφασίσει να δαπανήσει παραπάνω για αγορά εξοπλισμών ή για αναβάθμιση κτηρίων με σκοπό να δαπανά λιγότερα χρήματα κάθε έτος για τη λειτουργία του εξοπλισμού. Οι αποφάσεις αυτές λαμβάνονται με υποκειμενικά κριτήρια στα οποία συνήθως υπεισέρχονται υψηλά επιτόκια αναγωγής (σαφώς μεγαλύτερα από αυτά που χρησιμοποιούν μεγάλες επιχειρήσεις ή το Κράτος) καθώς και ο παράγων κινδύνου που οφείλεται σε ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με τις νέες τεχνολογίες και την αποδοτικότητά τους. Αποφάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θεωρούνται αποδοτικές με βάση οικονομοτεχνικές μελέτες δεν λαμβάνονται στην πράξη λόγω

των ανωτέρω παραγόντων.

Για την άρση των εμποδίων αυτών απαιτείται ισχυρή παρέμβαση του Κράτους με σειρά μέτρων πολιτικής, στα οποία περιλαμβάνονται: η θέσπιση αυστηρών προδιαγραφών και κανονισμών, η εκτεταμένη πληροφόρηση, η δημιουργία χρηματοδοτικών μηχανισμών, η εφαρμογή μεθόδων χρηματοδότησης από τρίτους, όπως οι Εταιρείες Ενεργειακών Υπηρεσιών (ESCO), καθώς και η εφαρμογή συστημάτων εμπορεύσιμων πιστοποιητικών ενεργειακών παρεμβάσεων εξοικονόμησης, όπως τα Λευκά Πιστοποιητικά.

Στο πλαίσιο της μείωσης των εκπομπών για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, η ανάκαμψη της οικονομίας και η αύξηση του ΑΕΠ πρέπει, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, να γίνει παράλληλα με την αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος, ούτως ώστε να αποσυνδεθεί η αύξηση του ΑΕΠ από την αύξηση των εκπομπών. Στο πλαίσιο αυτό πρέπει η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς να φθάσει σε τέτοια επίπεδα ώστε η συνολική κατανάλωση ενέργειας να αποσυνδεθεί πλήρως από τη μεγέθυνση του ΑΕΠ και να μειώνεται συνεχώς σε απόλυτο μέγεθος από το επίπεδο της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του 2010.

Διάγραμμα 24: Αποδέσμευση του ΑΕΠ από τις εκπομπές CO₂ και την κατανάλωση ενέργειας



Πίνακας 32: Δείκτες ενεργειακής έντασης και έντασης των εκπομπών CO₂ της ελληνικής οικονομίας στα σενάρια χαμηλών εκπομπών

	2010	2020	2030	2050
Σενάριο «ΑΠΕ»				
Εκπομπές CO ₂ (Mt)	84.36	68.58	54.26	24.85
Ενεργειακή ένταση (toe/M€05)	141.05	116.42	93.22	54.31
Συσχέτιση εκπομπών και ΑΕΠ (t CO₂/M€05)	408.22	277.60	176.49	54.40
Ανθρακική Ένταση της Ενέργειας (t CO ₂ /τιπ πρωτογενούς ενέργειας)	2.89	2.38	1.89	1.43
Σενάριο «ΑΠΕ και CCS»				
Εκπομπές CO ₂ (Mt)	84.36	70.20	51.59	26.61
Ενεργειακή ένταση (toe/M€05)	141.05	117.59	102.72	62.71
Συσχέτιση εκπομπών και ΑΕΠ (t CO₂/M€05)	408.22	284.16	167.84	58.25
Ανθρακική Ένταση της Ενέργειας (t CO ₂ /τιπ πρωτογενούς ενέργειας)	2.89	2.42	1.63	0.93
Σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά»				
Εκπομπές CO ₂ (Mt)	84.36	70.07	60.02	30.38
Ενεργειακή ένταση (toe/M€05)	141.05	117.46	96.63	57.93
Συσχέτιση εκπομπών και ΑΕΠ (t CO₂/M€05)	408.22	283.61	195.24	66.50
Ανθρακική Ένταση της Ενέργειας (t CO ₂ /τιπ πρωτογενούς ενέργειας)	2.89	2.41	2.02	1.15

Οι τρέχουσες πολιτικές (σενάριο αναφοράς) δεν επαρκούν για να οδηγήσουν την συνολική κατανάλωση ενέργειας σε επίπεδα συμβατά με τους στόχους του σεναρίου χαμηλών εκπομπών (Διάγραμμα 24).

Στα σενάρια χαμηλών εκπομπών επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των δεικτών ενεργειακής έντασης του ΑΕΠ και ανθρακικής έντασης της πρωτογενούς ενέργειας (Πίνακας 32). Η ενεργειακή ένταση μειώνεται και στα τρία σενάρια χαμηλών εκπομπών, σχεδόν στο ένα τρίτο από τα σημερινά επίπεδα. Αυτό επιβεβαιώνει την καθοριστική συνεισφορά της βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλες τις παραλλαγές της πορείας προς χαμηλές εκπομπές. Η μείωση της ανθρακικής έντασης της πρωτογενούς ενέργειας είναι μικρότερη στο σενάριο «ΑΠΕ», συγκριτικά με τις δύο άλλες παραλλαγές, επειδή σε αυτές είναι διαθέσιμοι και άλλοι τρόποι μείωσης της ανθρακικής έντασης.

4.9 Ο κομβικός ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας στα σενάρια μείωσης των εκπομπών

Η ανάλυση έδειξε ότι ο ρόλος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι καίριας σημασίας για τη μείωση των εκπομπών στα επιθυμητά επίπεδα, και αυτό επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους:

α) με τον σχεδόν μηδενισμό των εκπομ-

πών διοξειδίου του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή,

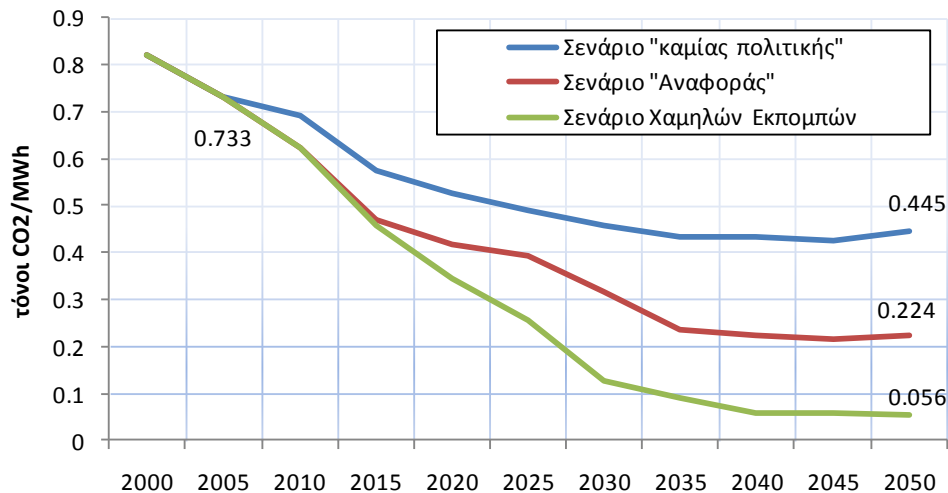
β) με την επέκταση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε τελικές ενεργειακές χρήσεις κυρίως μέσω των αντλιών θερμότητας αλλά και άλλες μεθόδους και

γ) με τη γενίκευση της ηλεκτροκίνησης στις οδικές μεταφορές.

Επιπλέον η χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας σε τελικές ενεργειακές χρήσεις οδηγεί σε θεαματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τομείς, περιλαμβανομένων των οδικών μεταφορών. Η επέκταση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε τελικές χρήσεις απαιτεί μέτρα πολιτικής και νέες υποδομές και έχει νόημα μόνο αν συντονίζεται με την εξέλιξη δραστηρικής μείωσης των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή.

Η ανθρακική ένταση της ηλεκτροπαραγωγής (Διάγραμμα 25) μειώνεται θεαματικά στα σενάρια χαμηλών εκπομπών, με αποτέλεσμα η ηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί μακροχρόνια φορέα με σχεδόν μηδενικές εκπομπές και έτσι να καθίσταται σκόπιμη η υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων από την ηλεκτρική ενέργεια στις τελικές ενεργειακές χρήσεις. Η αντίστοιχη μείωση στο σενάριο αναφοράς (συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής) είναι σημαντική, όμως είναι ανεπαρκής για τη δραστηρική μείωση των

Διάγραμμα 25: Ανθρακική Ένταση της Ηλεκτροπαραγωγής (τόνοι CO₂/MWh)



εκπομπών συνολικά στο σύστημα.

Η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα αποτελεί μια περίπλοκη και μακρόχρονη διαδικασία, η οποία οφείλει να ξεκινήσει αρκετά νωρίς. Η επίτευξη σχεδόν μηδενικών εκπομπών άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή αποδεικνύεται εφικτός στόχος, ωστόσο απαιτεί καίριες στρατηγικές αποφάσεις κατά την περίοδο 2015-2030. Σε όλες τις παραλλαγές των σεναρίων χαμηλών εκπομπών οι ΑΠΕ αποτελούν τον ενδεδειγμένο τρόπο για την απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα τουλάχιστον μέχρι το 2030. Οι τρόποι μείωσης των εκπομπών με δέσμευση και αποθήκευση CO₂ ή με πυρηνική ενέργεια δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθούν σε μεσοχρόνια προοπτική αλλά μόνο μακροχρόνια. Προκύπτει επομένως αναμφισβήτητο συμπέρασμα ότι η στρατηγική της μείωσης των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή οφείλει να ξεκινήσει μεγιστοποιών-

τας την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Εάν και εφόσον υπάρξουν και άλλες λύσεις μακροχρόνια, αυτές μπορούν να αναπτυχθούν συμπληρωματικά, χωρίς μείωση της μεγάλης συνεισφοράς των ΑΠΕ και σε μακροχρόνια προοπτική. Η ανάλυση κατέδειξε ότι αν ακολουθηθεί διαφορετική χρονική διαδοχή της μείωσης των εκπομπών, δηλαδή αν η μείωση είναι μικρή μεσοχρόνια και μεγάλη μακροχρόνια, το κόστος επίτευξης των στόχων του σεναρίου χαμηλών εκπομπών (σε μορφή σωρευτικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την περίοδο 2010-2050) θα είναι σημαντικά αυξημένο.⁹

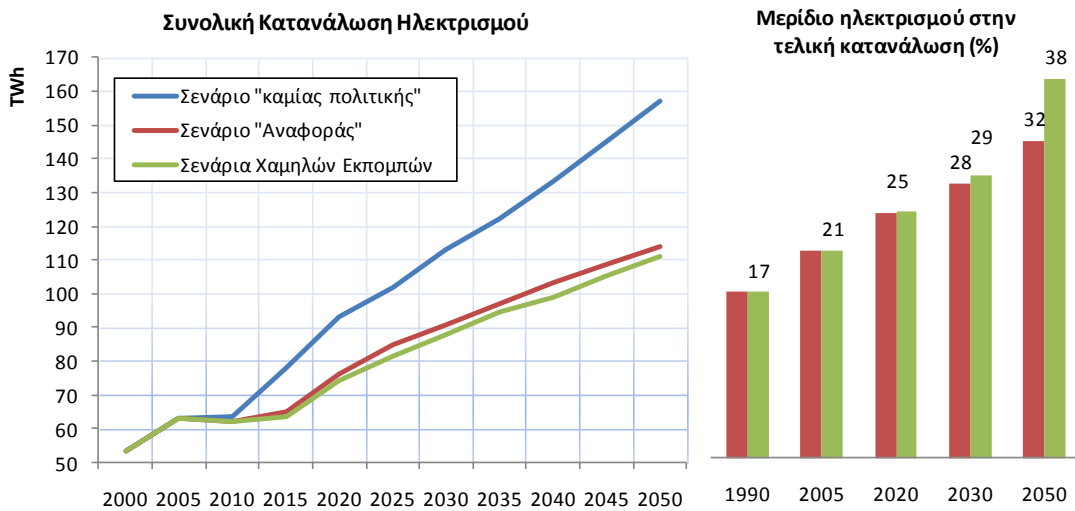
Η επέκταση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε τελικές χρήσεις (αντλίες θερμότητας και επαναφορτιζόμενα ηλεκτρικά οχήματα) μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική αύξηση της συνολικής ζήτησης ηλεκτρι-

⁹ Η ανάλυση αυτή με το μαθηματικό πρότυπο PRIMES έγινε στο πλαίσιο της μελέτης για τον Οδικό Χάρτη για το 2050, DG CLIMA, http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/index_en.htm

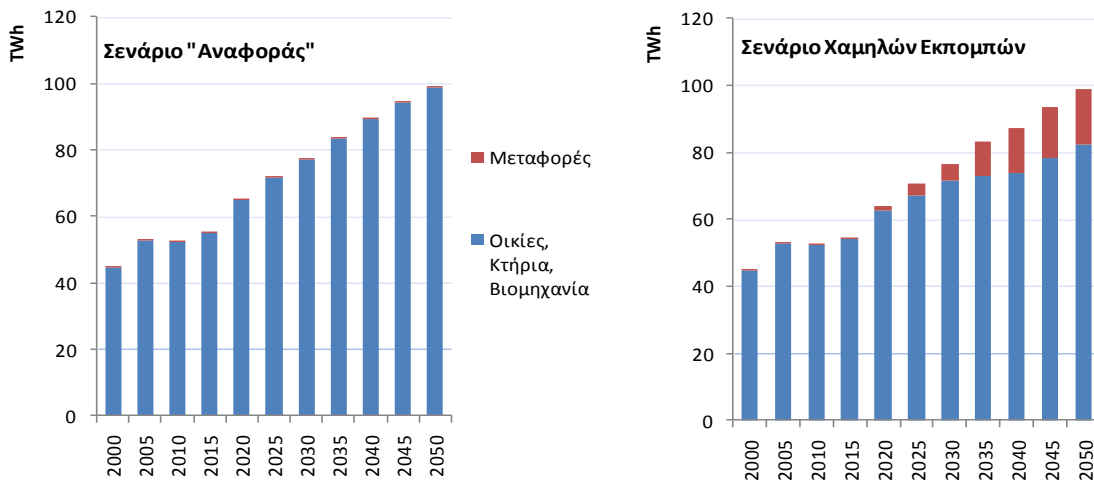
κής ενέργειας, πράγμα που θα δυσκόλευε (από πλευράς κόστους αλλά και σχετικά με τις δυνατότητες ανάπτυξης καθαρών μέσων ηλεκτροπαραγωγής) τον μηδενισμό των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή. Όμως αυτός ο μηδενισμός είναι απαραίτητος όρος για την επέκταση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμικές χρήσεις και στις μεταφορές.

Για να μη συμβεί η τυχόν υπερβολική αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν στο μέγιστο οι πολιτικές βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας και της εξοικονόμησης ενέργειας, ώστε κατά το δυνατόν η πρόσθετη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω υποκατάστασης να αντικαθιστά εξοικονομούμενη ηλεκτρική ενέργεια στο επίπεδο των

Διάγραμμα 26: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας και Μεριδία στην Τελική Κατανάλωση Ενέργειας



Διάγραμμα 27: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά τομέα



τελικών καταναλωτών.¹⁰

Τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 26) δείχνουν ότι στα σενάρια χαμηλών εκπομπών (σε όλες τις παραλλαγές) η ηλεκτρική ενέργεια κατακτά μεγαλύτερο μερίδιο στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς.

Ταυτόχρονα όμως, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε απόλυτα μεγέθη μειώνεται στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, και ακόμα περισσότερο συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής, επειδή τα σενάρια χαμηλών εκπομπών περιλαμβάνουν μεγαλύτερη προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Χάρης στην εξοικονόμηση, η κατανάλωση ενέργειας, περιλαμβανομένης της ηλεκτρικής, μειώνεται στους τομείς των οικιών, κτηρίων και βιομηχανιών στο πλαίσιο των σεναρίων χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με τα λοιπά σενάρια.

Η μείωση αυτή προκύπτει της ίδιας τάξης μεγέθους με την αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές η οποία είναι θεαματική στο πλαίσιο των σεναρίων χαμηλών εκπομπών. Έτσι η συνολική κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο χαμηλών εκπομπών παραμένει στα ίδια επί-

πεδα με αυτή του σεναρίου αναφοράς (Διάγραμμα 27).

Χωρίς το εύρος εξοικονόμησης ενέργειας που λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο των σεναρίων χαμηλών εκπομπών, η πρόσθετη κατανάλωση στις μεταφορές θα επιβάρυνε την ηλεκτροπαραγωγή και θα καθιστούσε δυσκολότερη την απεξάρτηση από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Το σενάριο χαμηλών εκπομπών καταδεικνύει ακριβώς τα αποτελέσματα μιας «συστημικής» προσέγγισης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής, δηλαδή πολιτικής που συντονίζει τις δράσεις μεταξύ των τομέων παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας.

Η αναδιάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής προς την κατεύθυνση της δραστηκής μείωσης των εκπομπών είναι κατά συνέπεια επιλογή κομβικής σημασίας, η οποία όμως απαιτεί πολύ χρόνο και συνέπεια ώστε να πραγματοποιηθεί χωρίς επιπτώσεις στην ασφάλεια και αξιοπιστία της τροφοδοσίας των καταναλωτών. Πέραν της διασφάλισης κατάλληλων συνθηκών για την πραγματοποίηση των αναγκαίων επενδύσεων στην ηλεκτροπαραγωγή, απαιτείται και η συνεπής εκτέλεση επί μακρό χρόνο της ανάπτυξης των έργων υποδομής στα δίκτυα και τις διασυνδέσεις, για τα οποία θα χρειασθούν δαπάνες πολλαπλάσιες του σημερινού ύψους.

¹⁰ Η ανάλυση αυτή με το PRIMES έγινε στο πλαίσιο της μελέτης της EURELECTRIC με τίτλο "Power Choices": <http://www.eurelectric.org/PowerChoices2050/>

4.10 Η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι κύρια επιλογή σε όλα τα σενάρια χαμηλών εκπομπών

Η Ελλάδα έχει αναμφισβήτητα σημαντικό δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επομένως όλες οι παραλλαγές των σεναρίων χαμηλών εκπομπών περιλαμβάνουν σημαντική ανάπτυξη των ΑΠΕ, ιδίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Οι τρέχουσες πολιτικές που αποτυπώνονται στο σενάριο αναφοράς επίσης φιλοδοξούν σε σημαντική ανάπτυξη των ΑΠΕ συγκριτικά με τα σημερινά επίπεδα τα οποία είναι ιδιαίτερα χαμηλά.

Ο Πίνακας 33 παρουσιάζει τον υπολογισμό

των δεικτών ΑΠΕ κατά Eurostat σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μαθηματικού υποδείγματος για τα διάφορα σενάρια. Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τον έλεγχο συμμόρφωσης των κρατών-μελών προς την Οδηγία για τις ΑΠΕ.

Το Σενάριο Αναφοράς επιτυγχάνει τους στόχους για τις ΑΠΕ το 2020 (βλ. γενικό δείκτη ΑΠΕ) και περαιτέρω τους βελτιώνει μακροχρόνια. Όμως και οι τρεις παραλλαγές των σεναρίων χαμηλών εκπομπών επιτυγχάνουν σαφώς υψηλότερες επιδόσεις σχετικά με τους δείκτες ΑΠΕ συγκριτικά με

Πίνακας 33: Δείκτες ΑΠΕ κατά Eurostat στα διάφορα σενάρια

Δείκτες ΑΠΕ ως ποσοστό της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας (%)						
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<u>Σενάριο Αναφοράς</u>						
ΑΠΕ Θέρμανσης-ψύξης	13.7	13.0	22.9	16.9	17.2	17.6
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγής	7.1	14.8	38.7	45.6	48.3	44.4
ΑΠΕ-Μεταφορών	0.0	2.2	8.1	9.0	9.6	9.5
Γενικός Δείκτης ΑΠΕ	7.2	9.3	21.5	22.8	24.9	24.4
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<u>Σενάριο "ΑΠΕ"</u>						
ΑΠΕ Θέρμανσης-ψύξης	13.7	13.0	23.8	19.6	23.3	34.8
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγής	7.1	14.8	45.7	62.8	78.2	77.4
ΑΠΕ-Μεταφορών	0.0	2.2	9.1	16.4	46.8	64.2
Γενικός Δείκτης ΑΠΕ	7.2	9.3	23.8	29.3	45.4	61.6
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<u>Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"</u>						
ΑΠΕ Θέρμανσης-ψύξης	13.7	13.0	23.8	19.1	21.8	32.6
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγής	7.1	14.8	43.7	44.6	44.8	40.5
ΑΠΕ-Μεταφορών	0.0	2.2	9.1	13.9	36.6	51.5
Γενικός Δείκτης ΑΠΕ	7.2	9.3	23.3	23.8	31.5	41.1
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<u>Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"</u>						
ΑΠΕ Θέρμανσης-ψύξης	13.7	13.0	23.8	19.0	21.8	32.6
ΑΠΕ-Ηλεκτροπαραγωγής	7.1	14.8	43.8	49.9	51.7	46.1
ΑΠΕ-Μεταφορών	0.0	2.2	9.1	14.7	38.9	53.7
Γενικός Δείκτης ΑΠΕ	7.2	9.3	23.3	25.1	34.1	44.3

το Σενάριο Αναφοράς. Αυτό οφείλεται αφενός στην αυξημένη παραγωγή ΑΠΕ, αφετέρου στη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας λόγω εκτεταμένης εξοικονόμησης στα σενάρια αυτά (η κατανάλωση υπεισέρχεται στον παρονομαστή των δεικτών ΑΠΕ). Χαρακτηριστική είναι η θεαματική αύξηση του δείκτη ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το Σενάριο Αναφοράς. Η μεγάλη αύξηση του δείκτη ΑΠΕ στις μεταφορές οφείλεται εν μέρει στα βιοκαύσιμα αλλά περισσότερο οφείλεται στον εξηλεκτρισμό των μεταφορών σε συνδυασμό με τη μεγάλη συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

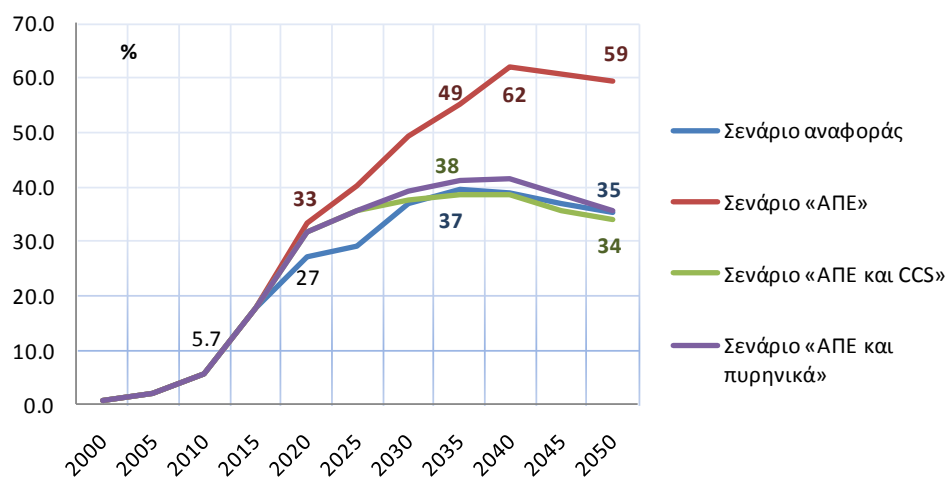
Η οργάνωση του μελλοντικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής με μεγάλη συνεισφορά των ΑΠΕ είναι μια μεγάλη οικονομική και τεχνική πρόκληση, λόγω του υψηλού επενδυτικού κόστους και της στοχαστικότητας στη διαθεσιμότητα της πρωτογενούς ενέρ-

γιας ΑΠΕ.

Στοχαστικές ΑΠΕ θεωρούνται οι μορφές εκείνες, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, για τις οποίες η ηλεκτροπαραγωγή εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα της πρωτογενούς ενέργειας και όχι από τις αποφάσεις φόρτισης μονάδων από τον διαχειριστή του συστήματος. Σύστημα με μεγάλο ποσοστό στοχαστικών ΑΠΕ θα απαιτεί μεγάλη εφεδρεία θερμικών μονάδων ή μεγάλης έκτασης αποθηκευτικά συστήματα. Κατά τις περιόδους χαμηλού φορτίου θα απαιτείται η περικοπή των στοχαστικών ΑΠΕ σε περίπτωση ανεπαρκών αποθηκευτικών δυνατοτήτων. Η οργάνωση της αγοράς θα είναι επίσης διαφορετική από τη σημερινή, δεδομένου ότι μεγάλο ποσοστό της παραγωγής θα εισέρχεται στο σύστημα κατά προτεραιότητα και μάλιστα θα αμείβεται σε προκαθορισμένες τιμές.

Τα ζητήματα αυτά τίθενται και για το σε-

Διάγραμμα 28: Ποσοστό στοχαστικών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



νάριο αναφοράς και μάλιστα για τον χρονικό ορίζοντα του 2020 οπότε 30% της ηλεκτροπαραγωγής θα προέρχεται από στοχαστικά ΑΠΕ.

Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» το ποσοστό των στοχαστικών ΑΠΕ θα πρέπει να αυξηθεί περαιτέρω και να φθάσει το 60% περίπου κατά την περίοδο μετά το 2035 (Διάγραμμα 28). Τα τεχνικά και οικονομικά ζητήματα που θα πρέπει να επιλυθούν ώστε να διατηρηθεί η αξιόπιστη και οικονομική λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος είναι σημαντικά. Η προσομοίωση με το μαθηματικό υπόδειγμα έχει υποθέσει την ανάπτυξη αποθηκευτικών συστημάτων (υδροηλεκτρικά και υδρογόνο) σε συνδυασμό με έξυπνα δίκτυα.

Τα εναλλακτικά σενάρια χαμηλών εκπομπών διατηρούν το ποσοστό των στοχαστικών ΑΠΕ σε χαμηλότερα επίπεδα (κάτω του 40% σε όλη την περίοδο) και επομένως συνεπάγονται σχετικά μικρότερο βαθμό δυσκολίας τεχνικής εφαρμογής στην πράξη. Όμως εμπεριέχουν άλλες σημαντικές αβεβαιότητες που σχετίζονται με την αποθήκευση CO₂ ή την πυρηνική ενέργεια.

Το στρατηγικό πρόβλημα της ανάπτυξης της ηλεκτροπαραγωγής προέρχεται από τη διαπίστωση ότι θερμική παραγωγή βασικού φορτίου με παραδοσιακή μορφή, δηλαδή με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, δεν είναι διατηρήσιμη στο πλαίσιο του σεναρίου χαμηλών εκπομπών, ακόμα και αν η πα-

ραγωγή από λιγνίτες υποκατασταθεί πλήρως από παραγωγή με φυσικό αέριο. Ο σχεδόν μηδενισμός των εκπομπών στην ηλεκτροπαραγωγή είναι απαραίτητη προϋπόθεση ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να αποτελεί τον κατάλληλο φορέα για υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση και ιδίως στις μεταφορές.

Επομένως ή θα αναπτυχθεί το σύστημα με μέγιστη συνεισφορά ΑΠΕ και μεγάλης έκτασης αποθηκευτικά συστήματα και ευελιξία με φυσικό αέριο ή θα αναπτυχθεί κατά ένα τμήμα με τεχνολογίες βασικού φορτίου χωρίς εκπομπές, οι οποίες είναι αναγκαστικά είτε CCS είτε πυρηνικά. Όμως και οι δύο αυτές τεχνολογίες έχουν μεγάλες αβεβαιότητες στην εφαρμογή τους.

Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και CCS», η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι επίσης σημαντική, ωστόσο η ηλεκτροπαραγωγή βασικού φορτίου επιτυγχάνεται μέσω σταθμών στερεών καυσίμων που δεσμεύουν το CO₂. Η αβεβαιότητα ως προς την αξιοπιστία του συστήματος είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ», καθώς οι στοχαστικές ΑΠΕ έχουν μικρότερο μερίδιο στο μίγμα της παραγωγής. Όμως, η χρησιμοποίηση των τεχνολογιών CCS προϋποθέτει να αμβλυνθούν οι αντιδράσεις που έχουν ήδη εκδηλωθεί και οι οποίες εστιάζονται στην επιλογή του χώρου αποθήκευσης του συλλεγόμενου CO₂ και να επιλυθούν τεχνικά προβλήματα που σχετίζονται με τη γεωλο-

γική αποθήκευση.

Στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ και πυρηνικά» η ηλεκτροπαραγωγή βασικού φορτίου γίνεται με πυρηνική ενέργεια που αναπτύσσεται μετά το 2030, παράλληλα με μεγάλη ανάπτυξη των ΑΠΕ. Η αξιοπιστία του συστήματος είναι εξασφαλισμένη όμως οι αβεβαιότητες σχετικά με την ανάπτυξη πυρηνικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι πολύ μεγάλες. Αυτές αφορούν:

- στη διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων,
- στην τήρηση πολύ υψηλών προδιαγραφών ασφαλείας στην όλη δραστηριότητα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια,
- στο κόστος κατασκευής δεδομένου ότι η χώρα δεν διαθέτει σχετική τεχνογνωσία και επιπλέον η αντισεισμική θωράκιση των κατασκευών θα είναι ιδιαίτερα δαπανηρή και
- στο πρόβλημα αποδοχής από την κοινή γνώμη και τους κατοίκους των περιοχών κοντά στους σταθμούς.

Με τα σημερινά δεδομένα κρίνεται ότι οι αβεβαιότητες σχετικά με την πυρηνική ενέργεια υπερβαίνουν τα ενδεχόμενα οφέλη από τη χρήση της στην περίπτωση της Ελλάδας. Παρά ταύτα, για λόγους πληρότητας, η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει ποσοτικοποίηση του σχετικού σεναρίου για το οποίο όμως υποθέτει ότι οι μεγάλες αβεβαιότητες σχετικά με την πυρηνική ενέργεια

αντιμετωπίζονται με επιτυχία.

4.11 Στρατηγική σημασία του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα του μαθηματικού υποδείγματος για όλες τις παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών καταδεικνύουν ότι σε κάθε περίπτωση και για όλο το χρονικό ορίζοντα των προβολών ο ρόλος του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή (αλλά και στην τελική κατανάλωση ενέργειας) παραμένει ιδιαίτερα σημαντικός.

Η ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο διατηρείται και επεκτείνεται σε όλα τα σενάρια χαμηλών εκπομπών, όχι με μεγάλο μερίδιο στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά με μεγάλη συμμετοχή της ισχύος των μονάδων φυσικού αερίου στο σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος. Οι ποσότητες φυσικού αερίου που εκτιμώνται για όλα τα σενάρια διαμορφώνονται σε λογικά πλαίσια, ωστόσο τίθενται σοβαρά ζητήματα ασφάλειας εφοδιασμού, ιδίως στην προοπτική ανάπτυξης στο μέλλον του νότιου άξονα τροφοδοσίας της Ευρώπης.

Ο λόγος είναι ότι οι μονάδες φυσικού αερίου (ιδίως αυτές με ευελιξία στην άνοδο φορτίου) είναι οι κατάλληλες για την κάλυψη των αναγκών εφεδρείας και για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος τόσο στο σενάριο με τη μέγιστη ανάπτυξη ΑΠΕ, αλλά και στα λοιπές παραλλαγές

του σεναρίου χαμηλών εκπομπών. Τα σενάρια αυτά περιλαμβάνουν ΑΠΕ σε μεγάλη έκταση και θερμικές ή πυρηνικές μονάδες κατάλληλες μόνο για το φορτίο βάσης, αλλά όχι για το κυμαινόμενο φορτίο. Κατά συνέπεια σε όλες τις περιπτώσεις θα απαιτηθεί η διατήρηση ισχύος σε μονάδες φυσικού αερίου σε μεγάλη έκταση.

Επιπλέον το φυσικό αέριο έχει τις χαμηλότερες εκπομπές CO₂ μεταξύ των συμβατικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.

4.12 Σημασία της ολοκλήρωσης της περιφερειακής αγοράς

Για την αξιόπιστη λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος θα απαιτηθεί μεγαλύτερη ευελιξία στις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας με τρόπο ώστε το ηλεκτρικό σύστημα της ευρύτερης περιοχής να μπορεί να συνεισφέρει στην εξισορρόπηση φορτίου.

Ο συντονισμός των διαχειριστών συστημάτων και η δημιουργία μόνιμου μηχανισμού για από κοινού εξισορρόπηση φορτίου στην περιφερειακή αγορά της Νοτιοανατολικής Ευρώπης προβλέπονται στο πλαίσιο της τρέχουσας πολιτικής για την ενιαία Ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας καθώς επίσης και στο πλαίσιο της Ενεργειακής Κοινότητας.

Η ολοκλήρωση της περιφερειακής αγοράς αποκτά μεγάλη σημασία στην προοπτική της αναδιάρθρωσης των ηλεκτρικών συστημάτων με σκοπό τη δραστική μείωση των εκπομπών και την ανάπτυξη ΑΠΕ σε

μεγάλη κλίμακα.

Η προσομοίωση με το μαθηματικό υπόδειγμα υποθέτει ότι η εξισορρόπηση φορτίου θα μπορεί να γίνεται στο μέλλον σε περιφερειακό επίπεδο, πράγμα που μειώνει το κόστος ανάπτυξης εφεδρικών συστημάτων στην Ελλάδα. Παρά την κοινή εξισορρόπηση φορτίου, η προβολή για τα σενάρια χαμηλών εκπομπών δεν περιλαμβάνει σημαντική μεταβολή των συνολικών εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

4.13 Μεγάλες επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές

Οι επενδύσεις σε υποδομές για όλους τους τομείς της ενέργειας είναι σημαντικές σε μέγεθος και μεγάλης σημασίας για την αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος.

Οι νέες υποδομές θα κληθούν:

- να διασυνδέουν τα νησιά με το ηπειρωτικό σύστημα,
- να διευκολύνουν μεγάλη ανάπτυξη ΑΠΕ μικρού μεγέθους στο επίπεδο των τελικών καταναλωτών με σύνδεση στα δίκτυα χαμηλής και μέσης τάσης,
- να τροφοδοτούν τα μέσα μεταφοράς με ηλεκτρική ενέργεια,
- να διαθέτουν έξυπνα συστήματα γρήγορης προσαρμογής στις μεταβολές του φορτίου και της παραγωγής των ΑΠΕ,

- να αποθηκεύουν ενέργεια,
- να παρέχουν φυσικό αέριο με ευέλικτο τρόπο και αξιοπιστία και
- να έχουν σε ετοιμότητα μεγάλης έκτασης ευέλικτες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

Από οικονομικής πλευράς αναδεικνύεται ως σημαντικό ζήτημα ο τρόπος χρηματοδότησης και προσέλκυσης κεφαλαίων για τις μεγάλου ύψους επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές, εφεδρικά και αποθηκευτικά συστήματα τα οποία θα απαιτηθούν στα σενάρια χαμηλών εκπομπών.

Το τμήμα του ενεργειακού τομέα που θα λειτουργεί σε καθεστώς ρυθμιζόμενων τιμολογίων φυσικού μονοπωλίου θα μεγεθυνθεί, ενώ λαμβάνοντας επίσης υπόψη ότι οι ΑΠΕ θα τελούν υπό καθεστώς υποχρεωτικής αγοράς, το ανταγωνιστικό τμήμα της αγοράς ενέργειας θα συρρικνωθεί σημαντικά.

Κατά συνέπεια η κρατική παρέμβαση και ρύθμιση θα είναι μεγάλης σημασίας για τη διατήρηση της οικονομικότητας και αξιοπιστίας της παροχής ενέργειας προς τους καταναλωτές.

4.14 Το κόστος των σεναρίων χαμηλών εκπομπών

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών, τα οποία αναπτύχθηκαν ως προσομοίωση με το μαθηματικό υπόδειγμα PRIMES, περιλαμβάνουν

ριζική αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος, η οποία συνεπάγεται σημαντικό πρόσθετο κόστος και επιφέρει αναδιάρθρωση της κατανομής αυτού τόσο μεταξύ τομέων ενέργειας όσο και σχετικά με τη διάρθρωση σε κεφαλαιουχικές και λειτουργικές δαπάνες.

Το επιπλέον κόστος προκύπτει γιατί όλες οι αποδοτικές τεχνολογίες καθώς και οι τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής χωρίς εκπομπές είναι μεγάλης εντάσεως κεφαλαίου. Παρά το γεγονός ότι η κατανάλωση και η παραγωγή ενέργειας διενεργούνται στο σενάριο χαμηλών εκπομπών με σαφώς μικρότερες λειτουργικές δαπάνες, λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων, οι δαπάνες ετήσιας αποπληρωμής του επιπλέον κόστους κεφαλαίου με βάση αγοραία επιτόκια αναγωγής υπερβαίνει τη μείωση των λειτουργικών δαπανών.

Επομένως, το συνολικό ετήσιο κόστος για την παροχή των ενεργειακών υπηρεσιών (δηλαδή της ωφέλιμης ενέργειας, όπως θέρμανση, ψύξη, ηλεκτρικές χρήσεις, μετακίνηση, κλπ.) υπολογίζεται ότι θα είναι μεγαλύτερο στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, το οποίο επίσης παρουσιάζει υψηλότερο κόστος συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής.

Πίνακας 34: Διαμόρφωση του συνολικού κόστους του ενεργειακού συστήματος

Συνολικό κόστος ενεργειακών υπηρεσιών περιλαμβανομένων πληρωμών για αγορά δικαιωμάτων CO2						
	Ετήσιο κόστος σε δισ. €'2008				Σωρευτικό κόστος (δισ. €'2008)	Διαφορά από καμία πολιτική (δισ. €'2008)
	2010	2020	2030	2050		
					2010-2050	
Σενάριο καμίας πολιτικής		39.0	47.1	54.0	1,779	
Σενάριο αναφοράς		43.6	55.1	65.1	2,067	288
% μεταβολή από καμία πολιτική		12%	17%	21%	16%	
Σενάριο "ΑΠΕ"	27.2	44.9	55.5	77.9	2,212	433
% μεταβολή από καμία πολιτική		15%	18%	44%	24%	
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"		44.8	54.7	77.0	2,186	407
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"		44.8	54.8	77.0	2,187	408
Πληρωμές για δικαιώματα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (δισ. €'2008)						
		2020	2030	2050	Σωρευτικά 2010-2050	% μεταβολές από σενάριο αναφοράς
Σενάριο αναφοράς		0.66	1.48	2.10	52.05	
Σενάριο "ΑΠΕ"		0.85	1.39	1.76	42.61	-18.1%
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"		0.89	1.23	2.01	43.05	-17.3%
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"		0.88	1.73	2.72	54.23	4.2%
Επιπλέον κόστος ενεργειακών υπηρεσιών ως ποσοστό του ΑΕΠ, χωρίς πληρωμές για αγορά δικαιωμάτων CO2						
		2020	2030	2050	Σωρευτικά 2010-2050	Διαφορά 2010-2050 (δισ. €'2008)
Σενάριο αναφοράς ως προς σενάριο καμίας πολιτικής		1.5%	2.0%	1.9%	1.9%	236
Σενάριο "ΑΠΕ" ως προς σεν. αναφοράς		0.4%	0.2%	2.7%	1.2%	155
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS" ως προς σεν. αναφοράς		0.4%	0.0%	2.5%	1.0%	128
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά" ως προς σεν. αναφοράς		0.4%	-0.2%	2.3%	0.9%	117
Συνολικό κόστος ενεργειακών υπηρεσιών ανά τομέα τελικής κατανάλωσης (δισ. €'2008)						
		2010	2020	2030	2050	Σωρευτικά 2010-2050
Σενάριο αναφοράς		27.2	43.6	55.1	65.1	
Βιομηχανία		2.8	3.0	3.2	3.6	127
Οικίες και Κτήρια		14.6	22.6	27.7	31.3	1035
Μεταφορές		9.8	18.0	24.2	30.2	905
Σενάριο "ΑΠΕ" - ποσοστιαίες μεταβολές από σενάριο αναφοράς						
Σύνολο		3.0%	0.7%	19.6%		7.0%
Βιομηχανία		1.5%	-1.2%	22.3%		1.2%
Οικίες και Κτήρια		3.4%	3.7%	23.7%		6.7%
Μεταφορές		2.7%	-2.6%	13.3%		7.6%
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS" - ποσοστιαίες μεταβολές από σενάριο αναφοράς						
Σύνολο		2.6%	-0.7%	18.3%		5.7%
Βιομηχανία		1.5%	-1.6%	21.5%		0.9%
Οικίες και Κτήρια		2.7%	1.0%	21.9%		4.4%
Μεταφορές		2.7%	-2.6%	12.5%		7.4%
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά" - ποσοστιαίες μεταβολές από σενάριο αναφοράς						
Σύνολο		2.8%	-0.5%	18.3%		5.8%
Βιομηχανία		1.6%	-1.7%	22.0%		0.6%
Οικίες και Κτήρια		3.1%	1.4%	21.9%		4.6%
Μεταφορές		2.7%	-2.6%	12.5%		7.3%

Ο Πίνακας 34 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των υπολογισμών του μαθηματικού υποδείγματος σχετικά με το συνολικό κόστος των ενεργειακών υπηρεσιών το οποίο επιμίζονται οι τελικοί καταναλωτές ενέργειας.

Το κόστος του ενεργειακού συστήματος περιλαμβανομένων των πληρωμών για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής στον μηχανισμό ETS εμφανίζεται στο άνω τμήμα του πίνακα.

Η υλοποίηση των τρεχουσών πολιτικών που αποτυπώνονται στο σενάριο αναφοράς οδηγεί σε επιπλέον σωρευτικό κόστος της τάξης των 288 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050 συγκριτικά με το σενάριο καμίας δράσης. Το επιπλέον αυτό κόστος αντιπροσωπεύει περίπου το 2% του σωρευτικού ΑΕΠ σε σταθερές τιμές κατά την περίοδο των 40 ετών. Υπενθυμίζεται ότι το σενάριο αναφοράς αντιστοιχεί σε υφιστάμενες δεσμεύσεις στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και παρά το αυξημένο του κόστος δεν επαρκεί για να οδηγήσει τις εκπομπές στα επίπεδα που απαιτούνται για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών οδηγούν σε επιπλέον κόστος των ενεργειακών υπηρεσιών για τους καταναλωτές το οποίο εκτιμάται μεταξύ 120 και 145 δισ. € '2008 για την περίοδο 2010-2050 επιπλέον από το κόστος του σεναρίου αναφοράς. Το μεγαλύτερο μέρος του επιπλέον κόστους εμφα-

νίζεται στη χρονική περίοδο μετά το 2030. Η αύξηση του κόστους στην περίοδο 2020-2030 των σεναρίων χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς είναι σχετικά μικρή.

Από την οπτική της εθνικής οικονομίας οι πληρωμές (άμεσα ή έμμεσα από τους καταναλωτές ενέργειας) για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής είναι μεταβιβαστικές πληρωμές γιατί θα αποτελούν έσοδα του Κράτους. Επομένως, για τον υπολογισμό του κόστους των σεναρίων από την οπτική της εθνικής οικονομίας αφαιρούνται οι πληρωμές για τα δικαιώματα εκπομπής.

Το σενάριο αναφοράς περιλαμβάνει πολύ χαμηλότερη τιμή για δικαιώματα εκπομπής αλλά εκπέμπει πολύ μεγαλύτερες ποσότητες CO₂ στους τομείς που είναι υπόχρεοι στο μηχανισμό ETS, συγκριτικά με τα σενάρια χαμηλών εκπομπών. Επομένως, οι συνολικές πληρωμές για τα δικαιώματα είναι συγκρίσιμες μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και των σεναρίων χαμηλών εκπομπών (μεταξύ 42 και 54 δισ. € '2008 σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050).

Συγκεκριμένα, οι σωρευτικές πληρωμές για δικαιώματα στην περίοδο 2010-2050 είναι περίπου 18% χαμηλότερες στα σενάρια χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» και «ΑΠΕ και CCS» συγκριτικά με τις πληρωμές στο σενάριο αναφοράς, ενώ στο σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» οι σωρευτικές πληρωμές για δικαιώματα είναι ελαφρά υψηλότερες του

σεναρίου αναφοράς.

Αφαιρώντας τις πληρωμές δικαιωμάτων, τα σενάρια χαμηλών εκπομπών οδηγούν σε επιπλέον κόστος μεταξύ 117 και 155 δισ. € '2008 σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050 το οποίο αντιπροσωπεύει περίπου το 1% του σωρευτικού ΑΕΠ κατά τα επόμενα 40 έτη.

Το πρόσθετο κόστος των σεναρίων χαμηλών εκπομπών, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, λαμβάνει χώρα κυρίως μετά το 2030 και επιβαρύνει σαφώς περισσότερο τους τομείς των οικιών, κτηρίων και μεταφορών παρά τους βιομηχανικούς κλάδους.

Μεταξύ των τριών παραλλαγών του σεναρίου χαμηλών εκπομπών, το σενάριο «ΑΠΕ» έχει ελαφρά υψηλότερο κόστος: περίπου 1.2% υψηλότερο σωρευτικό κόστος συγκριτικά με τις δύο άλλες παραλλαγές το οποίο αντιστοιχεί σε 27 δισ. € '2008

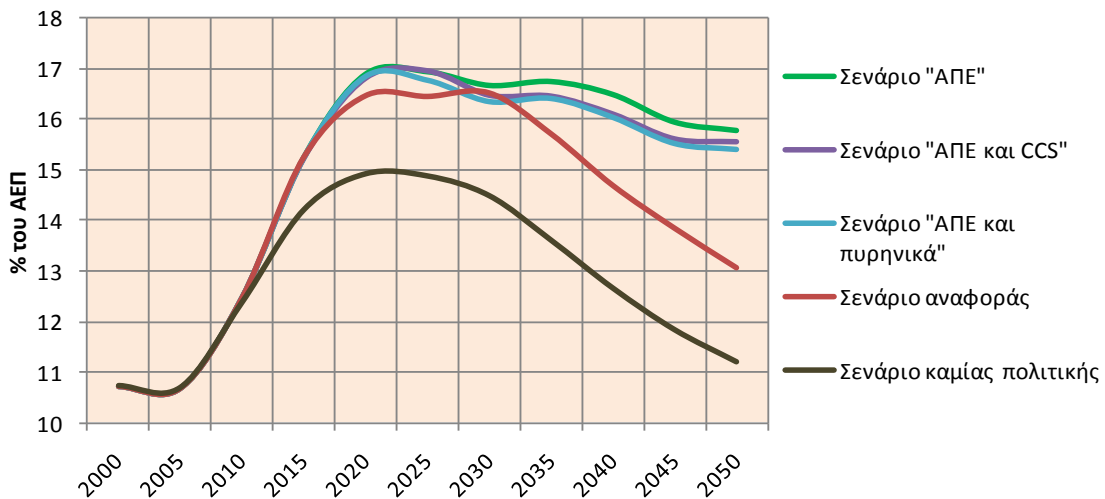
για την περίοδο 2010-2050 ως επιπλέον κόστος.

Τα σενάρια «ΑΠΕ και CCS» και «ΑΠΕ και πυρηνικά» έχουν το ίδιο συνολικό κόστος σωρευτικά. Βεβαίως το σενάριο «ΑΠΕ» έχει σαφώς μικρότερη αβεβαιότητα πραγματοποίησης από τα άλλα δύο σενάρια χαμηλών εκπομπών, ιδίως δε αυτού με πυρηνική ενέργεια. Θα πρέπει να σταθμισθεί η αβεβαιότητα αυτή με, το επιπλέον κόστος των 27 δισ. € '2008 σωρευτικά σε σαράντα έτη.

Το συνολικό μέσο κόστος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα σενάρια χαμηλών εκπομπών υπολογίζεται μεταξύ 190 και 240 €'2008/τόνο CO₂, σωρευτικά κατά την περίοδο 2010-2050.

Η αναδιάρθρωση του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας σε όλα τα σενάρια, εκτός του σεναρίου καμίας πολιτικής, προϋποθέτει εκτεταμένες επενδύσεις υψηλής εντάσεως

Διάγραμμα 29: Συνολικό κόστος ενεργειακού συστήματος ως ποσοστό του ΑΕΠ αφαιρούμενων των πληρωμών για δικαιώματα εκπομπής CO₂



κεφαλαίου. Τέτοιες επενδύσεις είναι αυτές σε μονάδες ΑΠΕ, για μονάδες εφεδρείας και αποθήκευσης, στα δίκτυα και τις διασυνδέσεις κλπ., οι οποίες περιλαμβάνονται και στα τρία σενάρια χαμηλών εκπομπών, αλλά και στο σενάριο αναφοράς, αλλά σε μικρότερη έκταση. Υψηλής εντάσεως κεφαλαίου είναι και οι επενδύσεις σε μονάδες CCS, στην περίπτωση του σεναρίου «ΑΠΕ και CCS» και οι πυρηνικές μονάδες στην περίπτωση του σεναρίου «ΑΠΕ και πυρηνικά». Ωστόσο, καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαγκιστρώνεται από τα ορυκτά καύσιμα, το λειτουργικό κόστος των μονάδων μειώνεται.

Η αύξηση του κόστους εξυπηρέτησης του κεφαλαίου είναι όμως μεγαλύτερη από τη μείωση του μεταβλητού κόστους (Πίνακας 35) και έτσι το συνολικό κόστος του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται τόσο στο σενάριο αναφοράς συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής (περίπου 20%) όσο και στα σενάρια χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς (μεταξύ 5 και 10% στην περίπτωση του σεναρίου «ΑΠΕ» επιπλέον του σεναρίου αναφοράς).

Σημαντική συνιστώσα του επιπλέον κόστους είναι οι πληρωμές για δικαιώματα εκπομπής που εμφανίζονται και στο σενάριο αναφοράς χωρίς να υπεισέρχονται στο σενάριο καμίας πολιτικής. Όπως είναι λογικό, οι δαπάνες για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής μειώνονται όταν μειώνονται οι εκπομ-

πές, όπως στο πλαίσιο των σεναρίων χαμηλών εκπομπών. Μέρος του επιπλέον κόστους του ηλεκτρικού συστήματος στα σενάρια αυτά αντισταθμίζεται από τη μείωση των δαπανών για αγορά δικαιωμάτων.

Λόγω του υψηλότερου κόστους προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, οι τιμές καταναλωτή αυξάνουν σε όλα τα σενάρια συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής. Η αύξηση αυτή είναι της τάξης του 20% για το σενάριο αναφοράς συγκριτικά με το σενάριο καμίας πολιτικής (Πίνακας 36). Οι επιπλέον αυξήσεις των τιμών στα σενάρια χαμηλών εκπομπών, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, είναι σχετικά περιορισμένες μέχρι το 2030 αλλά μεγαλύτερες μετά το 2030. Μέχρι το 2030 οι αυξήσεις αυτές κυμαίνονται μεταξύ 1% και 7%, όμως το 2050 οι αυξήσεις αυτές κυμαίνονται μεταξύ 15% και 25%.

Οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως υπολογίζονται από το μαθηματικό υπόδειγμα, περιλαμβάνουν την πλήρη ανάκτηση κάθε είδους κόστους στην παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και ανάκτηση όλων των μορφών επιδότησης για τις ΑΠΕ, το κόστος αυξημένης εφεδρείας ανάλογο με το ποσοστό των στοχαστικών ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, κλπ.

Πίνακας 35: Διαμόρφωση του κόστους ηλεκτροπαραγωγής

Ανάλυση Κόστους Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας								
Σενάριο αναφοράς						% μεταβολές από καμία πολιτική		
€'2008/MWh	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	99.7	107.2	90.1	16%	24%	27%
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	56.5	63.6	48.0	31%	35%	43%
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	35.3	31.0	29.8	-17%	-21%	-20%
Φόροι και ETS	1.4	3.0	7.9	12.7	12.2	2721%	5835%	7229%
Κόστος Δικτύων	12.6	24.1	34.4	36.3	33.6	19%	19%	17%
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.7	134.1	143.5	123.7	17%	22%	24%
Σενάριο "ΑΠΕ"						% μεταβολές από σεν. Αναφοράς		
€'2008/MWh	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	105.0	110.9	96.8	5%	3%	7%
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	63.4	77.0	67.0	12%	21%	39%
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	31.9	25.5	18.6	-10%	-17%	-38%
Φόροι και ETS	1.4	3.0	9.7	8.4	11.3	23%	-34%	-8%
Κόστος Δικτύων	12.5	24.3	36.7	41.6	40.7	7%	15%	21%
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.9	141.8	152.6	137.4	6%	6%	11%
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"						% μεταβολές από σεν. Αναφοράς		
€'2008/MWh	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	104.4	107.0	92.8	5%	0%	3%
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	61.2	67.0	46.5	8%	5%	-3%
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	32.9	33.7	33.0	-7%	9%	11%
Φόροι και ETS	1.4	3.0	10.3	6.3	13.3	30%	-50%	9%
Κόστος Δικτύων	12.5	24.2	36.4	37.9	33.9	6%	4%	1%
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.8	140.8	144.9	126.8	5%	1%	3%
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"						% μεταβολές από σεν. Αναφοράς		
€'2008/MWh	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέσο Κόστος Παραγωγής	68.6	80.6	104.4	106.2	93.0	5%	-1%	3%
Σταθερό κόστος	27.5	35.9	61.3	66.1	49.4	9%	4%	3%
Μεταβλητό Κόστος	39.7	41.7	32.9	27.6	23.5	-7%	-11%	-21%
Φόροι και ETS	1.4	3.0	10.3	12.4	20.0	30%	-2%	64%
Κόστος Δικτύων	12.5	24.3	36.3	38.2	34.4	6%	5%	2%
Κόστος Προμήθειας	81.2	104.9	140.8	144.4	127.4	5%	1%	3%

Οι παράγοντες αυτοί εξηγούν τις αυξημένες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στο σενάριο «ΑΠΕ» (κατά περίπου 5% το 2030 και κατά 10% το 2050) συγκριτικά με τις άλλες δύο παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών.

Ο εξηλεκτρισμός των μεταφορών στα σε-

νάρια χαμηλών εκπομπών εξελίσσεται παράλληλα με την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε άλλες χρήσεις, με συνέπεια τη σημαντική εξομάλυνση της καμπύλης ηλεκτρικού φορτίου, καθώς μειώνεται η διαφορά μεταξύ φορτίου βάσης και φορτίου αιχμής. Αυτή η εξομάλυνση είναι ευεργετική για το μέσο κόστος της ηλεκτροπαραγωγής.

γής, ιδίως όταν αυτή αναπτύσσεται με μονάδες εντάσεως κεφαλαίου όπως στην περίπτωση των σεναρίων «ΑΠΕ και CCS» και «ΑΠΕ και πυρηνικά». Αυτός είναι κυρίως ο λόγος που εξηγεί τις σχετικά χαμηλότερες τιμές των σεναρίων αυτών συγκριτικά με το σενάριο «ΑΠΕ».

Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας είναι ελαφρά υψηλότερες στο σενάριο «ΑΠΕ και CCS» συγκριτικά με το σενάριο «ΑΠΕ και πυρηνικά» κυρίως λόγω του κόστους μεταφοράς και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως υφίσταται μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με το κόστος της ανάπτυξης και λειτουργίας πυρηνικών σταθμών στην Ελλάδα. Κατά συνέπεια οι εκτιμήσεις σχετικά με το κόστος του σεναρίου «ΑΠΕ και πυρηνικά» πρέπει να εκληφθούν με μεγάλη επιφυλακτικότητα, αντίθετα με τις εκτιμήσεις για το κόστος των άλλων δύο παραλλαγών του σεναρίου χαμηλών εκπομπών.

Το μαθηματικό υπόδειγμα υπολογίζει διαφοροποιημένη τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά κατηγορία καταναλωτή με βάση κριτήρια κόστους (Πίνακας 36).

Η εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου στα σενάρια χαμηλών εκπομπών εξηγεί επίσης τη σχετική σταθερότητα των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για βιομηχανικές χρήσεις στο πλαίσιο των σεναρίων χαμηλών εκπομπών συγκριτικά με το σενάριο αναφο-

ράς. Οι τιμές όμως για τη βιομηχανία είναι σε κάθε περίπτωση σημαντικά υψηλότερες από αυτές του σεναρίου καμίας πολιτικής.

Οι επιβαρύνσεις των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, αφορούν κυρίως τα νοικοκυριά, αλλά και τον τομέα των υπηρεσιών, ιδίως δε μετά το 2030.

Το μαθηματικό υπόδειγμα περιλαμβάνει αναλυτικές εκτιμήσεις των επενδύσεων κατά τομέα δραστηριότητας. Ο Πίνακας 37 παρουσιάζει τις επενδύσεις για ενεργειακούς σκοπούς (αγορά εξοπλισμών, συσκευών, οχημάτων, δαπάνες για εξοικονόμηση ενέργειας, επενδύσεις στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας).

Δεδομένου ότι το σενάριο αναφοράς περιλαμβάνει σημαντικές δράσεις τόσο στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας όσο και για τις ΑΠΕ, οι επενδύσεις είναι σαφώς μεγαλύτερες από το σενάριο καμίας πολιτικής. Οι επιπλέον επενδύσεις ανέρχονται περίπου σε 20 δισ. €'2008 στους τομείς της ζήτησης ενέργειας (εξαιρουμένων των μεταφορών) και κατά περίπου 15 δισ. €'2008 για τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας για τη χρονική περίοδο 2010-2050.

Το σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» περιλαμβάνει ακόμα μεγαλύτερο ύψος επενδύσεων, το οποίο ανέρχεται συνολικά σε 172 δισ. €'2008 στους τομείς της ζήτησης και 30 δισ. €'2008 στον ηλεκτρικό τομέα

Πίνακας 36: Διαμόρφωση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας

Τιμές καταναλωτή για την ηλεκτρική ενέργεια (€'2008/MWh)						% μεταβολές από καμία πολιτική		
Σενάριο αναφοράς						2020	2030	2050
Μέση τιμή	2005	2010	2020	2030	2050	17%	23%	24%
Βιομηχανία	55.9	76.3	97.2	103.0	93.0	10%	17%	21%
Νοικοκυριά	93.7	129.5	169.3	179.3	151.9	21%	25%	26%
Υπηρεσίες	111.6	129.8	151.0	157.9	133.7	18%	23%	25%
Σενάριο "ΑΠΕ"						% μεταβολές από σενάριο αναφοράς		
Μέση τιμή	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέση τιμή	88.3	115.1	155.8	168.0	169.4	6%	7%	25%
Βιομηχανία	55.9	75.7	100.2	103.4	92.7	3%	0%	0%
Νοικοκυριά	93.7	130.2	180.3	193.0	192.1	6%	8%	27%
Υπηρεσίες	111.6	130.0	159.8	167.4	161.5	6%	6%	21%
Σενάριο "ΑΠΕ και CCS"						% μεταβολές από σενάριο αναφοράς		
Μέση τιμή	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέση τιμή	88.3	115.0	154.7	159.4	155.5	5%	1%	15%
Βιομηχανία	55.9	75.9	100.1	101.7	90.2	3%	-1%	-3%
Νοικοκυριά	93.7	130.0	178.6	181.2	174.9	6%	1%	15%
Υπηρεσίες	111.6	129.8	158.5	159.1	148.8	5%	1%	11%
Σενάριο "ΑΠΕ και πυρηνικά"						% μεταβολές από σενάριο αναφοράς		
Μέση τιμή	2005	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Μέση τιμή	88.3	115.1	154.7	158.8	155.2	5%	1%	15%
Βιομηχανία	55.9	75.0	100.3	102.0	92.4	3%	-1%	-1%
Νοικοκυριά	93.7	130.5	178.6	180.5	174.5	5%	1%	15%
Υπηρεσίες	111.6	130.2	158.5	158.3	147.7	5%	0%	10%

επιπλέον των επενδύσεων του σεναρίου αναφοράς για τη χρονική περίοδο 2010-2050.

Οι αυξημένες επενδύσεις στον τομέα των μεταφορών οφείλονται στον εξηλεκτρισμό των οδικών μεταφορών και περιλαμβάνουν το επιπλέον κόστος αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων, το κόστος του δικτύου για την επαναφόρτιση των συσσωρευτών των οχημάτων και άλλες επενδύσεις προώθησης των δημοσίων συγκοινωνιών.

Το μεγαλύτερο τμήμα των επιπλέον επενδύσεων στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνει χώρα μετά το 2020.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και το επιπλέον κόστος αγοράς περισσότερο ενεργειακά αποδοτικών συσκευών εκτιμάται στα 58 δισ. €'2008 για την περίοδο 2010-2050.

Οι άλλες δύο παραλλαγές του σεναρίου χαμηλών εκπομπών περιλαμβάνουν παρόμοιο συνολικό ύψος επενδύσεων με το σε-

Πίνακας 37: Επενδύσεις στον τομέα της ενέργειας

Σενάριο Αναφοράς

(δισ. €'2008)	2010-20	2020-30	2030-50	2010-50
Βιομηχανία	2.9	2.9	5.8	11.6
Κτήρια	12.8	6.9	15.2	34.9
Μεταφορές (*)	174.3	190.3	415.0	779.6
Δίκτυα	9.8	10.8	20.7	41.3
Ηλεκτροπαραγωγή	16.2	13.0	22.4	51.7
Σύνολο ηλεκτρικού τομέα	26.0	23.9	43.1	93.0

Σενάριο "ΑΠΕ": επιπλέον επενδύσεις από το Σενάριο Αναφοράς

(δισ. €'2008)	2010-20	2020-30	2030-50	2010-50
Βιομηχανία	0.1	0.0	1.6	1.7
Κτήρια	4.2	5.6	48.5	58.3
Μεταφορές (*)	5.1	7.7	99.6	112.4
Σύνολο τομέων ζήτησης	9.4	13.3	149.7	172.4
Δίκτυα	1.1	3.4	4.1	8.6
Ηλεκτροπαραγωγή	2.7	5.2	13.2	21.1
Σύνολο ηλεκτρικού τομέα	3.8	8.6	17.3	29.7

(*): περιλαμβάνεται το σύνολο των δαπανών για αγορά μεταφορικών μέσων και όχι μόνο οι επενδύσεις για ενεργειακούς σκοπούς

νάριο «ΑΠΕ» αλλά μικρότερες συνολικές επενδύσεις στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι επιπλέον επενδύσεις στο σενάριο χαμηλών εκπομπών «ΑΠΕ» (συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς) αντιπροσωπεύουν 0.7% του ΑΕΠ σωρευτικά για την περίοδο 2010-2050 χωρίς τις μεταφορές και 1.6% μαζί με τις μεταφορές.

4.15 Τα οφέλη από τα σενάρια χαμηλών εκπομπών

Τα σενάρια χαμηλών εκπομπών που αναπτύχθηκαν, περιλαμβανομένου εν μέρει και του σεναρίου αναφοράς, στην ουσία υποκαθιστούν καύσιμα (εισαγόμενο πετρέλαιο, μικρότερες από τις αναμενόμενες εισαγωγές φυσικού αερίου, μικρότερη χρήση εγ-

χωρίων λιγνιτών) με αγαθά και υπηρεσίες οι οποίες ενσωματώνονται στις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, στα πιο αποδοτικά οχήματα και συσκευές καθώς και στις τεχνολογίες ΑΠΕ.

Η Ελληνική οικονομία με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, θα έχει πολύ μεγαλύτερη ανάγκη για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενεργειακά αποδοτικά δομικά υλικά, υβριδικά και ηλεκτρικά

αυτοκίνητα, εξοπλισμούς «έξυπνου δικτύου» και γενικά παραγωγή ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα.

Για να γίνει η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα και να υπάρξει κεφαλαιοποίηση των ωφελειών, όπως από τις μικρότερες δαπάνες για εισαγωγές πετρελαίου, η χώρα θα πρέπει να δαπανήσει € 150 δισ. ή 1% του ΑΕΠ σε ετήσια βάση, κατά μέσο όρο, κατά τη διάρκεια των επομένων τεσσάρων δεκαετιών, επιπλέον των δαπανών που προβλέπονται σύμφωνα με τις τρέχουσες πολιτικές.

Σε κάθε περίπτωση, η εφαρμογή και η λειτουργία των νέων αυτών επενδύσεων θα ωφελήσει την οικονομική δραστηριότητα και την απασχόληση.

Τα οφέλη θα μεγιστοποιηθούν αν το μείγμα των μέτρων προσανατολισθεί προς τομείς με μεγαλύτερο πολλαπλασιαστικό όφελος για την ελληνική οικονομία (π.χ. κατασκευαστικός τομέας, βιομάζα) και αν δοθούν κίνητρα για εγχώρια παραγωγή ορισμένων εκ των νέων τεχνολογιών.

Η αναδιάρθρωση του ενεργειακού συστήματος επιφέρει οφέλη αλλά και μεγαλύτερη ασφάλεια για την παροχή ενέργειας, καθώς και μείωση της εξάρτησης της χώρας από τις εισαγωγές ενέργειας.

Η μετάβαση προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προσδίδει επίσης σημαντικά οφέλη για το τοπικό περιβάλλον: μηδενίζονται σχεδόν οι εκπομπές ρύπων όξινης βροχής καθώς και οι εκπομπές μικρο-σωματιδίων, ενώ η ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές βελτιώνεται θεαματικά με τη γενίκευση της ηλεκτροκίνησης.

Η αποδέσμευση από τις εκπομπές άνθρακα μέσω της δραστηκής μείωσης της χρήσης

ορυκτών καυσίμων μειώνει επίσης θεαματικά την εξάρτηση της χώρας από εισαγόμενη ενέργεια και έτσι βελτιώνει την ασφάλεια εφοδιασμού.

Το σημαντικότερο όφελος είναι σε κάθε περίπτωση η αποφυγή ή ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής, εφόσον βεβαίως η μείωση των εκπομπών συντελεσθεί σε παγκόσμια κλίμακα. Το κόστος της κλιματικής αλλαγής σε χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2100 υπολογίζεται πολύ μεγαλύτερο από το κόστος μείωσης των εκπομπών. Η Ελλάδα όπως και άλλες μεσογειακές χώρες είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή και στις επιπτώσεις που θα έχουν η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, η ανύψωση του επιπέδου της θάλασσας, η μείωση των βροχοπτώσεων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Το κόστος για την Ελλάδα από τις ενδεχόμενες αυτές επιπτώσεις είναι σημαντικά υψηλότερο του επιπλέον κόστους που απαιτείται για τη δραστηκή μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ενεργειακός τομέας της Ελλάδας, στον οποίο περιλαμβάνονται οι παραγωγοί, προμηθευτές αλλά και οι καταναλωτές ενέργειας, ευρίσκεται ενώπιον μεγάλης πρόκλησης ώστε να μετασχηματιστεί προς ένα σύστημα πολύ πιο αποδοτικό ενεργειακά και χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Έχει γίνει πλέον κατανοητό ότι τα ζητήματα ενεργειακής πολιτικής λύνονται πιο αποτελεσματικά όταν υπάρχει καλύτερος συντονισμός σε διακρατικό επίπεδο. Έτσι, η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας εντάσσεται πλέον όλο και περισσότερο στο Ευρωπαϊκό πλαίσιο, στο επίπεδο του οποίου λαμβάνονται αποφάσεις καθοριστικής σημασίας για όλους τους τομείς του εγχώριου ενεργειακού συστήματος, όπως η εφαρμογή του μηχανισμού αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, οι Οδηγίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα οι οποίες περιλαμβάνουν αυστηρές προδιαγραφές για όλους τους τομείς της κατανάλωσης, η Οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που περιλαμβάνει υποχρεωτικό στόχο για το μερίδιο των ΑΠΕ το 2020, οι οδηγίες που επιβάλλουν τα βιοκαύσιμα, κλπ. Θα πρέπει να αναμένεται ενίσχυση της κοινής Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής στο μέλλον με ολοένα και πιο αυστηρούς στόχους σχετικά με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η ατζέντα της ενεργειακής πολιτικής μετατοπίζεται με βάση τα σημερινά δεδομένα και αντί της στάθμισης των επιδιώξεων για την ανταγωνιστικότητα, την ασφάλεια εφοδιασμού και το περιβάλλον, οφείλει πλέον να θέσει ως απόλυτη προτεραιότητα τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η ενεργειακή πολιτική πρέπει ταυτόχρονα να επιδιώξει την επίτευξη του στόχου αυτού με τον πιο αποτελεσματικό οικονομικά τρόπο και με διασφάλιση της αξιόπιστης και ασφαλούς τροφοδοσίας των καταναλωτών.

Τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, το νέο δόγμα ενεργειακής πολιτικής που δίδει έμφαση στη μείωση των εκπομπών θα επιφέρει ριζικές αλλαγές στο ενεργειακό σύστημα, την επιλογή του μείγματος ενεργειακών μορφών και την επιλογή τεχνολογίας.

Στο πλαίσιο αυτό, η νέα πορεία την οποία οφείλει να ακολουθήσει το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας διαφέρει από το υπόδειγμα που χαρακτήριζε το ενεργειακό σύστημά της τις τελευταίες δεκαετίες. Βασικές επιλογές της ενεργειακής πολιτικής που ακολουθήθηκε στο παρελθόν πρέπει να εγκαταλειφθούν στο μέλλον, εφόσον επιθυμούμε να συμπορευτούμε με τους Ευρωπαίους εταίρους μας στην προσπάθεια καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής. Τέτοιες επιλογές περιλαμβάνουν:

- Η επιλογή του λιγνίτη ως βασικού καυσίμου στην ηλεκτροπαραγωγή δεν μπορεί να συνεχισθεί, εκτός εάν μακροχρόνια εφαρμοσθεί η τεχνολογία δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα.
- Η συγκράτηση των τιμών της ενέργειας σε χαμηλά επίπεδα, συχνά σε επίπεδα κάτω του συνολικού κόστους, επίσης δεν μπορεί να συνεχισθεί δεδομένου ότι οι τιμές οφείλουν να ενσωματώσουν το εξωτερικό κόστος από τις εκπομπές και να δημιουργούν κίνητρα για τις αναγκαίες επενδύσεις.
- Οι επιλογές στην κατανάλωση ενέργειας που βασίζονταν σε χαμηλό κόστος επένδυσης ή αγοράς συσκευών και οχημάτων και μεγάλο κόστος λειτουργίας πρέπει να αλλάξουν ώστε δαπανώντας περισσότερο σε κεφάλαιο να επιτευχθεί μεγάλη ενεργειακή αποδοτικότητα και επομένως μικρότερο λειτουργικό κόστος.
- Η κυριαρχία του πετρελαίου, και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό από άλλες αναπτυγμένες χώρες, πρέπει να αναστραφεί σε όλους τους τομείς και ιδίως στον τομέα των μεταφορών.
- Το συγκεντρωτικό πρότυπο παραγωγής ενέργειας πρέπει να αντικατασταθεί από περισσότερο αποκεντρωμένη οργάνωση μέσω δικτύων και διασυνδέσεων νέας τεχνολογίας.

Η τρέχουσα πολιτική για τον ενεργειακό

τομέα έχει πρόσφατα θέσει φιλόδοξους στόχους για τις ΑΠΕ για τον ορίζοντα του 2020, έχει ανακοινώσει σημαντικές δράσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και οικίες, και έχει σε εξέλιξη πρόγραμμα για νέες υποδομές δικτύων, περιλαμβανομένης της διασύνδεσης των Κυκλάδων με το ηπειρωτικό σύστημα.

Η πολιτική αυτή οπωσδήποτε εντάσσεται στην πιο μακρόχρονη πορεία προς απεξάρτηση του ενεργειακού συστήματος από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Όμως ενόψει του μικρού χρονικού διαστήματος που απομένει μέχρι το 2020, απαιτείται ενίσχυση της εφαρμογής της πολιτικής αυτής ώστε να επιτευχθούν οι φιλόδοξοι στόχοι. Επισημαίνονται οι παρακάτω τομείς για τους οποίους εκτιμάται ότι η τρέχουσα πολιτική υστερεί:

- Προσέλκυση επενδύσεων και από ιδιωτικά κεφάλαια για τα νέα δίκτυα και τις διασυνδέσεις, δεδομένου του μεγάλου ύψους των επενδύσεων που απαιτούνται εντός της επόμενης πενταετίας και της δυσκολίας δανεισμού στο πλαίσιο της παρούσης δυσμενούς χρηματοοικονομικής συγκυρίας.
- Θέσπιση κινήτρων και εφαρμογή διαδικασιών για έργα ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας, ιδίως για τα επίγεια και θαλάσσια αιολικά.
- Εφαρμογή ολοκληρωμένης πολιτικής για την αξιοποίηση της βιομάζας και

των αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς, όπως επίσης και για τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς, με δράσεις και στον τομέα των ενεργειακών γεωργικών καλλιεργειών.

- Θέσπιση κινήτρων και υιοθέτηση κανονισμών για συστήματα άντλησης και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ένταξη των υδροηλεκτρικών στα μέτρα για τις ΑΠΕ.
- Μεγαλύτερα κίνητρα για συμπαραγωγή και διανομή θερμότητας από καθαρές μορφές ενέργειας.
- Προτεραιότητα σε φωτοβολταϊκά στα κτήρια και οικίες, παρά σε μεγάλα έργα φωτοβολταϊκών κατά την παρούσα φάση, λόγω κόστους αλλά και σύγκρουσης με άλλες χρήσεις γης.
- Επεξεργασία νέας μορφής οργάνωσης της ημερήσιας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα δίδει κίνητρα για ευέλικτες θερμικές μονάδες και μονάδες εφεδρείας και θα διασφαλίζει κοστοστρεφή τιμολόγηση της προμήθειας ενέργειας.
- Θέσπιση πιο εκτεταμένης πολιτικής κινήτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποδοτική χρήση της ενέργειας, με έμφαση στις επιχειρήσεις παροχής ενεργειακών υπηρεσιών και την εφαρμογή υποχρέωσης εξοικονόμησης ενέργειας σε προμηθευτές ενέργειας μέσω μηχανισμού λευκών πιστοποιητικών.
- Υιοθέτηση δέσμης μέτρων για τον τομέα των μεταφορών, στα οποία θα πε-

ριλαμβάνονται τα βιοκαύσιμα, τα δίκτυα επαναφόρτισης συσσωρευτών οχημάτων, η θέσπιση κινήτρων για ηλεκτροκίνηση στις πόλεις, θέσπιση κινήτρων και προδιαγραφών για τα οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων στις πόλεις, και η ενίσχυση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Η συγκυρία της παρούσης οικονομικής κρίσης αποκλείει τη θέσπιση κινήτρων με οποιοδήποτε δημοσιονομικό κόστος, αλλά και δυσκολεύει την ανάληψη εκτεταμένων επενδύσεων από κρατικές επιχειρήσεις. Επομένως, για την ενίσχυση της εφαρμογής της τρέχουσας πολιτικής προς τον ορίζοντα του 2020, είναι αναγκαία η προσέλκυση ιδιωτικών κεφαλαίων, με κατάλληλες μεθόδους όπως οι συνεργασίες ιδιωτικού-δημοσίου τομέα και οι συμβάσεις παραχώρησης.

Τονίζεται ότι οι στόχοι που έχουν τεθεί για το 2020 είναι αφενός υποχρεωτικοί στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, αφετέρου απαραίτητοι ώστε να διασφαλισθεί απρόσκοπτα η πορεία μετά το 2020, προς την κατεύθυνση δραστικής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η μετεξέλιξη του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας μετά το 2020 πρέπει να είναι ακόμα πιο φιλόδοξη. Θα περιλαμβάνει οπωσδήποτε:

- Μεγάλης έκτασης εξοικονόμηση ενέργειας

- ιας και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς. Ο κτιριακός τομέας θα πρέπει να τείνει προς ενεργειακές καταναλώσεις που αντιστοιχούν σε παθητικά ενεργειακά κτήρια. Η εφαρμογή των ΑΠΕ σε αποκεντρωμένη κλίμακα στα κτήρια και οικίες θα πρέπει να αποτελέσει κοινή πρακτική. Μηχανισμοί βασισμένοι στην αγορά, όπως οι εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών και η εφαρμογή υποχρεώσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ στους προμηθευτές ενέργειας, πρέπει να αποτελέσουν το όχημα για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να απεξαρτηθεί από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια, με σχεδόν μηδενικές εκπομπές στην παραγωγή της, να αποτελέσει το φορέα υποκατάστασης ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές (επαναφορτιζόμενα οχήματα) και σε πολλές θερμικές χρήσεις μέσω αντλιών θερμότητας.
 - Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή πρέπει να αυξηθεί σε επίπεδα μεγαλύτερα από αυτά που προβλέπονται για το 2020, σε συνδυασμό με αποθηκευτικά συστήματα.
 - Θα πρέπει να διασυνδεθούν τα περισσότερα νησιά με το ηπειρωτικό σύστημα, ώστε να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες ανάπτυξης ΑΠΕ και να συντελεσθεί πλήρης απεξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από το πετρέλαιο.
 - Έξυπνα συστήματα δικτύων θα πρέπει να αναπτυχθούν ώστε να συμμετέχουν οι ΑΠΕ σε μεγάλη έκταση στη χαμηλή και μέση τάση.
 - Το ηλεκτρικό σύστημα και η αγορά πρέπει να διευκολύνουν την ανάπτυξη ευέλικτων μονάδων φυσικού αερίου (και μακροχρόνια μείγματος φυσικού αερίου με υδρογόνο από ΑΠΕ και με βιοαέριο).
 - Το σύστημα πληρωμών της ενέργειας από ΑΠΕ πρέπει σταδιακά να προσαρμοσθεί προς την κατεύθυνση θέσπισης υποχρέωσης ΑΠΕ που επιβάλλεται στους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, ταυτόχρονα με υποχρέωση διασφάλισης αξιόπιστης τροφοδοσίας και επάρκειας ισχύος για την ενέργεια των πελατών τους.
 - Η εξισορρόπηση φορτίου, τόσο για τον ηλεκτρισμό όσο και για το φυσικό αέριο, πρέπει να αποκτήσει μεγαλύτερη ευελιξία, μηχανισμούς αγοράς και διεθνοποίηση στην περιφερειακή αγορά της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.
 - Οι οδικές μεταφορές πρέπει σταδιακά να εξηλεκτρισθούν πλήρως, παράλληλα με το μηδενισμό των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή. Θα πρέπει να αναπτυχθεί το κατάλληλο δίκτυο επαναφόρτισης με έξυπνους μετρητές και κίνητρα, ώστε η επαναφόρτιση να γίνεται σε ώρες χαμηλού φορτίου συστήματος.

- Τα βιοκαύσιμα θα πρέπει να αυξήσουν σημαντικά το μερίδιό τους σε όλους τους τομείς των μεταφορών όπου δεν θα μπορεί να εφαρμοσθεί ο εξηλεκτρισμός.
- Τα μέσα μαζικής μεταφοράς θα πρέπει να αναλαμβάνουν το μεταφορικό έργο σε μεγάλες αποστάσεις, αντί των οδικών μεταφορών, και με διαφορετική μορφή να ενισχυθεί ο ρόλος τους στις πόλεις.

Υφίστανται σήμερα αβεβαιότητες σχετικά με τη βέλτιστη διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής για το χρονικό διάστημα μετά το 2025 και το 2030.

Η μέγιστη ανάπτυξη των ΑΠΕ, με συμμετοχή στοχαστικών ΑΠΕ μεγαλύτερη του 60%, είναι τεχνικά εφικτή με την παράλληλη ανάπτυξη επαρκών αποθηκευτικών συστημάτων και πολλών ευέλικτων μονάδων εφεδρείας. Παραμένουν όμως ερωτηματικά που αφορούν στην αξιόπιστη λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος και το συνολικό κόστος τα οποία πρέπει να μελετηθούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

Η ανάπτυξη τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με ελεγχόμενη λειτουργία και δυνατότητα παραγωγής φορτίου βάσης χαμηλού κόστους, θα είναι ευεργετική για το συνολικό κόστος και συνάδει με τον επιδιωκόμενο εξηλεκτρισμό των μεταφορών.

Με βάση τις παρούσες γνώσεις, τέτοιες τεχνολογίες είναι η δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα σε θερμικές μονάδες και η αποθήκευσή του (CCS) σε γεωλογικούς σχηματισμούς, καθώς και η πυρηνική ενέργεια.

Η τεχνολογία CCS έχει κυρίως το μειονέκτημα της ενδεχόμενης ασφάλειας, αλλά σε κάθε περίπτωση της κοινωνικής αποδοχής της αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα. Αν το ζήτημα αυτό επιλυθεί, η τεχνολογία CCS προσφέρει σημαντικά οφέλη σχετικά με το κόστος (εφόσον θεσπίζονται φιλόδοξοι στόχοι μείωσης εκπομπών), την αξιοποίηση των εγχωρίων λιγνιτών αλλά και την ανταγωνιστικότητα των βιομηχανιών που εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα από βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία). Ένα μελλοντικό σύστημα που συνδυάζει CCS για την παραγωγή μέρους της ισχύος βασικού φορτίου, ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα και φυσικό αέριο για εξισορρόπηση φορτίου και εφεδρείες είναι οικονομικά αποτελεσματικό και τεχνικά αξιόπιστο. Παραμένει όμως το πρόβλημα της αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα, για το οποίο δεν πρέπει να υπάρχει δογματική προσέγγιση, αλλά απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση.

Η πυρηνική τεχνολογία θα είναι ιδιαίτερα ακριβή για τα ελληνικά δεδομένα, λόγω σεισμογένειας, απαιτήσεων ασφαλείας, καθώς και έλλειψης τεχνογνωσίας και σχετικής βιομηχανικής υποδομής και οργάνω-

σης. Με τα σημερινά δεδομένα, η ένταξη της πυρηνικής ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό τομέα δεν είναι εφικτή. Ακόμα και αν αναπτυχθεί μακροχρόνια, η συνεισφορά της στο ηλεκτρικό σύστημα θα είναι περιορισμένη.

Δεν απαιτείται σήμερα, ούτε στο άμεσο μέλλον, να ληφθούν οριστικές αποφάσεις στρατηγικής σχετικά με την ανάπτυξη ή όχι μονάδων CCS ή και πυρηνικών στο μέλλον. Οι αποφάσεις αυτές μπορούν να ληφθούν μετά από περαιτέρω μελέτες και έρευνες σε μεταγενέστερο χρόνο.

Η κατάλληλη στρατηγική για την ηλεκτροπαραγωγή κατά το επόμενο χρονικό διάστημα, η οποία σε κάθε περίπτωση δεν επηρεάζεται από τις στρατηγικές αποφάσεις που αναφέρθηκαν ανωτέρω, είναι η ανάπτυξη των ΑΠΕ σε μεγάλη κλίμακα με συμμετοχή των μονάδων φυσικού αερίου και η ανάπτυξη αποθηκευτικών συστημάτων.

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 για τις ενεργειακές υπηρεσίες εκ μέρους των καταναλωτών θα αυξηθούν αν 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 των στόχων της τρέχουσας πολιτικής 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 εγχώριας δραστηριότητας και απασχόλησης.

Η μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανατρέπει τα υφιστάμενα πρότυπα συμπεριφοράς, τα οποία δεν απέτρεψαν τη ραγδαία (συγκριτικά με το χρόνο που απαιτήθηκε για το σχηματισμό τους) εξάντληση ενεργειακών πόρων και την ανισόρροπη χρήση του περιβάλλοντος ως μέσου διάθεσης κάθε είδους απορριμμάτων (υγρών, αέριων και στερεών). Η ενσωμάτωση του κόστους μείωσης των εκπομπών CO₂ στις οικονομικές αποφάσεις των επιχειρήσεων και των νοικοκυριών θα διορθώσει την εκτεταμένη ανισότητα στην πρόσβαση σε πόρους μεταξύ των διαφορετικών γενιών (intergenerational inequality). Όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ζήτημα ανισότητας εντός γενιών (intragenerational inequality) παραμένει, ενώ ενδέχεται και να οξυνθεί.

Δεν θα έχουν όλες οι κοινωνικές ομάδες τη δυνατότητα πληρωμών για αυξημένες κε-

φαλαιουχικές δαπάνες και για ακριβότερη ενέργεια. Ο κίνδυνος «ενεργειακής φτώχειας» θα είναι αυξημένος στο πλαίσιο της πορείας προς την οικονομία χαμηλών εκπομπών. Είναι επομένως αναγκαίο να εφαρμοσθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα μηχανισμοί καθολικής υπηρεσίας, παροχής κοινωνικών υπηρεσιών και θέσπισης διαφοροποιημένων κινήτρων κατά εισοδηματική ή κοινωνική κατηγορία.

6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ

Σενάριο Καμιάς Πολιτικής											ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)						
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
												Ετήσια Μεταβολή %					
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	10630	10498	12086	12368	12862	12893	12969	13025	13041	0,9	0,6	1,3	0,6	0,1	0,1
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	8511	8150	8996	8967	8839	8737	8743	8747	8751	1,5	0,3	0,6	-0,2	-0,1	0,0
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9			
Φυσικό Αέριο	138	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-10,3				
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2023	2288	3050	3401	4023	4156	4226	4278	4290	2,9	3,3	4,2	2,8	0,5	0,1
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	461	533	539	543	548	550	550	551	7,6	6,9	-1,5	0,2	0,1	0,0
Βιομάζα και Απ'όβλητα	893	1015	968	1062	994	1022	1008	1040	1095	1136	1135	1,2	-0,4	0,3	0,1	0,8	0,4
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	480	917	1192	1665	1745	1745	1745	1745	74,7	21,1	13,3	6,1	0,5	0,0
Ηλιακή Ενέργεια και Άλλα	56	102	172	246	441	484	642	658	671	682	694	5,8	5,7	9,9	3,8	0,4	0,3
Γεωθερμική Ενέργεια	3	1	1	39	165	165	165	165	165	165	165	-4,7	-1,6	61,5	0,0	0,0	0,0
Καθαρές Εισαγωγές	15473	23448	22105	23928	26244	28051	29955	31653	33871	36016	38675	3,6	0,0	1,7	1,3	1,2	1,3
Στερεά Καύσιμα	988	371	203	189	270	321	340	358	1236	1820	3947	-2,5	-12,4	2,9	2,3	13,8	12,3
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19589	18792	19583	19907	20463	20956	21602	22289	22818	3,1	0,0	0,0	0,4	0,5	0,5
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	20041	19361	20136	20453	20995	21476	22105	22772	23285	3,3	-0,2	0,0	0,4	0,5	0,5
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-452	-569	-553	-547	-533	-520	-502	-483	-467						
Φυσικό Αέριο	0	2332	1821	4281	5582	7018	8452	9618	10231	11054	11091		0,8	11,9	4,2	1,9	0,8
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	73	229	401	407	392	401	422	437	437			18,6	-0,2	0,7	0,4
Ακαθάρσιτη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	30243	31891	35605	37492	39702	41265	43408	45484	48079	2,4	0,7	1,6	1,1	0,9	1,0
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	8715	8340	9266	9288	9179	9095	9979	10567	12698	1,1	-0,4	0,6	-0,1	0,8	2,4
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	17179	16317	16988	16980	17347	17675	18171	18732	19180	2,1	0,7	-0,2	0,3	0,5	0,5
Φυσικό Αέριο	138	2354	1835	4281	5582	7018	8452	9618	10231	11054	11091	28,6	0,7	11,8	4,2	1,9	0,8
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2096	2517	3452	3809	4415	4558	4648	4715	4727	2,9	3,6	5,1	2,5	0,5	0,2
ως % της Ακαθάρσιτης Εγχώριας Κατανάλωσης																	
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	28,8	26,2	26,0	24,8	23,1	22,0	23,0	23,2	26,4						
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	56,8	51,2	47,5	45,3	43,7	42,8	41,9	41,2	39,9						
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	6,1	13,4	15,7	18,7	21,3	23,3	23,6	24,3	23,1						
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	6,9	7,9	9,7	10,2	11,1	11,0	10,7	10,4	9,8						
Ακαθάρσιτη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh_e)	34767	59416	58918	73100	88161	97133	109389	118603	128856	140045	152784	4,4	1,0	4,1	2,2	1,7	1,7
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	11754	19486	22929	30135	31209	31297	31336	31376	8,9	9,8	6,4	4,5	0,4	0,0
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	48407	61345	68675	74204	79254	87394	97560	108709	121407	4,1	-0,2	3,6	1,4	2,1	2,2
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	11477	12668	14050	14472	15247	16084	17479	18864	20944	3,1	-0,2	2,0	0,8	1,4	1,8
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	8456	8113	8993	9011	8889	8792	9663	10233	12342	1,8	0,3	0,6	-0,1	0,8	2,5
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστήριου)	1711	2055	2240	1475	1102	977	1028	1031	1067	1146	1273	2,1	0,6	-6,8	-0,7	0,4	1,8
Αέρια Καύσιμα	18	1605	752	2804	3482	4036	4839	5702	6119	6815	6607	53,1	-5,2	16,6	3,3	2,4	0,8
Βιομάζα και Απ'όβλητα	0	52	30	239	310	285	326	396	468	507	558			-7,4	26,5	0,5	3,7
Γεωθερμία	0	0	0	38	163	163	163	163	163	163	163					0,0	0,0
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20549	19847	20633	20997	21621	22157	22827	23517	24045	3,0	-0,9	0,0	0,5	0,5	0,5
Διυλιστήρια	16670	21510	20378	19575	20254	20536	21083	21569	22203	22872	23388	3,0	-1,0	-0,1	0,4	0,5	0,5
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	139	240	359	455	528	576	608	629	637			10,0	3,9	1,4	0,5
Τηλεθέρμανση	0	0	29	29	17	5	9	11	15	15	20			-5,0	-6,5	5,4	2,8
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	1	1	1	-8,8	-19,8	-3,8	-7,7	-2,9	-1,4
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1598	1665	1808	1889	1955	1979	2023	2105	2210	2,7	0,2	1,2	0,8	0,3	0,9
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	606	553	602	637	672	696	716	737	757	0,7	-1,7	-0,1	1,1	0,6	0,6
Τελική Ζήτηση Ενέργειας	14541	20800	20362	21695	24307	26038	27706	29059	30534	32007	33436	2,5	0,9	1,8	1,3	1,0	0,9
ανά τομέα																	
Βιομηχανία	3945	4143	3362	3121	3258	3368	3466	3534	3653	3809	3953	1,2	-2,8	-0,3	0,6	0,5	0,8
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2111	1876	1932	2000	2077	2132	2183	2256	2317	0,7	-2,5	-0,9	0,7	0,5	0,6
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1251	1245	1326	1368	1389	1403	1469	1552	1637	2,0	-3,1	0,6	0,5	0,6	1,1
Οικιακός	3057	5489	5741	6177	6920	7540	8029	8363	8689	9041	9345	3,9	2,5	1,9	1,5	0,8	0,7
Τριτογενής	1718	3083	3177	3739	4472	4897	5453	5952	6529	7062	7579	3,5	2,8	3,5	2,0	1,8	1,5
Μεταφορές	5821	8085	8082	8657	9657	10233	10759	11210	11663	12096	12558	2,2	1,1	1,8	1,1	0,8	0,7
ανά καύσιμο																	
Στερεά Καύσιμα	1053	446	257	226	273	277	289	302	316	334	356	-1,7	-11,7	0,6	0,6	0,9	1,2
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13456	13541	14443	14626	14941	15435	15914	16387	16800	2,3	0,6	0,7	0,3	0,6	0,5
Αέρια Καύσιμα	15	585	864	1166	1734	2543	3087	3173	3307	3398	3524	33,0	12,9	7,2	5,9	0,7	0,6
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4459	5484	6532	7173	7999	8718	9540	10382	11237	4,2	1,9	3,9	2,0	1,8	1,6
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) ^(Α)	0	49	192	78	66	57	65	127	147	171	232			21,2	-10,1	-0,3	8,5
Άλλα	952	1066	1133	1201	1259	1362	1325	1303	1310	1335	1287	0,9	0,8	1,1	0,5	-0,1	-0,2

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Καμιάς Πολιτικής	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																	
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50	
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος	Ετήσια Μεταβολή %																	
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δισ. €05)	127,6	197,6	206,6	214,2	247,1	278,4	307,4	339,4	374,7	413,7	456,8	2,3	2,5	1,8	2,2	2,0	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€05)	175,0	158,6	146,4	148,9	144,1	134,7	129,2	121,6	115,8	109,9	105,3	0,0	-1,8	-0,2	-1,1	-1,1	-1,0	-1,0
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,67	2,78	3,08	3,24	3,43	3,57	3,75	3,94	4,20	1,6	0,3	1,4	1,1	0,9	1,1	1,1
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5211	6370	7629	8392	9452	10247	11140	12145	13349	3,6	0,6	3,9	2,2	1,7	1,8	1,8
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,98	2,88	2,81	2,77	2,71	2,69	2,70	2,71	2,76	-0,1	-0,6	-0,6	-0,4	0,0	0,0	0,2
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,97	8,00	8,67	8,97	9,31	9,58	10,14	10,68	11,61	1,5	-0,2	0,8	0,7	0,9	1,4	1,4
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€05)	557,0	484,5	436,4	428,5	405,6	372,8	350,4	326,8	312,9	297,6	290,8	-0,1	-2,3	-0,7	-1,5	-1,1	-0,7	-0,7
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	67,5	69,5	68,5	69,4	70,0	71,1	72,3	73,4	74,8							
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																		
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	70,4	65,0	62,6	61,2	59,7	57,7	55,7	54,3	52,8	1,7	-3,5	-1,2	-0,5	-0,7	-0,7	-0,5
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	102,4	107,8	106,2	102,6	99,0	93,4	87,9	82,8	77,5	2,3	0,2	0,4	-0,7	-1,2	-1,2	-1,2
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	98,6	110,4	113,6	109,3	109,8	107,7	106,3	103,4	99,9	0,1	-0,1	1,4	-0,3	-0,3	-0,6	-0,6
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	91,2	87,3	90,2	87,2	82,0	78,1	73,7	69,2	65,2	61,3	-0,2	-1,4	0,0	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																		
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,71	0,60	0,54	0,50	0,46	0,44	0,44	0,43	0,45	-1,8	-1,4	-2,6	-1,6	-0,6	0,2	0,2
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,03	1,99	1,95	1,91	1,88	1,85	1,82	1,79	-0,5	-0,6	-0,7	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,81	1,84	1,85	1,61	1,63	1,62	1,63	1,63	1,65	-0,6	-2,0	0,2	-1,2	0,0	0,1	0,1
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,70	1,56	1,53	1,58	1,57	1,54	1,50	1,44	1,37	0,9	0,2	-1,0	0,2	-0,5	-0,9	-0,9
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,29	1,05	0,97	0,93	0,84	0,80	0,76	0,73	0,70	-3,3	-0,9	-2,8	-1,4	-0,9	-0,8	-0,8
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,84	2,82	2,81	2,79	2,79	2,80	2,80	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,0
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																		
Ισχύς Παραγωγής σε MW	12126	15060	19109	24722	29778	35278	38242	41171	44259	47462		3,6	5,1	3,6	1,6	1,4		
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	5879	9208	10488	13495	13866	13906	13935	13954		4,5	7,5	3,9	0,3	0,0		
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3091	3486	3504	3516	3516	3516	3516	3516		1,0	1,7	0,1	0,0	0,0		
Αιολικά	491	1348	2266	4064	5203	7123	7435	7435	7435	7435		19,6	11,7	5,8	0,4	0,0		
Ηλιακά	1	206	522	1658	1781	2857	2915	2956	2984	3004		23,2	13,2	5,6	0,3	0,2		
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
Θερμικές Πηγές	8920	10572	13230	15514	19290	21783	24376	27265	30324	33507		3,3	3,9	3,5	2,3	2,1		
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	227	444	310	362	443	381	374	398	487		5,9	3,1	3,7	-1,7	2,7		
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	4411	4892	4997	4905	4869	5524	6703	8479		0,6	0,3	0,0	1,2	4,4		
Αέρια	1823	2988	5740	7489	10462	13044	15279	17486	19179	20129		11,0	9,6	5,7	3,0	1,4		
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2869	2882	3462	3397	3803	3830	3995	4135		2,8	0,5	1,7	1,2	0,8		
Βιομάζα και Ατ θάβητα	59	86	205	229	347	415	405	404	425	743		12,0	10,3	6,1	-0,3	6,3		
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
Γεωθερμία	0	0	5	22	22	22	22	22	22	22		0	0	0	0	0		
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	41,6	40,9	38,2	35,0	33,4	33,6	34,0	34,4	34,9								
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																		
Απ' αποτελεσματικότητα της θερμικής ή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	36,3	41,6	42,0	44,1	44,7	46,7	48,0	49,6	49,9								
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	1,5	1,3	1,2	1,3	1,2	1,6	1,7	1,6	1,9								
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,0	17,3	23,6	25,0	28,9	27,8	25,9	24,0	22,2								
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,0	17,3	23,6	25,0	28,9	27,8	25,9	24,0	22,2								
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																		
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,1	10,8	12,8	13,2	14,5	14,3	13,9	13,5	13,0								
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	3,5	4,9	5,9	6,6	7,0	7,2	7,2	7,3								
Τομέας Μεταφορών																		
Επιβατικές Μεταφορές (Grtm)	85,8	152,9	164,3	178,1	202,9	219,0	233,7	245,2	255,0	263,2	269,1	4,1	2,5	2,1	1,4	0,9	0,5	
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,3	23,0	23,4	23,6	23,7	23,8	23,8	23,7	2,0	0,1	0,5	0,3	0,1	0,0	
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	105,7	117,4	122,0	125,5	128,7	130,4	131,1	129,7	5,9	3,9	1,8	0,7	0,4	-0,1	
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,8	4,6	5,1	5,4	5,7	5,9	6,0	5,9	0,9	0,8	3,3	1,8	0,7	0,1	
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	38,9	50,0	60,3	70,7	78,6	86,3	93,7	100,9	3,1	1,3	3,9	3,5	2,0	1,6	
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,5	7,9	8,2	8,4	8,5	8,7	8,7	8,7	2,6	-0,2	0,9	0,6	0,3	0,1	
Διασυνδεδεμένη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15522	17557	18922	20194	21186	22049	22826	23508	3,4	2,1	1,9	1,4	0,9	0,6	
Εμπορευματικές μεταφορές (Grtm)	28,0	43,2	37,6	40,5	46,8	53,4	60,2	66,5	71,9	76,0	78,0	3,1	-0,2	2,2	2,5	1,8	0,8	
Φορητά	20,8	32,5	26,4	27,7	31,8	36,2	40,6	44,7	48,4	51,7	54,0	3,4	-0,9	1,9	2,5	1,8	1,1	
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	-3,5	6,3	1,0	1,9	1,7	0,7	
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	11,9	14,1	16,3	18,5	20,7	22,2	22,9	22,6	2,8	1,7	3,2	2,7	1,8	0,2	
Εμπ' ορειματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	189	192	196	196	192	184	171	0,8	-2,6	0,4	0,3	-0,2	-1,2	
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)	5821	8085	8082	8657	9657	10233	10759	11210	11663	12096	12558	2,2	1,1	1,8	1,1	0,8	0,7	
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	221	226	232	233	233	231	229	227	224	1,7	-0,2	0,5	0,0	-0,1	-0,3	
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3783	3994	4195	4080	3998	3964	3914									

Σενάριο Καμιάς Πολιτικής										ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)					
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7840	7576	8144	8661	8983	9185	9389	9589	9701	0,2	0,4	1,0	0,4	0,3
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5486	6723	7989	8751	9717	10520	11461	12459	13522	1,8	3,8	2,0	1,7	1,7
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6472	6862	7468	7775	8089	8382	8657	8855	8912	1,4	1,4	0,8	0,7	0,3
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	21233	22781	25598	27444	29249	30679	32269	33894	35527	1,0	1,9	1,3	1,0	1,0
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 6,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1292	1489	1887	2168	2392	2564	2759	3015	3443	-0,2	3,9	2,4	1,4	2,2
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-81	-305	-472	-584	-668	-765	-920	-1248					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	21233	22700	25292	26973	28664	30011	31504	32974	34279	1,0	1,8	1,3	0,9	0,8
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τρωτώντων στη βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 6,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	994	1058	1011	1023	936	908	908	946	920	-0,5	0,2	-0,8	-0,3	0,1
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1161	1857	2093	2703	2824	2863	2882	2908	9,3	8,9	3,8	0,6	0,2
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	141	242	364	461	536	589	621	641	648	58,8	10,0	3,9	1,5	0,4
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1924	2458	3227	3569	4165	4306	4378	4455	4463	3,4	5,3	2,6	0,5	0,2
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ- Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	12,7	14,0	12,4	11,8	10,4	9,9	9,7	9,9	9,5					
ΑΠΕ- Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,4	17,3	23,2	23,9	27,8	26,8	25,0	23,1	21,5					
ΑΠΕ- Μεταφορές (3)	0,0	2,2	3,5	4,9	5,9	6,6	7,0	7,2	7,2	7,3					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,1	10,8	12,8	13,2	14,5	14,3	13,9	13,5	13,0					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης: 2) πετρελαίου κίνησης: 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Αναφοράς		ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)															
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
												Ετήσια Μεταβολή %					
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	8951	8638	10819	11186	10618	9340	9445	9113	9308	0,9	-1,1	1,9	-0,2	-1,2	-0,1
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6838	5252	5822	6199	4608	2722	2556	2195	2342	1,5	-1,8	-1,6	-2,3	-5,7	-0,9
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9			
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0				
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2010	3327	4957	4987	6011	6618	6889	6918	6966	2,9	3,2	9,4	1,9	1,4	0,1
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	472	547	555	561	566	568	567	568	7,6	6,9	-1,2	0,2	0,1	0,0
Βιομάζα και Απόβλητα	893	1015	956	1412	1757	1485	1595	1733	1815	1812	1840	1,2	-0,5	6,3	-1,0	1,3	0,1
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1421	1669	2076	2335	2399	2399	2399	74,7	21,1	18,4	3,9	1,5	0,0
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	550	740	786	1104	1311	1433	1465	1485	5,8	5,6	15,8	4,1	2,6	0,4
	3	1	1	115	492	491	674	674	674	674	674	-4,7	-1,6	80,2	3,2	0,0	0,0
Καθαρές Βασαγωγές	15473	23448	22681	21966	22291	23196	24257	25287	26096	27355	28256	3,6	0,3	-0,2	0,8	0,7	0,8
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	168	208	205	199	197	203	213	226	-2,5	-13,2	1,1	-0,5	0,2	1,1
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19372	17660	17207	16908	16843	16773	17026	17361	17542	3,1	-0,1	-1,2	-0,2	0,1	0,3
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	18436	18044	17781	17722	17659	17912	18247	18427	3,3	-0,3	-1,0	-0,2	0,1	0,3
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-558	-776	-837	-873	-879	-886	-886	-886	-885						
Φυσικό Αέριο	0	2332	2606	3561	4071	5367	6638	7770	8317	9189	9929		4,4	4,6	5,0	2,3	1,8
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	96	140	398	318	268	227	171	176	176			15,2	-3,9	-4,4	0,3
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29139	28071	30304	31483	31795	31391	32164	32973	33998	2,4	0,3	0,4	0,4	0,1	0,6
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7025	5420	6030	6404	4806	2919	2759	2408	2568	1,1	-2,5	-1,5	-2,2	-5,4	-0,7
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16962	15187	14542	14009	13763	13537	13649	13867	13976	2,1	0,6	-1,5	-0,5	-0,1	0,2
Φυσικό Αέριο	138	2354	2627	3561	4071	5367	6638	7770	8317	9189	9929	28,6	4,4	4,5	5,0	2,3	1,8
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2107	3466	5355	5305	6279	6845	7060	7093	7142	2,9	3,7	9,8	1,6	1,2	0,1
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																	
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	19,3	19,8	20,3	15,1	9,3	8,6	7,3	7,6						
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,1	47,8	44,5	43,3	43,1	42,4	42,1	41,1						
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	12,7	13,4	17,0	20,9	24,8	25,9	27,9	29,2						
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,3	17,6	16,9	19,7	21,8	21,9	21,5	21,0						
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57216	59845	71621	80213	87114	93259	98919	103962	10529	4,4	0,7	2,3	2,0	1,3	1,0
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16333	26167	30081	38511	43833	45832	45955	46058	8,9	9,8	9,6	3,9	1,8	0,0
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46706	43512	45454	50132	48603	49425	53087	58008	63472	4,1	-0,5	-0,3	0,7	0,9	1,8
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10544	8954	9729	10201	9680	8920	9243	9706	10484	3,1	-1,0	-0,8	-0,1	-0,5	1,3
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6789	5217	5804	6180	4593	2713	2551	2191	2342	1,8	-1,9	-1,6	-2,3	-5,7	-0,9
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστηρίου)	1711	2055	2181	1206	898	424	431	365	360	368	378	2,1	0,3	-8,5	-7,1	-1,8	0,5
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2094	2104	2738	3473	4440	4882	5653	6228	53,1	1,8	3,2	5,1	3,5	2,5
Βιομάζα και Απόβλητα	0	52	37	324	433	369	510	730	777	821	864			-5,3	27,9	1,7	4,3
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	490	672	672	672	672	672				3,2	0,0	0,0
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20437	18939	18703	18384	18398	18361	18635	18980	19160	3,0	-1,0	-0,9	-0,2	0,1	0,3
Διυλιστήρια	16670	21510	20266	18648	18159	17860	17805	17746	18004	18341	18524	3,0	-1,0	-1,1	-0,2	0,1	0,3
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	258	531	523	593	615	631	638	635				14,5	1,1	0,6
Τηλεθέρμανση	0	0	31	31	11	0	0	0	0	0	0				-9,9		
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	1	1	1	-8,8	-19,8	-4,5	-8,6	-3,0	-3,4
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1462	1502	1571	1526	1458	1445	1438	1466	2,7	0,0	-0,3	0,2	-0,5	0,1
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	542	579	603	630	651	671	695	719	0,7	-1,7	-0,4	0,9	0,6	0,7
Τελική Ζήτηση Ενέργειας ανά τομέα	14541	20800	20102	20411	21931	22737	23426	23932	24671	25413	26043	2,5	0,8	0,9	0,7	0,5	0,5
Βιομηχανία	3945	4143	3341	2994	2986	2986	2988	2991	3069	3191	3331	1,2	-2,8	-1,1	0,0	0,3	0,8
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1808	1787	1778	1777	1773	1790	1831	1884	0,7	-2,6	-1,6	-0,1	0,1	0,5
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1186	1199	1208	1212	1217	1279	1360	1447	2,0	-3,2	-0,4	0,1	0,5	1,2
Οικιακός	3057	5489	5695	5805	6352	6585	6857	6929	7005	7034	6959	3,9	2,4	1,1	0,8	0,2	-0,1
Τριτογενής	1718	3083	3127	3452	3960	4220	4541	4861	5196	5522	5766	3,5	2,6	2,4	1,4	1,4	1,0
Μεταφορές	5821	8085	7938	8161	8633	8946	9040	9151	9402	9666	9987	2,2	1,0	0,8	0,5	0,4	0,6
ανά καύσιμο																	
Στερεά Καύσιμα	1053	446	235	202	224	224	213	206	208	217	227	-1,7	-12,5	-0,4	-0,5	-0,2	0,9
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13312	12732	12605	12644	12468	12492	12661	12873	13063	2,3	0,5	-0,5	-0,1	0,2	0,3
Αέρια Καύσιμα	15	585	860	1170	1419	1958	2364	2325	2350	2417	2465	33,0	12,8	5,1	5,2	-0,1	0,5
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4370	4615	5451	6042	6517	7058	7563	8000	8373	4,2	1,6	2,2	1,8	1,5	1,0
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) (A)	0	49	191	98	60	48	80	179	220	259	271		21,1	-10,9	2,8	10,7	2,1
Άλλα	952	1066	1135	1595	2171	1821	1785	1673	1668	1647	1644	0,9	0,8	6,7	-1,9	-0,7	-0,1
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	95,8	84,4	74,6	76,2	79,1	74,7	68,8	69,7	70,8	73,5	2,3	-0,5	-1,0	-0,2	-0,7	0,5</

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Αναφοράς	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
												Ετήσια Μεταβολή %					
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος																	
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δισ. €'05)	127,6	197,6	206,6	214,2	247,1	278,4	307,4	339,4	374,7	413,7	456,8	2,3	2,5	1,8	2,2	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€'05)	175,0	158,6	141,1	131,1	123,1	113,1	103,4	92,5	85,8	79,7	74,4	0,0	-2,2	-1,4	-1,7	-1,8	-1,4
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,45	2,63	2,72	2,75	2,71	2,78	2,86	2,97	1,6	0,0	0,2	0,4	0,1	0,7
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5060	5215	6198	6930	7527	8057	8552	9016	9570	3,6	0,3	2,0	2,0	1,3	1,1
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,66	2,51	2,51	2,35	2,19	2,17	2,15	2,16	-0,1	-0,8	-1,4	-0,7	-0,8	0,0
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,50	6,60	6,84	6,45	5,94	6,02	6,14	6,42	1,5	-0,9	-1,2	-0,2	-0,7	0,6
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€'05)	557,0	484,5	408,3	348,3	308,6	284,2	242,9	202,6	185,9	171,2	160,8	-0,1	-3,0	-2,8	-2,4	-2,6	-1,4
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,7	71,8	67,3	67,5	69,6	73,0	73,4	75,0	75,2						
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																	
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,4	57,4	54,3	51,5	48,8	46,8	45,5	44,5	1,7	-3,5	-2,0	-1,1	-0,9	-0,5
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,5	101,3	97,4	89,6	84,5	77,4	70,8	64,4	57,7	2,3	0,2	-0,4	-1,4	-1,8	-2,0
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	101,9	100,6	94,2	91,4	87,9	84,6	80,9	76,0	0,1	-0,3	0,4	-1,0	-0,8	-1,1
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	91,2	85,7	85,0	77,9	71,7	65,6	60,1	56,0	52,1	48,8	-0,2	-1,5	-0,9	-1,7	-1,6	-1,4
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																	
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,49	0,43	0,41	0,32	0,24	0,23	0,22	0,22	-1,8	-2,4	-3,9	-2,9	-3,4	-0,1
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,91	1,90	1,86	1,82	1,79	1,77	1,76	-0,5	-0,6	-1,1	-0,2	-0,4	-0,2
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,68	1,37	1,33	1,31	1,31	1,32	1,33	1,35	-0,6	-2,1	-2,7	-0,4	0,0	0,2
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,61	1,54	1,58	1,56	1,50	1,42	1,36	1,29	0,9	0,3	-1,0	0,1	-0,9	-1,0
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,30	1,14	1,04	0,95	0,89	0,85	0,82	0,82	0,80	-3,3	-0,7	-2,2	-1,5	-0,8	-0,2
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,77	2,78	2,76	2,76	2,76	2,76	2,77	0,0	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																	
Ισχύς Παραγωγής σε MW	12126	15060	20699	24508	28952	34129	38214	40965	42834	44451		3,6	5,0	3,4	1,8	0,8	
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	8135	12549	14192	17889	20035	20910	20995	21054		4,5	10,8	3,6	1,6	0,1	
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3405	3956	4011	4046	4046	4046	4046	4046		1,0	3,0	0,2	0,0	0,0	
Αιολικά	491	1348	3576	6354	7574	9420	10430	10680	10680	10680		19,6	16,8	4,0	1,3	0,0	
Ηλιακά	1	206	1154	2239	2607	4422	5559	6184	6269	6328		26,9	7,0	3,4	0,2		
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12564	11959	14760	16241	18179	20056	21839	23396		3,3	1,2	3,1	2,1	1,6	
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	174	202	241	288	418	447	536	523		9,1	-4,1	3,6	4,5	1,6	
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	3428	2834	2493	2493	2493	2493		0,6	-2,4	-2,7	-1,3	0,0	
Αέρια	1823	2988	5740	5547	8156	10268	12239	14030	15708	17208		11,0	6,4	6,4	3,2	2,1	
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2657	2343	2715	2585	2714	2772	2844	2866		2,8	-1,5	1,0	0,7	0,3	
Βιομάζα και Ατ θάβητα	59	86	208	279	396	464	643	671	706	741		12,0	12,5	5,2	3,8	1,0	
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Γεωθερμία	0	0	15	65	65	89	89	89	89	89		0	0	0	0	0	0
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,7	31,3	31,8	30,0	27,9	27,0	26,8	27,1	27,5							
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																	
Απ' αποτελεσματικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	41,8	40,2	42,3	43,2	47,7	49,4	51,4	52,1							
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9	2,6	2,7	2,9	2,9						
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	29,1	39,4	40,1	47,5	51,3	50,6	48,4	46,3							
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	29,1	39,4	40,1	47,5	51,3	50,6	48,4	46,3							
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																	
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	15,9	21,5	20,2	22,8	24,6	24,9	24,6	24,4							
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,5							
Τομέας Μεταφορών																	
Επιβατικές Μεταφορές (Gρkm)	85,8	152,9	164,3	178,4	199,6	214,4	227,7	237,6	246,0	253,1	258,1	4,1	2,5	2,0	1,3	0,8	0,5
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,3	22,9	23,3	23,5	23,6	23,6	23,6	23,5	2,0	0,1	0,5	0,2	0,0	-0,1
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	106,0	114,3	117,7	120,0	121,8	122,3	121,9	119,8	5,9	3,9	1,6	0,5	0,2	-0,2
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,7	4,5	5,0	5,4	5,6	5,8	5,9	5,8	0,9	0,8	3,1	1,7	0,7	0,1
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	38,9	50,0	60,3	70,5	78,3	85,9	93,3	100,5	3,1	1,3	3,9	3,5	2,0	1,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,5	7,8	8,1	8,3	8,4	8,5	8,5	8,5	2,6	-0,2	0,8	0,6	0,2	0,0
Διανυόμενη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15546	17272	18521	19674	20528	21270	21951	22553	3,4	2,1	1,7	1,3	0,8	0,6
Εμπορευματικές μεταφορές (Gtkm)	28,0	43,2	37,6	40,6	45,7	51,8	57,8	63,3	67,9	71,2	72,5	3,1	-0,2	2,0	2,4	1,6	0,7
Φορητά	20,8	32,5	26,4	27,8	30,7	34,7	38,5	41,7	44,7	47,3	49,0	3,4	-0,9	1,5	2,3	1,5	0,9
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	-3,5	6,3	1,0	1,9	1,7	0,7
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	12,0	14,1	16,1	18,3	20,5	21,9	22,6	22,3	2,8	1,7	3,1	2,7	1,8	0,2
Εμπ' ορειματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	185	186	188	187	181	172	159	0,8	-2,6	0,2	0,2	-0,4	-1,3
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)	5821	8085	7938	8161	8633	8946	9040	9151	9402	9666	9987	2,2	1,0	0,8	0,5	0,4	0,6
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	219	214	205	195	191	186	175	163	1,7	-0,3	-0,3	-0,9	-0,5	-1,3
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3581	3592	3504	3263	3060	2958	2877	2791	5,1	3,0	-0,2	-1,0	-1,0	-0,6
Φορητά	2066	2517	2053	2159	2301	2478	2602	2772	2933	3063	3145	1,4	-1,5	1,1	1,2	1,2	0,7
Σιδηρόδρομος	75	58	69	72	75	79	77	41	41	41	41	-2,2	1,4	0,8	0,3	-6,0	-0,1
Αεροπορία	1264	1181	1285	1429	1697	1881	2062	2215	2392	2615	2967	0,5	-0,3	2,8	2,0	1,5	2,2
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	701	754	800	841	873	891	895	880	-1,4	2,9	1,4	1,1	0,6	-0,1
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																	
Ε																	

Σενάριο Αναφοράς											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7813	7654	7869	7773	7896	7764	7749	7790	7726	0,2	0,1	0,0	-0,2	0,0
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5339	5583	6567	7296	7801	8340	8887	9356	9802	1,5	2,1	1,7	1,3	1,0
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6433	6642	6784	6714	6689	6781	6843	6833	1,2	0,5	0,1	0,1	0,1
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20919	21233	22893	23837	24558	25063	25841	26613	27313	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 6,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1429	1697	1881	2062	2215	2392	2615	2967	-0,3	2,8	2,0	1,5	2,2
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-117	-282	-408	-544	-666	-795	-971	-1279					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20919	21116	22611	23429	24014	24397	25046	25642	26034	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τρωτώντων στη βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί ότι ως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 6,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1012	1500	1800	1415	1338	1304	1330	1344	1357	-0,3	5,9	-2,9	-0,1	0,2
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1612	2539	2802	3558	4092	4290	4323	4351	9,3	12,4	3,4	1,9	0,1
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	262	537	530	604	633	650	656	652	58,6	14,5	1,2	0,7	0,0
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1939	3368	4868	4738	5486	6008	6248	6302	6340	3,5	9,6	1,2	1,3	0,1
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,6	22,9	18,2	16,9	16,8	17,2	17,2	17,6					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	28,9	38,7	38,4	45,6	49,1	48,3	46,2	44,4					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,5					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	15,9	21,5	20,2	22,8	24,6	24,9	24,6	24,4					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης 2) πετρελαίου κίνησης 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ											ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)							
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50	
												Ετήσια Μεταβολή %						
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	9011	8372	9699	9526	7938	8981	10707	12578	13654	0,9	-1,0	0,7	-2,0	3,0	2,5	
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6832	4986	4305	3255	270	1	0	0	0	1,5	-1,8	-4,5	-24,2	-48,5		
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9				
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0					
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2077	3326	5354	6271	7669	8981	10706	12578	13654	2,9	3,5	9,9	3,7	3,4	2,5	
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	478	553	578	594	602	608	612	617	7,6	6,9	-1,1	0,7	0,2	0,1	
Βιομάζα και Απόβλητα	893	1015	1023	1412	1809	1842	1846	1938	2306	3462	3824	1,2	0,1	5,9	0,2	2,3	5,2	
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1773	2094	2442	2958	3606	3801	3975	74,7	21,1	21,0	3,3	4,0	1,0	
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	542	728	1119	1688	1955	2106	2120	2080	5,8	5,6	15,6	8,8	2,2	-0,1	
	3	1	1	115	492	639	1099	1528	2081	2583	3159	-4,7	-1,6	80,2	8,4	6,6	4,3	
Καθαρές Βασαγωγές	15473	23448	22616	21813	21749	22180	23526	21487	18532	15541	13721	3,6	0,2	-0,4	0,8	-2,4	-3,0	
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	166	199	200	199	171	139	46	4	-2,5	-13,2	0,6	0,0	-3,5	-30,6	
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19373	17542	16776	15773	15117	12872	10868	8229	6591	3,1	-0,1	-1,4	-1,0	-3,2	-4,9	
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	18331	17658	16762	16169	14104	12214	9640	7981	3,3	-0,3	-1,2	-0,9	-2,8	-4,2	
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-558	-789	-883	-990	-1052	-1231	-1346	-1411	-1391							
Φυσικό Αέριο	0	2332	2607	3535	4014	5437	7437	7204	5827	5735	4953		4,4	4,4	6,4	-2,4	-1,6	
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	31	134	354	333	407	836	1188	941	1600			27,7	1,4	11,3	3,0	
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29134	27650	28763	28931	28656	27675	26505	25455	24809	2,4	0,3	-0,1	0,0	-0,8	-0,7	
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7018	5152	4504	3455	469	172	139	47	4	1,1	-2,5	-4,3	-20,2	-11,4	-30,7	
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16962	15067	14131	12997	12334	10221	8502	6253	4870	2,1	0,6	-1,8	-1,4	-3,7	-5,4	
Φυσικό Αέριο	138	2354	2627	3535	4014	5437	7437	7204	5827	5735	4953	28,6	4,4	4,3	6,4	-2,4	-1,6	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2107	3460	5707	6605	8052	9675	11528	12831	14408	2,9	3,7	10,5	3,5	3,7	2,3	
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																		
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	18,6	15,7	11,9	1,6	0,6	0,5	0,2	0,0							
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,5	49,1	44,9	43,0	36,9	32,1	24,6	19,6							
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	12,8	14,0	18,8	26,0	26,0	22,0	22,5	20,0							
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,5	19,8	22,8	28,1	35,0	43,5	50,4	58,1							
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57186	58763	69717	76563	83357	89730	92911	98531	104294	4,4	0,7	2,0	1,8	1,1	1,2	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16412	30323	38441	49272	58291	67589	70212	72302	8,9	9,8	11,2	5,0	3,2	0,7	
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46675	42352	39393	38123	34085	31439	25323	28319	31993	4,1	-0,5	-1,7	-1,4	-2,9	2,4	
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10536	8674	8243	7698	6490	6229	5815	6546	7455	3,1	-1,0	-2,4	-2,4	-1,1	2,5	
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6783	4952	4303	3253	269	0	0	0	0	1,8	-1,9	-4,4	-24,2			
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστηρίου)	1711	2055	2179	1183	881	335	260	120	59	42	22	2,1	0,3	-8,7	-11,5	-13,8	-9,4	
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2094	2104	2738	3960	3461	2392	2602	2621	53,1	1,8	3,2	6,5	-4,9	0,9	
Βιομάζα και Απόβλητα	0	52	37	333	466	736	907	1130	1334	1483	1926		-5,3	28,9		6,9	3,7	
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	636	1094	1518	2030	2419	2886				8,4	6,4	3,6	
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20438	18832	18258	17267	16676	14918	13460	11384	10381	3,0	-1,0	-1,1	-0,9	-2,1	-2,6	
Διυλιστήρια	16670	21510	20266	18543	17774	16816	16211	14133	12228	9649	7988	3,0	-1,0	-1,3	-0,9	-2,8	-4,2	
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	255	479	450	465	785	1231	1734	2392				13,4	-0,3	10,2	6,9
Τηλεθέρμανση	0	0	32	32	4	0	0	0	1	1	1				-19,2		0,0	
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	0	0	0	-8,8	-19,8	-5,1	-8,1	-8,5		
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1446	1415	1356	1271	1155	1110	1090	1038	2,7	0,0	-0,9	-1,1	-1,3	-0,7	
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	542	579	603	628	621	608	590	573	0,7	-1,7	-0,4	0,8	-0,3	-0,6	
Τελική Ζήτηση Ενέργειας ανά τομέα	14541	20800	20102	20197	21362	21920	22521	21705	20510	18963	17726	2,5	0,8	0,6	0,5	-0,9	-1,4	
Βιομηχανία	3945	4143	3341	2991	2977	2967	2966	2811	2690	2619	2563	1,2	-2,8	-1,1	0,0	-1,0	-0,5	
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1803	1780	1766	1765	1692	1612	1556	1513	0,7	-2,6	-1,6	-0,1	-0,9	-0,6	
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1188	1197	1202	1202	1119	1078	1063	1050	2,0	-3,2	-0,4	0,0	-1,1	-0,3	
Οικιακός	3057	5489	5696	5692	6167	6401	6626	6560	6252	5884	5290	3,9	2,4	0,8	0,7	-0,6	-1,7	
Τριτογενής	1718	3083	3127	3351	3737	3877	4063	3935	3451	3211	2914	3,5	2,6	1,8	0,8	-1,6	-1,7	
Μεταφορές	5821	8085	7938	8162	8482	8675	8867	8398	8118	7249	6959	2,2	1,0	0,7	0,4	-0,9	-1,5	
ανά καύσιμο																		
Στερεά Καύσιμα	1053	446	235	199	200	201	200	172	139	47	4	-1,7	-12,5	-1,6	0,0	-3,6	-30,6	
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13313	12641	12246	11796	11320	9633	8035	5838	4499	2,3	0,5	-0,8	-0,8	-3,4	-5,6	
Αέρια Καύσιμα	15	585	860	1144	1358	2012	2664	2770	2543	2369	1690	33,0	12,8	4,7	7,0	-0,5	-4,0	
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4368	4543	5355	5927	6442	6861	6877	6938	6805	4,2	1,6	2,1	1,9	0,7	-0,1	
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) (Α)	0	49	192	99	63	57	82	174	263	275	280			21,2	-10,5	2,7	12,4	0,6
Άλλα	952	1066	1135	1571	2140	1927	1813	2096	2652	3496	4449	0,9	0,8	6,6	-1,6	3,9	5,3	
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	95,8	84,3	73,1	68,6	64,0	54,3	46,3	38,0	30,8	24,9	2,3	-0,5	-2,0	-2,3	-3,5	-4,2	

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)										Ετήσια Μεταβολή %						
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος																	
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	-2,0
ΑΕΠ (σε δισ. €05)	127,6	197,6	206,6	214,2	247,1	278,4	307,4	339,4	374,7	413,7	456,8	2,3	2,5	1,8	2,2	2,0	2,0
Ακαθ. Εγχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€05)	175,0	158,6	141,0	129,1	116,4	103,9	93,2	81,5	70,7	61,5	54,3	0,0	-2,2	-1,9	-2,2	-2,7	-2,6
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,41	2,49	2,50	2,48	2,39	2,29	2,21	2,17	1,6	0,0	-0,3	-0,1	-0,8	-0,6
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5058	5121	6033	6614	7203	7752	8032	8545	9112	3,6	0,3	1,8	1,8	1,1	1,3
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,64	2,38	2,21	1,89	1,67	1,43	1,21	1,00	-0,1	-0,8	-1,9	-2,3	-2,7	-3,5
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,37	5,93	5,53	4,69	4,00	3,28	2,67	2,17	1,5	-0,9	-2,3	-2,3	-3,5	-4,1
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€05)	557,0	484,5	408,2	341,1	277,6	230,0	176,5	136,5	101,4	74,5	54,4	-0,1	-3,0	-3,8	-4,4	-5,4	-6,0
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,5	72,3	69,2	70,0	74,8	70,5	63,4	55,3	50,1						
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																	
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,3	57,2	53,9	51,1	45,9	41,0	37,4	34,2	1,7	-3,5	-2,0	-1,1	-2,2	-1,8
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,6	99,3	94,6	87,1	81,7	73,3	63,2	53,9	43,9	2,3	0,2	-0,7	-1,5	-2,5	-3,6
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	98,9	94,9	86,6	81,8	71,2	56,2	47,0	38,4	0,1	-0,3	-0,2	-1,5	-3,7	-3,7
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	91,2	85,7	85,0	76,6	69,5	64,3	55,2	48,3	39,1	34,0	-0,2	-1,5	-1,1	-1,7	-2,8	-3,5
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																	
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,48	0,36	0,27	0,13	0,09	0,06	0,06	0,06	-1,8	-2,4	-5,7	-9,5	-7,6	-0,4
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,90	1,86	1,82	1,66	1,49	1,23	0,99	-0,5	-0,6	-1,1	-0,5	-1,9	-4,1
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,69	1,34	1,27	1,28	1,25	1,17	1,00	0,77	-0,6	-2,1	-2,9	-0,5	-0,8	-4,1
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,60	1,52	1,52	1,49	1,37	1,19	1,02	0,73	0,9	0,3	-1,2	-0,2	-2,2	-4,8
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,30	1,14	1,05	0,96	0,89	0,86	0,75	0,49	0,19	-3,3	-0,7	-2,1	-1,6	-1,7	-12,9
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,75	2,71	2,66	2,41	2,15	1,81	1,59	0,0	-0,2	-0,5	-0,3	-2,1	-2,9
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																	
Ισχύς Παραγωγής σε MW																	
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	8261	14394	18176	23858	27299	31644	33188	33508		4,5	12,4	5,2	2,9	0,6	
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3530	4048	4394	4614	4673	4863	4973	5029		1,0	3,3	1,3	0,5	0,3	
Αιολικά	491	1348	3576	7856	9371	10946	12760	16060	17305	17510		19,6	19,3	3,4	3,9	0,9	
Ηλιακά	1	206	1154	2489	4411	8298	9866	10720	10910	10970				28,3	12,8	2,6	0,2
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12556	11976	12859	13815	14177	14385	14972	15653		3,3	1,3	1,4	0,4	0,8	
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	183	212	266	357	477	640	957	880		9,1	-3,7	5,4	6,0	3,2	
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	1817	1222	881	881	881	881		0,6	-2,4	-10,5	-3,2	0,0	
Αέρια	1823	2988	5740	5547	7593	8971	9553	9553	9612	9857		11,0	6,4	4,9	0,6	0,3	
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2645	2328	2641	2630	2411	2396	2396	2117		2,8	-1,6	1,2	-0,9	-1,2	
Βιομάζα και Ατθβλητα	59	86	212	310	724	846	1130	1260	1708	2355		12,0	13,7	10,5	4,1	6,5	
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Γεωθερμία	0	0	15	65	84	145	201	295	373	442				8,4	7,3	4,1	
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,7	30,6	29,0	27,3	24,8	24,4	22,8	23,1	23,9							
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																	
Αποδοτικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	42,0	41,1	42,6	45,2	43,4	37,5	37,2	36,9							
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,8	1,8	2,2	2,3	3,0	4,1	4,3	4,3							
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	29,9	46,6	56,7	65,8	73,2	82,4	82,2	82,9							
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	29,9	46,6	56,7	65,8	73,2	82,4	82,2	82,9							
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																	
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	16,2	23,8	25,8	29,3	35,9	45,4	52,7	61,6							
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,0	9,1	12,1	16,4	31,9	46,8	56,9	64,2							
Τομέας Μεταφορών																	
Επιβατικές Μεταφορές (Grtm)																	
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,3	23,1	24,2	24,8	25,4	26,1	27,2	28,5	2,0	0,1	0,6	0,7	0,5	0,9
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	106,1	114,8	118,2	120,9	122,2	122,7	121,8	118,8	5,9	3,9	1,6	0,5	0,2	-0,3
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,7	4,6	6,5	7,2	7,8	8,5	9,4		0,9	0,8	3,4	3,4	1,9	1,8
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	38,8	49,8	59,5	69,3	76,5	83,0	88,4	93,2	3,1	1,3	3,8	3,4	1,8	1,2
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,5	7,9	8,0	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	2,6	-0,2	0,9	0,5	0,2	-0,1
Διανυόμενη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15554	17332	18622	19841	20703	21451	22055	22559	3,4	2,1	1,8	1,4	0,8	0,5
Εμπορευματικές μεταφορές (Grtm)																	
Φορητά	20,8	32,5	26,4	27,8	30,6	34,2	37,9	41,0	43,9	45,5	45,5	3,4	-0,9	1,5	2,2	1,5	0,4
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,3	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	-3,5	6,3	2,5	5,2	2,5	2,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	12,0	14,2	16,6	19,0	21,2	22,8	23,7	23,6	2,8	1,7	3,2	2,9	1,9	0,3
Εμπ ορευματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	186	187	190	189	184	173	157	0,8	-2,6	0,2	0,3	-0,4	-1,5
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)																	
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	219	210	202	189	173	161	127	116	1,7	-0,3	-0,5	-1,0	-1,6	-3,2
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3584	3447	3251	3070	2477	2084	1899	1762	5,1	3,0	-0,6	-1,2	-3,8	-1,7
Φορητά	2066	2517	2053	2158	2290	2454	2617	2649	2636	2479	2313	1,4	-1,5	1,1	1,3	0,1	-1,3
Σιδηρόδρομος	75	58	69	72	84	103	108	53	53	51	49	-2,2	1,4	2,0	2,5	-6,8	-0,8
Αεροπορία	1264	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	0,5	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	700	759	803	848	873	883	875	817	-1,4	2,9	1,4	1,1	0,4	-0,8
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																	
Επιβατικές μεταφορές (toe/Mtkm)	41,7	35,0	34,4	32,2	29,4	27,2	25,5	22,5	20,5	17,2	16,5	-1,4	-0,5	-1,6	-1,4	-2,1	-2,1
Εμπ ορευματικές μεταφορές (toe/Mtkm)	79,8	63,2	60,7	59,5	56,5	53,8	51,4	47,0	43,9	40,1	37,4	-1,8	-0,9	-0,7	-0,9	-1,6	-1,6

Πηγή: PRIMES

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7815	7512	7647	7614	7655	7310	6678	6118	5403	0,2	-0,2	0,0	-1,4	-2,1
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5337	5490	6403	7021	7533	8120	8499	9064	9544	1,5	1,8	1,6	1,2	1,2
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6436	6568	6752	6967	6887	7118	7136	7084	1,2	0,4	0,6	0,2	0,0
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20919	20999	22261	22867	23466	22684	21490	19970	18753	0,8	0,6	0,5	-0,9	-1,4
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 0,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-130	-316	-449	-584	-771	-972	-585	-743					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20919	20869	21945	22418	22882	21913	20518	19385	18010	0,9	0,5	0,4	-1,1	-1,3
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τορών στην βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 0,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1013	1485	1820	1624	1503	1504	1553	1690	1881	-0,3	6,0	-1,9	0,3	1,9
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1632	2923	3720	4734	5612	6644	7004	7390	9,3	14,0	4,9	3,4	1,1
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	260	599	817	1140	2194	3335	4057	4550	58,6	15,8	6,6	11,3	3,2
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1940	3371	5220	5792	6714	7873	9321	10219	11089	3,5	10,4	2,5	3,3	1,8
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,8	23,8	21,3	19,6	20,6	23,3	27,6	34,8					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	29,7	45,7	53,0	62,8	69,1	78,2	77,3	77,4					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,0	9,1	12,1	16,4	31,9	46,8	56,9	64,2					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	16,2	23,8	25,8	29,3	35,9	45,4	52,7	61,6					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης: 2) πετρελαίου κίνησης: 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με CCS											ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)						
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Ετήσια Μεταβολή %					
												'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	9013	8370	9988	11054	11636	12157	12599	14976	17109	0,9	-1,0	1,0	1,5	0,8	3,1
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6834	4984	4695	5397	5396	5622	5621	6934	8747	1,5	-1,8	-3,7	1,4	0,4	4,5
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9			
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0				
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2077	3326	5253	5657	6239	6536	6978	8042	8362	2,9	3,5	9,7	1,7	1,1	1,8
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	478	553	561	566	571	573	573	574	7,6	6,9	-1,1	0,2	0,1	0,0
Βιομάζα και Απ'όβλητα	893	1015	1022	1412	1809	1548	1558	1519	1833	2941	3220	1,2	0,1	5,9	-1,5	1,6	5,8
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1672	1935	2138	2397	2504	2451	2385	74,7	21,1	20,3	2,5	1,6	-0,5
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	542	727	994	1175	1247	1261	1249	1306	5,8	5,6	15,6	4,9	0,7	0,3
	3	1	1	115	492	619	802	803	807	829	878	-4,7	-1,6	80,2	5,0	0,1	0,8
Καθαρές Βασαγωγές	15473	23448	22616	21813	21749	22133	22749	21414	19766	16599	14102	3,6	0,2	-0,4	0,5	-1,4	-3,3
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	166	199	200	199	171	139	47	4	-2,5	-13,2	0,6	0,0	-3,5	-30,3
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19373	17542	16777	15781	15125	12890	10937	8400	6727	3,1	-0,1	-1,4	-1,0	-3,2	-4,7
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	18331	17660	16770	16176	14120	12280	9810	8122	3,3	-0,3	-1,2	-0,9	-2,7	-4,0
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-558	-789	-883	-989	-1051	-1230	-1342	-1410	-1395						
Φυσικό Αέριο	0	2332	2607	3535	4012	5435	6716	7295	7236	6762	5449		4,4	4,4	5,3	0,7	-2,8
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	31	134	354	280	344	655	944	799	1347			27,7	-0,3	10,6	3,6
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29136	27649	29052	30412	31577	30778	29631	28911	28643	2,4	0,3	0,0	0,8	-0,6	-0,3
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7021	5150	4894	5597	5596	5793	5760	6981	8750	1,1	-2,5	-3,5	1,3	0,3	4,3
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16962	15067	14132	13006	12341	10238	8571	6424	5006	2,1	0,6	-1,8	-1,3	-3,6	-5,2
Φυσικό Αέριο	138	2354	2627	3535	4012	5435	6716	7295	7236	6762	5449	28,6	4,4	4,3	5,3	0,7	-2,8
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2107	3460	5606	5937	6559	7049	7555	8153	8863	2,9	3,7	10,3	1,6	1,4	1,6
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																	
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	18,6	16,8	18,4	17,7	18,8	19,4	24,1	30,5						
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,5	48,6	42,8	39,1	33,3	28,9	22,2	17,5						
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	12,8	13,8	17,9	21,3	23,7	24,4	23,4	19,0						
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,5	19,3	19,5	20,8	22,9	25,5	28,2	30,9						
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57197	58756	70157	84692	91838	98641	100742	107742	116395	4,4	0,7	2,1	2,7	0,9	1,5
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16412	29156	34968	39494	43429	44696	43977	44331	8,9	9,8	10,7	3,1	1,2	-0,1
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46686	42345	41001	49725	52344	55212	56046	63765	72065	4,1	-0,5	-1,3	2,5	0,7	2,5
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10539	8673	8637	9513	10281	10643	10837	12188	13646	3,1	-1,0	-2,0	1,8	0,5	2,3
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6785	4950	4693	5396	5395	5621	5621	6934	8747	1,8	-1,9	-3,6	1,4	0,4	4,5
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστηρίου)	1711	2055	2180	1183	884	338	258	116	50	29	15	2,1	0,3	-8,6	-11,6	-15,2	-11,4
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2094	2104	2738	3246	3538	3776	3598	3088	53,1	1,8	3,2	4,4	1,5	-2,0
Βιομάζα και Απ'όβλητα	0	52	37	333	466	423	581	567	590	827	996			-5,3	28,9	2,2	0,2
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	617	800	800	800	800	800				5,0	0,0	0,0
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20438	18832	18259	17275	16682	14933	13522	11552	10528	3,0	-1,0	-1,1	-0,9	-2,1	-2,5
Διυλιστήρια	16670	21510	20266	18543	17775	16824	16217	14149	12294	9819	8128	3,0	-1,0	-1,3	-0,9	-2,7	-4,1
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	255	479	450	464	783	1227	1733	2400				13,4	-0,3	10,2
Τηλεθέρμανση	0	0	32	31	4	0	0	0	0	0	0				-19,4		
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	0	0	0	-8,8	-19,8	-5,1	-8,4	-8,4	
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1446	1428	1982	1875	1754	1710	1836	1968	2,7	0,0	-0,8	2,8	-0,9	1,4
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	542	579	603	628	621	608	590	573	0,7	-1,7	-0,4	0,8	-0,3	-0,6
Τελική Ζήτηση Ενέργειας	14541	20800	20102	20196	21380	21950	22587	21797	20556	19024	17871	2,5	0,8	0,6	0,6	-0,9	-1,4
ανά τομέα																	
Βιομηχανία	3945	4143	3341	2992	2977	2968	2973	2818	2714	2632	2566	1,2	-2,8	-1,1	0,0	-0,9	-0,6
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1806	1781	1766	1769	1695	1630	1567	1515	0,7	-2,6	-1,6	-0,1	-0,8	-0,7
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1187	1196	1202	1205	1123	1083	1066	1051	2,0	-3,2	-0,4	0,1	-1,1	-0,3
Οικιακός	3057	5489	5696	5697	6180	6406	6638	6565	6191	5810	5257	3,9	2,4	0,8	0,7	-0,7	-1,6
Τριτογενής	1718	3083	3127	3345	3741	3902	4111	4018	3536	3337	3092	3,5	2,6	1,8	0,9	-1,5	-1,3
Μεταφορές	5821	8085	7938	8162	8482	8673	8864	8395	8115	7245	6956	2,2	1,0	0,7	0,4	-0,9	-1,5
ανά καύσιμο																	
Στερεά Καύσιμα	1053	446	235	199	200	201	200	172	139	47	4	-1,7	-12,5	-1,6	0,0	-3,5	-30,3
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13313	12641	12244	11802	11329	9653	8112	6021	4640	2,3	0,5	-0,8	-0,8	-3,3	-5,4
Αέρια Καύσιμα	15	585	860	1144	1356	2010	2666	2782	2547	2381	1708	33,0	12,8	4,7	7,0	-0,5	-3,9
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4369	4542	5376	5922	6547	7010	6958	6993	6902	4,2	1,6	2,1	2,0	0,6	-0,1
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) ^(Α)	0	49	192	99	63	56	65	152	177	229	280			21,2	-10,5	0,2	10,6
Άλλα	952	1066	1135	1572	2140	1889	1781	2029	2622	3353	4337	0,9	0,8	6,5	-1,8	3,9	5,2
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	9															

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με CCS	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Ετήσια Μεταβολή %																	
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος																	
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δισ. €05)	127,6	197,6	206,6	214,2	247,1	278,4	307,4	339,4	374,7	413,7	456,8	2,3	2,5	1,8	2,2	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€05)	175,0	158,6	141,0	129,1	117,6	109,2	102,7	90,7	79,1	69,9	62,7	0,0	-0,2	-1,8	-1,3	-0,6	-2,3
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,41	2,51	2,63	2,73	2,66	2,56	2,51	2,50	1,6	0,0	-0,2	0,8	-0,6	-0,2
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5059	5120	6071	7317	7935	8522	8709	9344	10170	3,6	0,3	1,8	2,7	0,9	1,6
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,64	2,42	1,67	1,63	1,52	1,40	1,17	0,93	-0,1	-0,8	-1,8	-3,8	-1,5	-4,0
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,37	6,08	4,38	4,46	4,04	3,60	2,94	2,32	1,5	-0,9	-2,0	-3,0	-2,1	-4,3
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€05)	557,0	484,5	408,3	341,1	284,2	182,0	167,8	137,6	111,0	81,9	58,2	-0,1	-3,0	-3,6	-5,1	-4,0	-6,2
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,5	72,3	68,5	66,7	66,2	63,8	61,1	52,6	45,2						
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																	
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,3	57,2	53,9	51,2	46,0	41,4	37,5	34,3	1,7	-3,5	-2,0	-1,1	-2,1	-1,9
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,6	99,4	94,8	87,2	81,8	73,3	62,6	53,2	43,6	2,3	0,2	-0,7	-1,5	-2,6	-3,6
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	98,7	95,0	87,1	82,8	72,7	57,6	48,9	40,8	0,1	-0,3	-0,2	-1,4	-3,6	-3,4
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	102,2	85,7	85,0	76,6	69,5	64,3	55,2	39,1	34,0		-0,2	-1,5	-1,1	-1,7	-2,8	-3,5
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																	
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,48	0,38	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,06	-1,8	-2,4	-5,2	-13,3	-0,4	-3,4
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,90	1,86	1,81	1,66	1,50	1,26	1,01	-0,5	-0,6	-1,1	-0,5	-1,9	-3,9
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,69	1,34	1,28	1,27	1,25	1,16	0,99	0,77	-0,6	-2,1	-2,9	-0,5	-0,9	-4,0
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,60	1,51	1,53	1,50	1,38	1,23	1,05	0,76	0,9	0,3	-1,2	-0,1	-2,0	-4,8
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,30	1,14	1,05	0,95	0,88	0,84	0,78	0,62	0,30	-3,3	-0,7	-2,2	-1,7	-1,2	-8,9
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,75	2,71	2,66	2,40	2,14	1,81	1,59	0,0	-0,2	-0,5	-0,3	-2,1	-2,9
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																	
Ισχύς Παραγωγής σε MW																	
Πυρηνική Ενέργεια	12126	15060	20817	25897	29598	33207	35113	35213	35641	36597		3,6	5,6	2,5	0,6	0,4	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
ΗΥ (χωρίς άντληση)	3206	4488	8261	13918	16257	18319	19524	19638	19094	19419		4,5	12,0	2,8	0,7	-0,1	
Αιολικά	2714	2934	3530	4048	4103	4138	4138	4138	4138	4138		1,0	3,3	0,2	0,0	0,0	
Ηλιακά	491	1348	3576	7381	8648	9652	10625	10979	10556	10156		19,6	18,5	2,7	1,3	-0,8	
Άλλες ΑΠΕ	1	206	1154	2489	3505	4529	4761	4521	4401	5125			28,3	6,2	0,0	1,3	
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12556	11979	13341	14887	15590	15575	16547	17177		3,3	1,3	2,2	0,5	1,0	
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	184	212	270	296	353	357	482	538		9,1	-3,7	3,4	1,9	4,2	
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	2561	2561	2688	2688	3473	4562					0,5	5,4	
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	4378	3783	3569	3569	4354	5444		0,6	-2,4	0,2	-0,6	4,3	
Αέρια	1823	2988	5740	5547	5805	7865	8971	8971	8971	8713		11,0	6,4	3,6	1,3	-0,3	
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2645	2332	2644	2633	2422	2408	2408	2030		2,8	-1,6	1,2	-0,9	-1,7	
Βιομάζα και Απ όβλητα	59	86	213	311	432	500	520	520	708	884		12,0	13,7	4,9	0,4	5,4	
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Γεωθερμία	0	0	15	65	82	106	106	106	106	106				5,0	0,0	0,0	
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,7	30,6	29,6	28,9	28,6	29,4	30,1	31,4	32,5							
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																	
Αποδοτικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	42,0	40,8	45,0	43,8	44,6	44,5	45,0	45,4							
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,8	1,8	1,8	1,9	2,2	2,2	2,2	2,6	3,1						
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7	28,8	27,5	26,5	31,9	38,7							
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	29,9	44,7	44,2	46,7	47,3	47,7	45,1	42,9							
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	29,9	44,7	44,2	46,7	47,3	47,7	45,1	42,9							
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																	
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	16,2	23,3	22,9	23,8	27,2	31,5	35,6	41,1							
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,0	9,1	11,1	13,9	25,8	36,6	45,1	51,5							
Τομέας Μεταφορών																	
Επιβατικές Μεταφορές (Ggrkm)																	
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,3	23,1	24,2	24,8	25,4	26,1	27,2	28,5	2,0	0,1	0,6	0,7	0,5	0,9
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	106,1	114,8	118,2	120,9	122,3	122,9	121,9	118,9	5,9	3,9	1,6	0,5	0,2	-0,3
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,7	4,6	5,6	6,5	7,2	7,8	8,5	9,4	0,9	0,8	3,4	3,4	1,9	1,8
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	38,8	49,8	59,5	69,3	76,5	83,0	88,4	93,2	3,1	1,3	3,8	3,4	1,8	1,2
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,5	7,9	8,0	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	2,6	-0,2	0,9	0,5	0,2	-0,1
Διανυόμενη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15553	17331	18624	19844	20709	21462	22059	22561	3,4	2,1	1,8	1,4	0,8	0,5
Εμπορευματικές μεταφορές (Gtkm)																	
Φορητά	28,0	43,2	37,6	40,6	45,9	52,2	58,6	64,1	68,9	71,6	71,8	3,1	-0,2	2,0	2,5	1,6	0,4
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,3	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	-3,5	6,3	2,5	5,2	2,5	2,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	12,0	14,2	16,6	19,0	21,2	22,8	23,7	23,6	2,8	1,7	3,2	2,9	1,9	0,3
Εμπ ορευματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	186	187	190	189	184	173	157	0,8	-2,6	0,2	0,3	-0,4	-1,5
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)																	
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	219	210	202	189	173	161	127	116	1,7	-0,3	-0,5	-1,0	-1,6	-3,2
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3584	3447	3250	3068	2474	2081	1895	1759	5,1	3,0	-0,6	-1,2	-3,8	-1,7
Φορητά	2066	2517	2053	2158	2290	2454	2617	2649	2636	2479	2313	1,4	-1,5	1,1	1,3	0,1	-1,3
Σιδηρόδρομος	75	58	69	72	84	103	108	53	53	51	49	-2,2	1,4	2,0	2,5	-6,8	-0,8
Αεροπορία	1264	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	0,5	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	700	759	803	848	873	883	875	817	-1,4	2,9	1,4	1,1	0,4	-0,8
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																	
Επιβατικές μεταφορές (toe/Mgrkm)	41,7	35,0	34,4	32,2	29,4	27,2	25,5	22,4	20,5	17,2	16,5	-1,4	-0,5	-1,6	-1,4	-2,2	-2,1
Εμπ ορευματικές μεταφορές (toe/Mtkm)	79,8	63,2	60,7	59,5	56,5	53,8	51,4	47,0	43,9	40,1	37,4	-1,8	-0,9	-0,7	-0,9	-1,6	-1,6

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με CCS											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7814	7511	7643	7582	7625	7268	6662	6142	5467	0,2	-0,2	0,0	-1,3	-2,0
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5338	5489	6441	7720	8263	8886	9173	9856	10584	1,5	1,9	2,5	1,0	1,4
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6436	6565	6708	6857	6598	6571	6463	6315	1,2	0,4	0,4	-0,4	-0,4
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20919	20998	22294	23530	24157	23392	22127	20763	19827	0,8	0,6	0,8	-0,9	-1,1
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 0,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-130	-313	-408	-542	-728	-933	-536	-676					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20919	20868	21981	23122	23615	22665	21194	20228	19150	0,9	0,5	0,7	-1,1	-1,0
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τρωτώντων στη βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντίλες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 0,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1013	1485	1819	1586	1454	1419	1454	1522	1781	-0,3	6,0	-2,2	0,0	2,0
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1632	2816	3252	3686	3989	4111	4159	4283	9,3	13,5	2,7	1,1	0,4
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	260	594	744	955	1702	2406	2918	3252	58,6	15,7	4,9	9,7	3,1
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1940	3371	5113	5286	5616	6163	6685	7200	7875	3,5	10,2	0,9	1,8	1,7
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,8	23,8	20,9	19,1	19,5	21,8	24,8	32,6					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	29,7	43,7	42,1	44,6	44,9	44,8	42,2	40,5					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,0	9,1	11,1	13,9	25,8	36,6	45,1	51,5					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	16,2	23,3	22,9	23,8	27,2	31,5	35,6	41,1					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης 2) πετρελαίου κίνησης 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με Πυρηνικά												ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)						
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Ετήσια Μεταβολή %						
												'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50	
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	9009	8370	9956	10252	8786	8910	9382	12207	13221	0,9	-1,0	1,0	-1,2	0,7	3,5	
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6829	4984	4663	4566	1509	1	0	0	0	1,5	-1,8	-3,7	-10,7	-56,8		
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9				
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0					
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	891	1991	1991	3854	4616					8,4	8,8	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2077	3326	5253	5696	6387	6918	7390	8352	8605	2,9	3,5	9,7	2,0	1,5	1,5	
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	478	553	578	583	588	590	589	591	7,6	6,9	-1,1	0,5	0,1	0,0	
Βιομάζα και Απόβλητα	893	1015	1023	1412	1809	1558	1564	1648	1943	2940	3251	1,2	0,1	5,9	-1,4	2,2	5,3	
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1672	1935	2193	2469	2604	2577	2457	74,7	21,1	20,3	2,7	1,7	-0,6	
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	542	727	997	1221	1385	1422	1392	1404	5,8	5,6	15,6	5,3	1,5	-0,1	
	3	1	1	115	492	629	827	827	831	853	902	-4,7	-1,6	80,2	5,3	0,1	0,8	
Καθαρές Βασαγωγές	15473	23448	22616	21814	21748	22136	23725	22658	20937	17528	15809	3,6	0,2	-0,4	0,9	-1,2	-2,8	
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	166	199	200	199	172	139	47	4	-2,5	-13,2	0,6	0,0	-3,5	-30,4	
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19373	17542	16776	15781	15124	12890	10937	8399	6727	3,1	-0,1	-1,4	-1,0	-3,2	-4,7	
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	18332	17659	16770	16176	14120	12280	9810	8121	3,3	-0,3	-1,2	-0,9	-2,7	-4,1	
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-557	-789	-883	-989	-1051	-1230	-1342	-1410	-1395							
Φυσικό Αέριο	0	2332	2607	3536	4012	5436	7692	8482	8351	7692	7144		4,4	4,4	6,7	0,8	-1,5	
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	31	134	354	282	345	711	1001	799	1360			27,7	-0,2	11,2	3,1	
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29132	27649	29019	29613	29703	28775	27585	27070	26464	2,4	0,3	0,0	0,2	-0,7	-0,4	
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7016	5150	4862	4756	1708	172	140	47	4	1,1	-2,5	-3,6	-9,9	-22,2	-30,4	
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16963	15067	14131	13006	12341	10239	8571	6423	5006	2,1	0,6	-1,8	-1,3	-3,6	-5,2	
Φυσικό Αέριο	138	2354	2628	3536	4012	5436	7692	8482	8351	7692	7144	28,6	4,4	4,3	6,7	0,8	-1,5	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	891	1991	1991	3854	4616					8,4	8,8	
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	437	365	403	509	590	574			-0,3	-1,1	3,4	1,2	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2108	3460	5606	5978	6708	7487	8024	8463	9119	2,9	3,7	10,3	1,8	1,8	1,3	
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																		
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	18,6	16,8	16,1	5,7	0,6	0,5	0,2	0,0							
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,5	48,7	43,9	41,5	35,6	31,1	23,7	18,9							
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	12,8	13,8	18,4	25,9	29,5	30,3	28,4	27,0							
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,9	7,2	14,2	17,4							
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,5	19,3	20,2	22,6	26,0	29,1	31,3	34,5							
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57175	58753	70019	77739	85217	92218	94802	100407	106635	4,4	0,7	2,0	2,0	1,1	1,2	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	3883	8748	8748	17154	20616					8,5	9,0	
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16412	29156	35192	40862	46080	47926	47304	46507	8,9	9,8	10,7	3,4	1,6	-0,3	
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46664	42342	40863	42547	40472	37390	38127	39590	39512	4,1	-0,5	-1,3	-0,1	-0,6	0,4	
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10533	8672	8604	8692	7411	6409	6515	6203	6651	3,1	-1,0	-2,0	-1,5	-1,3	0,2	
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6780	4950	4661	4555	1508	0	0	0	0	1,8	-1,9	-3,7	-10,7			
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διαλυτηρίου)	1711	2055	2179	1183	883	337	258	118	51	30	16	2,1	0,3	-8,6	-11,6	-14,9	-11,2	
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2094	2104	2738	4211	4713	4882	4522	4769	53,1	1,8	3,2	7,2	1,5	-0,2	
Βιομάζα και Απόβλητα	0	52	37	332	466	435	609	752	757	827	1042		-5,3	28,9	2,7	2,2	3,2	
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	627	825	825	825	825	825				5,4	0,0	0,0	
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20438	18833	18258	17275	16682	14933	13520	11549	10526	3,0	-1,0	-1,1	-0,9	-2,1	-2,5	
Διαλυτήρια	16670	21510	20266	18543	17774	16824	16217	14150	12294	9818	8128	3,0	-1,0	-1,3	-0,9	-2,7	-4,1	
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	255	479	450	464	782	1226	1730	2398				13,4	-0,3	10,2	6,9
Τηλεθέρμανση	0	0	32	32	4	0	0	0	0	0	0					-19,5		
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	0	0	0	-8,8	-19,8	-5,1	-8,4	-8,4		
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1446	1427	1404	1322	1206	1192	1188	1136	2,7	0,0	-0,8	-0,8	-1,0	-0,5	
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	542	579	603	628	621	608	591	573	0,7	-1,7	-0,4	0,8	-0,3	-0,6	
Τελική Ζήτηση Ενέργειας	14541	20800	20102	20197	21371	21934	22576	21802	20566	19040	17874	2,5	0,8	0,6	0,5	-0,9	-1,4	
ανά τομέα																		
Βιομηχανία	3945	4143	3341	2990	2976	2967	2967	2822	2716	2631	2561	1,2	-2,8	-1,2	0,0	-0,9	-0,6	
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1802	1779	1764	1765	1698	1632	1565	1510	0,7	-2,6	-1,6	-0,1	-0,8	-0,8	
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1188	1197	1202	1202	1124	1084	1067	1051	2,0	-3,2	-0,4	0,0	-1,0	-0,3	
Οικιακός	3057	5489	5696	5693	6169	6393	6625	6554	6186	5811	5255	3,9	2,4	0,8	0,7	-0,7	-1,6	
Τριτογενής	1718	3083	3127	3352	3744	3902	4119	4032	3550	3353	3103	3,5	2,6	1,8	1,0	-1,5	-1,3	
Μεταφορές	5821	8085	7938	8162	8482	8673	8864	8395	8114	7244	6954	2,2	1,0	0,7	0,4	-0,9	-1,5	
ανά καύσιμο																		
Στερεά Καύσιμα	1053	446	235	199	200	201	200	172	139	47	4	-1,7	-12,5	-1,6	0,0	-3,5	-30,4	
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13313	12641	12245	11803	11329	9651	8111	6019	4639	2,3	0,5	-0,8	-0,8	-3,3	-5,4	
Αέρια Καύσιμα	15	585	860	1145	1356	2011	2664	2780	2543	2377	1707	33,0	12,8	4,7	7,0	-0,5	-3,9	
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4367	4542	5367	5974	6541	7017	6974	7017	6910	4,2	1,6	2,1	2,0	0,6	-0,1	
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) (A)	0	49	192	99	63	57	82	152	177	230	279			21,2	-10,5	2,7	8,0	
Άλλα	952	1066	1135	1571	2140	1890	1760	2029	2621	3351	4334	0,9	0,8	6,5	-1,9	4,1	5,2	
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	95,8																

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με Πυρηνικά	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος	Ετήσια Μεταβολή %																
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δισ. €05)	127,6	197,6	206,6	214,2	247,1	278,4	307,4	339,4	374,7	413,7	456,8	2,3	2,5	1,8	2,2	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€05)	175,0	158,6	141,0	129,1	117,5	106,4	96,6	84,8	73,6	65,4	57,9	0,0	-2,2	-1,8	-1,9	-2,7	-2,4
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,41	2,51	2,56	2,57	2,49	2,38	2,35	2,31	1,6	0,0	-0,3	0,2	-0,7	-0,3
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5057	5120	6059	6716	7363	7967	8196	8708	9317	3,6	0,3	1,8	2,0	1,1	1,3
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,64	2,41	2,35	2,02	1,72	1,60	1,33	1,15	-0,1	-0,8	-1,8	-1,8	-2,3	-3,3
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,37	6,06	6,00	5,19	4,27	3,81	3,11	2,65	1,5	-0,9	-2,0	-1,6	-3,0	-3,6
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€05)	557,0	484,5	408,2	341,1	283,6	249,5	195,2	145,5	117,7	86,8	66,5	-0,1	-3,0	-3,6	-3,7	-4,9	-5,5
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,5	72,3	68,6	68,3	73,0	71,8	69,1	58,9	54,5						
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																	
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,3	57,2	53,9	51,1	46,1	41,4	37,5	34,2	1,7	-3,5	-2,0	-1,1	-2,1	-1,9
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,6	99,3	94,6	87,0	81,7	73,2	62,6	53,2	43,6	2,3	0,2	-0,7	-1,5	-2,6	-3,5
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	99,0	95,1	87,1	82,9	72,9	57,8	49,1	40,9	0,1	-0,3	-0,2	-1,4	-3,5	-3,4
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	91,2	85,7	85,0	76,6	69,5	64,3	55,2	48,3	39,1	34,0	-0,2	-1,5	-1,1	-1,7	-2,8	-3,5
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																	
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,48	0,38	0,33	0,19	0,12	0,12	0,10	0,10	-1,8	-2,4	-5,2	-6,4	-4,8	-1,5
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,90	1,86	1,81	1,66	1,50	1,25	1,00	-0,5	-0,6	-1,1	-0,5	-1,9	-3,9
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,69	1,34	1,28	1,28	1,25	1,16	0,99	0,77	-0,6	-2,1	-2,9	-0,5	-1,0	-4,0
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,60	1,51	1,53	1,50	1,39	1,23	1,05	0,76	0,9	0,3	-1,2	-0,1	-2,0	-4,8
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,30	1,14	1,05	0,95	0,88	0,84	0,77	0,61	0,30	-3,3	-0,7	-2,2	-1,8	-1,3	-8,9
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,75	2,71	2,66	2,40	2,14	1,81	1,59	0,0	-0,2	-0,5	-0,3	-2,1	-2,9
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																	
Ισχύς Παραγωγής σε MW	12126	15060	20817	25896	29820	33951	36558	36913	37401	37529		3,6	5,6	2,7	0,8	0,2	
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	448	1010	1010	1980	2379					8,5	9,0
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	8261	13918	16559	19176	21140	21509	21011	20726		4,5	12,0	3,3	1,2	-0,4	
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3530	4048	4394	4429	4429	4429	4429	4429		1,0	3,3	0,9	0,0	0,0	
Αιολικά	491	1348	3576	7381	8648	9912	10939	11402	11125	10470		19,6	18,5	3,0	1,4	-0,8	
Ηλιακά	1	206	1154	2489	3516	4835	5771	5678	5457	5827			28,3	6,9	1,6	0,3	
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12556	11978	13260	14326	14409	14394	14410	14424		3,3	1,3	1,8	0,0	0,0	
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	183	212	271	305	362	384	416	600		9,1	-3,7	3,7	2,3	4,6	
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	2514	1920	1578	1578	1578	1578		0,6	-2,4	-6,4	-1,9	0,0	
Αέρια	1823	2988	5740	5547	7586	9095	9621	9621	9621	9753		11,0	6,4	5,1	0,6	0,1	
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2645	2330	2643	2632	2412	2397	2397	2020		2,8	-1,6	1,2	-0,9	-1,7	
Βιομάζα και Ατ θάβητα	59	86	212	311	434	570	688	688	704	963		12,0	13,7	6,3	1,9	3,4	
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Γεωθερμία	0	0	15	65	83	109	109	109	109	109				5,4	0,0	0,0	
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,7	30,6	29,6	28,6	27,9	28,3	28,8	30,0	31,7							
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																	
Αποδοτικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	42,0	40,8	42,1	47,0	50,2	50,3	49,8	51,1							
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,8	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4							
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	29,9	44,8	48,5	56,8	64,2	64,4	68,8	68,5							
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	9,5	9,2	17,1							
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	29,9	44,8	48,5	52,2	54,7	55,1	51,7	49,2							
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																	
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	16,2	23,3	23,7	25,1	29,4	34,1	38,3	44,3							
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,0	9,1	11,5	14,7	27,7	38,9	47,4	53,7							
Τομέας Μεταφορών																	
Επιβατικές Μεταφορές (Grtm)	85,8	152,9	164,3	178,5	200,3	215,6	229,7	239,7	248,3	254,4	258,2	4,1	2,5	2,0	1,4	0,8	0,4
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,3	23,1	24,2	24,8	25,4	26,1	27,2	28,5	2,0	0,1	0,6	0,7	0,5	0,9
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	106,1	114,8	118,2	120,9	122,3	122,9	121,9	118,8	5,9	3,9	1,6	0,5	0,2	-0,3
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,7	4,6	5,6	6,5	7,2	7,8	8,6	9,4	0,9	0,8	3,4	3,4	1,9	1,8
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	38,8	49,8	59,5	69,3	76,5	83,0	88,4	93,2	3,1	1,3	3,8	3,4	1,8	1,2
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,5	7,9	8,0	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	2,6	-0,2	0,9	0,5	0,2	-0,1
Διανυόμενη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15554	17331	18623	19846	20712	21466	22064	22556	3,4	2,1	1,8	1,4	0,8	0,5
Εμπορευματικές μεταφορές (Grtm)	28,0	43,2	37,6	40,6	45,9	52,2	58,6	64,1	68,9	71,6	71,8	3,1	-0,2	2,0	2,5	1,6	0,4
Φορητά	20,8	32,5	26,4	27,8	30,6	34,2	37,9	41,0	43,9	45,5	45,5	3,4	-0,9	1,5	2,2	1,5	0,4
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,3	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	-3,5	6,3	2,5	5,2	2,5	2,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	12,0	14,2	16,6	19,0	21,2	22,8	23,7	23,6	2,8	1,7	3,2	2,9	1,9	0,3
Εμπ ορευματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	186	187	190	189	184	173	157	0,8	-2,6	0,2	0,3	-0,4	-1,5
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)	5821	8085	7938	8162	8482	8673	8864	8395	8114	7244	6954	2,2	1,0	0,7	0,4	-0,9	-1,5
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	219	210	202	189	173	160	126	116	1,7	-0,3	-0,5	-1,0	-1,6	-3,2
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3584	3447	3250	3068	2474	2081	1895	1757	5,1	3,0	-0,6	-1,2	-3,8	-1,7
Φορητά	2066	2517	2053	2158	2290	2454	2617	2649	2636	2479	2313	1,4	-1,5	1,1	1,3	0,1	-1,3
Σιδηρόδρομος	75	58	69	72	84	103	108	53	53	51	49	-2,2	1,4	2,0	2,5	-6,8	-0,8
Αεροπορία	1264	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	0,5	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	700	759	803	848	873	883	875	817	-1,4	2,9	1,4	1,1	0,4	-0,8
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																	
Επιβατικές μεταφορές (toe/Mtkm)	41,7	35,0	34,4	32,2													

Σενάριο Χαμηλών Εκπομπών ΑΠΕ με Πυρηνικά											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7816	7513	7643	7584	7621	7267	6660	6138	5463	0,2	-0,2	0,0	-1,3	-2,0
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5336	5489	6429	7123	7693	8334	8662	9225	9745	1,5	1,9	1,8	1,2	1,2
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6436	6565	6725	6891	6683	6688	6582	6434	1,2	0,4	0,5	-0,3	-0,4
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20919	20999	22283	22935	23582	22837	21611	20126	18984	0,8	0,6	0,6	-0,9	-1,3
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 6,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1428	1691	1862	2034	2173	2300	1819	1902	-0,3	2,8	1,9	1,2	-1,9
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-130	-314	-445	-577	-762	-964	-575	-728					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20919	20869	21969	22490	23005	22075	20647	19551	18255	0,9	0,5	0,5	-1,1	-1,2
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τορών στην βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 6,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1013	1485	1819	1587	1451	1419	1455	1523	1779	-0,3	6,0	-2,2	0,0	2,0
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1632	2816	3295	3839	4312	4475	4448	4496	9,3	13,5	3,1	1,5	0,0
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	260	595	773	1012	1849	2605	3120	3454	58,6	15,7	5,5	9,9	2,9
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1940	3371	5113	5330	5766	6486	7049	7489	8087	3,5	10,2	1,2	2,0	1,4
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,8	23,8	20,9	19,0	19,5	21,8	24,8	32,6					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	29,7	43,8	46,3	49,9	51,7	51,7	48,2	46,1					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,0	9,1	11,5	14,7	27,7	38,9	47,4	53,7					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	16,2	23,3	23,7	25,1	29,4	34,1	38,3	44,3					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης: 2) πετρελαίου κίνησης: 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Αναφοράς με Χαμηλότερη Ανάπτυξη											ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)							
ktoe	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50	
												Ετήσια Μεταβολή %						
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	8964	8081	9363	9819	9091	7692	7663	7294	7521	0,9	-1,1	0,4	-0,3	-1,7	-0,2	
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6828	4865	4696	5110	3446	1461	1221	829	1017	1,5	-1,8	-3,7	-3,0	-9,9	-1,8	
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9				
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0					
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2034	3156	4626	4709	5646	6230	6442	6465	6504	2,9	3,3	8,6	2,0	1,3	0,1	
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	472	547	555	561	566	568	567	568	7,6	6,9	-1,2	0,2	0,1	0,0	
Βιομάζα και Απόβλητα	893	1015	979	1251	1452	1232	1255	1371	1395	1389	1407	1,2	-0,3	4,0	-1,4	1,1	0,1	
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1421	1669	2076	2335	2399	2399	2399	74,7	21,1	18,4	3,9	1,5	0,0	
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	540	715	763	1080	1285	1406	1436	1456	5,8	5,6	15,4	4,2	2,7	0,4	
	3	1	1	115	492	491	674	674	674	674	674	-4,7	-1,6	80,2	3,2	0,0	0,0	
Καθαρές Βιοαγωγές	15473	23448	22659	21572	21294	22205	23362	24459	25344	26583	27459	3,6	0,3	-0,6	0,9	0,8	0,8	
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	165	200	197	191	190	196	206	218	-2,5	-13,2	0,7	-0,5	0,2	1,1	
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19373	17154	16086	15849	15862	15774	16042	16396	16628	3,1	-0,1	-1,8	-0,1	0,1	0,4	
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	17986	17039	16829	16842	16762	17033	17389	17623	3,3	-0,3	-1,6	-0,1	0,1	0,3	
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-558	-832	-953	-980	-980	-988	-991	-994	-995							
Φυσικό Αέριο	0	2332	2607	3547	4014	5271	6511	7646	8189	9032	9689		4,4	4,4	5,0	2,3	1,7	
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383				-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	74	270	586	491	488	529	537	534	542				23,0	-1,8	1,0	0,1
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29131	27198	28147	29335	29595	29148	29873	30635	31672	2,4	0,3	-0,3	0,5	0,1	0,6	
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7015	5030	4897	5307	3637	1651	1417	1035	1235	1,1	-2,5	-3,5	-2,9	-9,0	-1,4	
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16962	14758	13616	13160	13005	12771	12908	13153	13319	2,1	0,6	-2,2	-0,5	-0,1	0,3	
Φυσικό Αέριο	138	2354	2628	3547	4014	5271	6511	7646	8189	9032	9689	28,6	4,4	4,3	5,0	2,3	1,7	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383				-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2107	3426	5212	5200	6134	6759	6979	6999	7046	2,9	3,7	9,5	1,6	1,3	0,1	
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																		
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	18,5	17,4	18,1	12,3	5,7	4,7	3,4	3,9							
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,3	48,4	44,9	43,9	43,8	43,2	42,9	42,1							
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	13,0	14,3	18,0	22,0	26,2	27,4	29,5	30,6							
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,6	18,5	17,7	20,7	23,2	23,4	22,8	22,2							
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57173	58029	66721	74941	81523	87356	92623	97326	102635	4,4	0,7	1,6	2,0	1,3	1,0	
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16333	26167	30081	38511	43833	45832	45955	46058	8,9	9,8	9,6	3,9	1,8	0,0	
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46662	41696	40555	44859	43012	43522	46791	51371	56578	4,1	-0,5	-1,4	0,6	0,8	1,9	
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10533	8529	8545	9091	8492	7633	7889	8307	9078	3,1	-1,0	-2,1	-0,1	-0,7	1,4	
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6780	4830	4680	5091	3432	1454	1221	829	1017	1,8	-1,9	-3,6	-3,1	-9,8	-1,8	
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστηρίου)	1711	2055	2179	1171	841	399	406	342	336	349	355	2,1	0,3	-9,1	-7,0	-1,9	0,5	
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2094	2104	2738	3473	4440	4882	5627	6166	53,1	1,8	3,2	5,1	3,5	2,4	
Βιομάζα και Απόβλητα	0	52	37	321	431	373	508	725	777	829	868		-5,3	27,9	1,7	4,3	1,1	
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	490	672	672	672	672	672				3,2	0,0	0,0	
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20437	18482	17661	17401	17485	17431	17722	18089	18324	3,0	-1,0	-1,4	-0,1	0,1	0,3	
Διυλιστήρια	16670	21510	20266	18198	17154	16908	16925	16849	17124	17483	17721	3,0	-1,0	-1,7	-0,1	0,1	0,3	
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	251	496	492	559	581	597	606	603				13,8	1,2	0,7	0,1
Τηλεθέρμανση	0	0	31	31	8	0	0	0	0	0	0				-12,7			
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	1	0	0	-8,8	-19,8	-5,1	-8,6	-3,0	-3,4	
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1420	1402	1460	1415	1340	1328	1319	1354	2,7	0,0	-1,0	0,1	-0,6	0,2	
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	539	570	594	621	641	661	684	708	0,7	-1,7	-0,6	0,9	0,6	0,7	
Τελική Ζήτηση Ενέργειας ανά τομέα	14541	20800	20102	19868	20594	21415	22106	22631	23359	24088	24717	2,5	0,8	0,2	0,7	0,6	0,6	
Βιομηχανία	3945	4143	3341	2956	2905	2906	2908	2916	2988	3101	3235	1,2	-2,8	-1,4	0,0	0,3	0,8	
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1792	1755	1747	1745	1745	1760	1794	1845	0,7	-2,6	-1,8	-0,1	0,1	0,5	
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1163	1149	1159	1162	1171	1228	1307	1390	2,0	-3,2	-0,8	0,1	0,6	1,2	
Οικιακός	3057	5489	5696	5626	5891	6110	6366	6433	6506	6534	6463	3,9	2,4	0,3	0,8	0,2	-0,1	
Τριτογενής	1718	3083	3127	3347	3698	3952	4260	4572	4886	5193	5427	3,5	2,6	1,7	1,4	1,4	1,1	
Μεταφορές	5821	8085	7938	7939	8100	8447	8573	8710	8979	9261	9593	2,2	1,0	0,2	0,6	0,5	0,7	
ανά καύσιμο																		
Στερεά Καύσιμα	1053	446	234	199	217	216	205	197	196	206	218	-1,7	-12,5	-0,8	-0,5	-0,5	1,1	
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13313	12365	11804	11885	11755	11811	12005	12237	12449	2,3	0,5	-1,2	0,0	0,2	0,4	
Αέρια Καύσιμα	15	585	860	1155	1356	1855	2280	2203	2225	2290	2326	33,0	12,8	4,7	5,3	-0,2	0,4	
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4367	4493	5120	5692	6145	6669	7146	7558	7910	4,2	1,6	1,6	1,8	1,5	1,0	
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) ^(Α)	0	49	191	99	64	45	80	159	199	251	269			21,2	-10,4	2,3	9,6	
Άλλα	952	1066	1135	1556	2033	1720	1641	1592	1588	1545	1544	0,9	0,8	6,0	-0,1	-0,3	-0,3	
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	95,8	84,3	71,7	68,7	71,8	67,3	61,0	61,6	62,6	65,4	2,3						

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																		
Σενάριο Αναφοράς με Χαμηλότερη Ανάπτυξη																		
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50	
												Ετήσια Μεταβολή %						
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος																		
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δισ. €05)	127,6	197,6	206,6	207,6	229,2	258,3	285,2	314,9	347,7	383,9	423,8	2,3	2,5	1,0	2,2	2,0	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (toe/εκ.€05)	175,0	158,6	141,0	131,0	122,8	113,6	103,8	92,6	85,9	79,8	74,7	0,0	-0,2	-1,4	-1,7	-1,9	-1,7	-1,4
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (toe/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,37	2,44	2,53	2,56	2,52	2,58	2,66	2,77	1,6	0,0	-0,6	0,5	0,1	0,1	0,5
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5056	5057	5774	6474	7044	7547	8007	8441	8967	3,6	0,3	1,3	2,0	1,3	1,1	1,1
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /toe ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,63	2,44	2,45	2,27	2,09	2,06	2,04	2,07	-0,1	-0,8	-1,7	-0,7	-1,0	0,0	0,0
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,24	5,94	6,21	5,81	5,27	5,33	5,43	5,72	1,5	-0,9	-2,2	-0,2	-0,9	0,7	0,7
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€05)	557,0	484,5	408,2	345,2	299,6	278,0	235,8	193,6	177,2	163,2	154,4	-0,1	-3,0	-3,0	-2,4	-2,8	-1,4	-1,4
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,7	72,7	69,5	69,3	72,0	76,1	76,8	78,5	78,5							
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																		
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,7	58,0	54,9	52,1	49,5	47,5	46,1	45,1	1,7	-3,5	-1,9	-1,1	-0,9	-0,5	-0,5
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,6	101,3	97,4	89,6	84,6	77,4	70,9	64,5	57,8	2,3	0,2	-0,4	-1,4	-1,7	-2,0	-2,0
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	102,1	101,7	95,5	92,8	89,5	86,1	82,3	77,4	0,1	-0,3	0,5	-0,9	-0,7	-1,1	-1,1
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	102,1	85,7	85,3	78,8	72,9	67,0	61,7	57,6	53,8	50,5	-0,2	-1,5	-0,8	-1,6	-1,5	-1,3	-1,3
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																		
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,47	0,39	0,38	0,28	0,19	0,18	0,17	0,18	-1,8	-2,4	-4,8	-3,2	-4,3	0,1	0,1
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /toe)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,91	1,90	1,87	1,82	1,79	1,78	1,76	-0,5	-0,6	-1,1	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,67	1,38	1,33	1,35	1,31	1,32	1,34	1,35	-0,6	-2,1	-2,6	-0,2	-0,3	0,2	0,2
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,61	1,54	1,58	1,56	1,50	1,42	1,36	1,29	0,9	0,3	-1,0	0,1	-0,9	-1,0	-1,0
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,31	1,13	1,03	0,93	0,88	0,83	0,80	0,80	0,78	-3,3	-0,7	-2,3	-1,6	-0,9	-0,2	-0,2
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,77	2,78	2,76	2,76	2,76	2,76	2,77	0,0	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																		
Ισχύς Παραγωγής σε MW																		
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	8135	12549	14192	17889	20035	20910	20995	21054		4,5	10,8	3,6	1,6	0,1	0,1	0,1
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3405	3956	4011	4046	4046	4046	4046	4046		1,0	3,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Αιολικά	491	1348	3576	6354	7574	9420	10430	10680	10680	10680		19,6	16,8	4,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Ηλιακά	1	206	1154	2239	2607	4422	5559	6184	6269	6328		26,9	7,0	3,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12533	11908	13504	14902	16771	18549	20246	21721		3,3	1,2	2,3	2,2	1,6	1,6	1,6
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	179	201	238	287	389	414	496	517		9,1	-4,2	3,6	3,7	2,3	2,3	2,3
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	2816	2221	1880	1880	1880	1880		0,6	-2,4	-5,0	-1,7	0,0	0,0	0,0
Αέρια	1823	2988	5740	5547	7567	9597	11490	13175	14815	16197		11,0	6,4	5,6	3,2	2,1	2,1	2,1
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2628	2293	2662	2532	2663	2723	2744	2790		2,8	-1,7	1,0	0,7	0,2	0,2	0,2
Βιομάζα και Ατμόβλητα	59	86	206	277	395	463	649	682	718	765		12,0	12,4	5,3	3,9	1,2	1,2	1,2
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Γεωθερμία	0	0	15	65	65	89	89	89	89	89		0	0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,7	30,4	29,8	29,5	27,3	26,4	26,3	26,5	26,9								
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																		
Απόδοτικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	42,0	40,8	42,4	43,6	49,0	51,0	53,2	53,6								
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,7	1,8	1,8	2,0	2,6	2,8	3,1	3,1								
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	30,0	42,3	42,9	50,8	54,8	54,1	51,8	49,4								
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	30,0	42,3	42,9	50,8	54,8	54,1	51,8	49,4								
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																		
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	16,2	22,3	21,1	23,7	25,8	26,1	25,7	25,5								
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,6								
Τομέας Μεταφορών																		
Επιβατικές Μεταφορές (Grtm)																		
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	21,6	21,3	21,6	21,8	21,9	21,9	21,9		2,0	0,1	-0,3	0,2	0,0	-0,1	-0,1
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	102,8	106,1	109,2	111,3	113,0	113,5	113,1		5,9	3,9	0,8	0,5	0,2	-0,2	-0,2
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,6	4,2	4,7	5,0	5,2	5,4	5,4		0,9	0,8	2,4	1,7	0,7	0,1	0,1
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	37,7	46,3	55,9	65,5	72,6	79,7	86,5		3,1	1,3	3,1	3,5	2,0	1,6	1,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,2	7,3	7,5	7,7	7,8	7,9	7,9		2,6	-0,2	0,1	0,6	0,2	0,0	0,0
Διανυόμενη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15072	16026	17185	18254	19048	19735	20367		3,4	2,1	1,0	1,3	0,8	0,6	0,6
Εμπορευματικές μεταφορές (Grtm)																		
Φορητά	20,8	32,5	26,4	27,0	28,5	32,2	35,7	38,7	41,5	43,9		3,4	-0,9	0,8	2,3	1,5	0,9	0,9
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2		-3,5	6,3	0,2	1,9	1,7	0,7	0,7
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	11,6	13,1	15,0	17,0	19,0	20,3	21,0		2,8	1,7	2,4	2,7	1,8	0,2	0,2
Εμπ ορειματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	185	186	188	187	181	172		0,8	-2,6	0,2	0,2	-0,4	-1,3	-1,3
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)																		
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	213	201	195	186	182	178	168		1,7	-0,3	-0,9	-0,8	-0,4	-1,3	-1,3
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3483	3367	3305	3093	2915	2829	2763		5,1	3,0	-0,8	-0,8	-0,9	-0,5	-0,5
Φορητά	2066	2517	2053	2096	2145	2316	2436	2597	2748	2871		1,4	-1,5	0,4	1,3	1,2	0,7	0,7
Σιδηρόδρομος	75	58	69	70	74	73	73	39	39	39		-2,2	1,4	0,2	0,4	-6,0	-0,1	-0,1
Αεροπορία	1264	1181	1285	1396	1614	1811	1999	2160	2348	2579		0,5	-0,3	2,3	2,2	1,6	2,3	2,3
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	680	703	747	787	818	836	840		-1,4	2,9	0,7	1,1	0,6	-0,1	-0,1
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																		
Επιβατικές μεταφορές (toe/Mtkm)	41,7	35,0	34,4	32,3	30,7	29,3	27,5	26,3	25,8	25,7		-1,4	-0,5	-1,1	-1,1	-0,6	0,2	0,2
Εμπ ορειματικές μεταφορές (toe/Mtkm)	79,8	63,2	60,7	59,6	57,0	54,5	51,5	49,7	49,1	48,8		-1,8	-0,9	-0,6	-1,0	-0,5	0,0	0,0

Πηγή: PRIMES

Σενάριο Αναφοράς με Χαμηλότερη Ανάπτυξη											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7816	7455	7394	7299	7414	7291	7275	7310	7255	0,2	-0,6	0,0	-0,2	0,0
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5335	5427	6146	6842	7320	7833	8345	8786	9210	1,5	1,4	1,8	1,3	1,0
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6252	6213	6373	6327	6318	6416	6485	6483	1,2	-0,2	0,2	0,1	0,1
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20918	20657	21471	22416	23135	23648	24409	25164	25862	0,8	0,3	0,7	0,5	0,6
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 6,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1396	1614	1811	1999	2160	2348	2579	2934	-0,3	2,3	2,2	1,6	2,3
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-119	-287	-425	-569	-699	-840	-1024	-1335					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20918	20538	21184	21991	22566	22949	23570	24139	24527	0,9	0,1	0,6	0,4	0,4
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τορών στην βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 6,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κτοε)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1013	1467	1694	1344	1228	1239	1264	1271	1291	-0,3	5,3	-3,2	0,3	0,2
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1611	2539	2803	3557	4095	4295	4330	4358	9,3	12,4	3,4	1,9	0,1
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	255	503	499	570	600	617	624	621	58,6	13,8	1,3	0,8	0,1
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1940	3328	4727	4636	5342	5912	6154	6204	6249	3,5	9,3	1,2	1,4	0,2
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,7	22,9	18,4	16,6	17,0	17,4	17,4	17,8					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	29,7	41,3	41,0	48,6	52,3	51,5	49,3	47,3					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,6					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	16,2	22,3	21,1	23,7	25,8	26,1	25,7	25,5					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης 2) πετρελαίου κίνησης 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Αναφοράς με Υψηλότερη Ανάπτυξη											ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (Α)						
κτοε	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
												Ετήσια Μεταβολή %					
Παραγωγή Πρωτογενούς Ενέργειας	9155	10316	8959	8690	11010	11358	10784	9419	9499	9317	9448	0,9	-1,1	2,1	-0,2	-1,3	-0,1
Στερεά Καύσιμα	7077	8538	6823	5398	6149	6493	4926	3038	2923	2700	2787	1,5	-1,8	-1,0	-2,2	-5,1	-0,5
Υγρά Καύσιμα	835	101	82	60	40	0	0	0	0	0	0	-10,3	-11,6	-6,9			
Φυσικό Αέριο	138	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,2	-7,0				
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2034	3232	4821	4865	5858	6381	6576	6617	6661	2,9	3,3	9,0	2,0	1,2	0,1
Υδροηλεκτρικά	152	431	619	478	552	560	566	570	573	572	573	7,6	6,9	-1,1	0,2	0,1	0,0
Βιομάζα και Απόβλητα	893	1015	979	1303	1596	1321	1400	1452	1459	1468	1490	1,2	-0,3	5,0	-1,3	0,4	0,2
Αιολική Ενέργεια	0	109	263	778	1421	1669	2076	2335	2399	2399	2399	74,7	21,1	18,4	3,9	1,5	0,0
Ηλιακή Ενέργεια και άλλα Γεωθερμική Ενέργεια	56	102	171	558	761	823	1141	1349	1471	1505	1525	5,8	5,6	16,1	4,1	2,6	0,4
	3	1	1	115	492	491	674	674	674	674	674	-4,7	-1,6	80,2	3,2	0,0	0,0
Καθαρές Βιοαγωγές	15473	23448	22660	22619	23721	24613	25757	26855	27739	28915	29840	3,6	0,3	0,5	0,8	0,7	0,7
Στερεά Καύσιμα	988	371	187	170	214	210	204	202	208	219	232	-2,5	-13,2	1,4	-0,5	0,2	1,1
Υγρά Καύσιμα	14424	20419	19373	18070	18040	17701	17584	17518	17749	18077	18229	3,1	-0,1	-0,7	-0,3	0,1	0,3
- Αργό Πετρέλαιο και Πρώτες Ύλες	14802	19443	19930	18799	18784	18487	18383	18324	18553	18878	19300	3,3	-0,3	-0,6	-0,2	0,1	0,3
- Προϊόντα Πετρελαίου	-378	977	-557	-729	-744	-786	-799	-806	-804	-802	-801						
Φυσικό Αέριο	0	2332	2608	3662	4415	5778	7116	8255	8841	9639	10422		4,4	5,4	4,9	2,2	1,7
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	74	281	644	527	545	561	562	565	573			24,2	-1,7	0,3	0,2
Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση	22338	31352	29127	28716	31879	32915	33294	32862	33678	34548	35529	2,4	0,3	0,9	0,4	0,1	0,5
Στερεά Καύσιμα	8091	8952	7009	5568	6362	6704	5130	3240	3131	2919	3020	1,1	-2,5	-1,0	-2,1	-4,8	-0,4
Υγρά Καύσιμα	12942	18063	16962	15537	15228	14645	14337	14106	14188	14393	14470	2,1	0,6	-1,1	-0,6	-0,1	0,2
Φυσικό Αέριο	138	2354	2628	3662	4415	5778	7116	8255	8841	9639	10422	28,6	4,4	5,3	4,9	2,2	1,7
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ηλεκτρισμός	61	325	419	436	408	397	309	320	380	416	383			-0,3	-2,7	2,1	0,1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1105	1659	2108	3513	5465	5391	6402	6941	7138	7182	7234	2,9	3,7	10,0	1,6	1,1	0,1
ως % της Ακαθάριστης Εγχώριας Κατανάλωσης																	
Στερεά Καύσιμα	36,2	28,6	24,1	19,4	20,0	20,4	15,4	9,9	9,3	8,4	8,5						
Υγρά Καύσιμα	57,9	57,6	58,2	54,1	47,8	44,5	43,1	42,9	42,1	41,7	40,7						
Φυσικό Αέριο	0,6	7,5	9,0	12,8	13,8	17,6	21,4	25,1	26,3	27,9	29,3						
Πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4,9	5,3	7,2	12,2	17,1	16,4	19,2	21,1	21,2	20,8	20,4						
Ακαθάριστη Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	34767	59416	57146	61207	75151	84066	91193	97644	103759	109056	114757	4,4	0,7	2,8	2,0	1,3	1,0
Πυρηνικά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Υδροηλεκτρικά- Αιολικά	1769	6283	10510	16404	26220	30344	38773	44095	46094	46216	46319	8,9	9,8	9,6	4,0	1,7	0,0
Θερμικά (συν βιομάζα)	32998	53133	46636	44803	48931	53722	52420	53548	57665	62840	68438	4,1	-0,5	0,5	0,7	1,0	1,7
Κατανάλωση Καυσίμου για Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας	8619	12405	10526	9232	10392	10831	10394	9642	10031	10561	11313	3,1	-1,0	-0,1	0,0	-0,4	1,2
Στερεά Καύσιμα	6890	8693	6774	5364	6128	6474	4912	3029	2918	2696	2787	1,8	-1,9	-1,0	-2,2	-5,1	-0,5
Υγρά Καύσιμα (συν αέρια διυλιστηρίου)	1711	2055	2178	1253	935	445	451	385	371	385	394	2,1	0,3	-8,1	-7,0	-1,9	0,6
Αέρια Καύσιμα	18	1605	1537	2178	2399	3071	3849	4826	5307	6002	6607	53,1	1,8	4,6	4,8	3,3	2,2
Βιομάζα και Απόβλητα	0	52	37	324	439	350	510	730	764	805	852		-5,3	28,1	1,5	4,1	1,1
Γεωθερμία	0	0	0	113	490	490	672	672	672	672	672				3,2	0,0	0,0
Υδρογόνο- Μεθανόλη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Κατανάλωση Καυσίμου για Άλλες Διαδικασίες Μετατροπής	16747	21602	20437	19308	19468	19114	19084	19051	19301	19636	19786	3,0	-1,0	-0,5	-0,2	0,1	0,2
Διυλιστήρια	16670	21510	20266	19011	18900	18566	18466	18410	18644	18973	19127	3,0	-1,0	-0,7	-0,2	0,1	0,3
Βιοκαύσιμα και παραγωγή υδρογόνου	0	0	136	264	566	546	618	639	655	662	659			15,1	1,1	0,6	0,1
Τηλεθέρμανση	0	0	31	31	10	0	0	0	0	0	0			-10,7			
Άλλα	77	93	3	3	2	1	1	1	1	1	1	-8,8	-19,8	-4,0	-8,5	-3,0	-3,4
Κατανάλωση Ενεργειακού Τομέα	1194	1755	1553	1492	1573	1642	1594	1526	1515	1509	1532	2,7	0,0	0,1	0,1	-0,5	0,1
Μη Ενεργειακές Χρήσεις	672	761	603	545	585	610	637	659	679	703	728	0,7	-1,7	-0,3	0,9	0,6	0,7
Τελική Ζήτηση Ενέργειας	14541	20800	20102	20844	22933	23734	24422	24921	25674	26422	27048	2,5	0,8	1,3	0,6	0,5	0,5
ανά τομέα																	
Βιομηχανία	3945	4143	3341	3019	3045	3043	3046	3048	3127	3258	3402	1,2	-2,8	-0,9	0,0	0,3	0,8
- Βιομηχανίες εντάσεις ενέργειας	2535	2573	2096	1814	1808	1797	1797	1793	1809	1855	1911	0,7	-2,6	-1,5	-0,1	0,1	0,5
- Άλλοι βιομηχανικοί τομείς	1410	1570	1245	1204	1236	1246	1249	1255	1318	1403	1492	2,0	-3,2	-0,1	0,1	0,5	1,2
Οικιακός	3057	5489	5696	5948	6701	6943	7232	7304	7387	7417	7338	3,9	2,4	1,6	0,8	0,2	-0,1
Τριτογενής	1718	3083	3127	3543	4160	4432	4760	5096	5451	5790	6043	3,5	2,6	2,9	1,4	1,4	1,0
Μεταφορές	5821	8085	7938	8335	9027	9315	9384	9474	9708	9957	10265	2,2	1,0	1,3	0,4	0,3	0,6
ανά καύσιμο																	
Στερεά Καύσιμα	1053	446	235	204	234	229	218	211	213	222	233	-1,7	-12,5	0,0	-0,7	-0,2	0,9
Υγρά Καύσιμα	10073	14278	13314	13013	13204	13211	12999	12996	13147	13339	13508	2,3	0,5	-0,1	-0,2	0,1	0,3
Αέρια Καύσιμα	15	585	861	1185	1469	2036	2436	2418	2445	2513	2564	33,0	12,8	5,5	5,2	0,0	0,5
Ηλεκτρισμός	2448	4377	4366	4710	5696	6310	6803	7365	7903	8358	8745	4,2	1,6	2,7	1,8	1,5	1,0
Ατμός (από συμπαραγωγή και τηλεθέρμανση) ^(Α)	0	49	191	97	58	50	80	184	229	260	273		21,2	-11,2	3,2	11,1	1,8
Άλλα	952	1066	1136	1635	2271	1898	1886	1747	1737	1730	1726	0,9	0,8	7,2	-1,8	-0,8	-0,1
Εκπομπές CO₂ (εκ. τ. - τομεακή προσέγγιση)	71,1	95,8	84,3	76,5	80,5	83,2											

Μακροχρόνιες Ενεργειακές Προοπτικές στην Ελλάδα

Σενάριο Αναφοράς με Υψηλότερη Ανάπτυξη	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (B)																
	1990	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'90-'00	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
Βασικοί Δείκτες Ενεργειακού Συστήματος												Ετήσια Μεταβολή %					
Πληθυσμός (εκ.)	10,121	11,083	11,307	11,476	11,556	11,575	11,573	11,575	11,567	11,531	11,445	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	-0,1
ΑΕΠ (σε δια. €'05)	127,6	197,6	206,6	219,3	260,4	293,5	324,1	357,8	395,0	436,1	481,5	2,3	2,5	2,3	2,2	2,0	2,0
Ακαθ. Ενχ. Κατανάλωση/ΑΕΠ (τοε/εκ. €'05)	175,0	158,6	141,0	131,0	122,4	112,1	102,7	91,8	85,3	79,2	73,8	0,0	-0,2	-1,4	-1,7	-1,8	-1,4
Κατά Κεφαλήν Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (τοε/κάτοικο)	2,21	2,83	2,58	2,50	2,76	2,84	2,88	2,84	2,91	3,00	3,10	1,6	0,0	0,7	0,4	0,1	0,6
Κατά Κεφαλήν Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh gross/κάτοικο)	3435	5361	5054	5334	6503	7263	7980	8436	8970	9458	10027	3,6	0,3	2,6	1,9	1,3	1,1
Ένταση εκπομπών CO ₂ (tCO ₂ /τοε ΑΕΚ)	3,18	3,05	2,89	2,66	2,52	2,53	2,37	2,22	2,20	2,19	2,19	-0,1	-0,9	-1,4	-0,6	-0,7	0,0
Κατά Κεφαλήν Εκπομπές CO ₂ (tCO ₂ /κάτοικο)	7,02	8,64	7,46	6,67	6,96	7,19	6,81	6,30	6,40	6,55	6,81	1,5	-0,9	-0,7	-0,2	-0,6	0,6
Εκπομπές CO ₂ ανά μονάδα ΑΕΠ (tCO ₂ /εκ.€'05)	557,0	484,5	408,0	348,8	309,0	283,5	243,2	203,8	187,4	173,2	161,9	-0,1	-3,0	-2,7	-2,4	-2,6	-1,5
Ενεργειακή Εξάρτηση %	62,2	68,6	71,7	72,2	68,3	68,4	70,5	74,0	74,5	75,6	76,0						
Δείκτες Ενεργειακής Έντασης (2000=100)																	
Βιομηχανία (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	84,1	74,3	69,9	62,1	56,9	53,7	51,0	48,3	46,3	45,1	44,1	1,7	-3,5	-2,0	-1,1	-1,0	-0,5
Οικιακός Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Διαθέσιμο εισόδημα)	79,7	99,6	101,6	101,4	97,5	89,7	84,6	77,4	70,9	64,5	57,7	2,3	0,2	-0,4	-1,4	-1,8	-2,0
Τριτογενής Τομέας (Κατανάλωση ενέργειας / Προσθήμενη αξία)	99,0	102,6	97,1	102,0	99,9	93,6	90,6	87,2	84,0	80,3	75,4	0,1	-0,3	0,3	-1,0	-0,8	-1,1
Μεταφορές (Κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ)	101,7	91,2	85,7	84,8	77,3	70,8	64,6	59,1	54,8	50,9	47,6	-0,2	-1,5	-1,0	-1,8	-1,6	-1,4
Δείκτες εντάσεως άνθρακα																	
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού (tCO ₂ /MWh)	0,98	0,77	0,64	0,49	0,44	0,41	0,33	0,25	0,24	0,23	0,24	-1,8	-2,4	-3,7	-2,8	-3,2	-0,1
Τελική Ζήτηση Ενέργειας (tCO ₂ /τοε)	2,38	2,21	2,13	2,04	1,91	1,90	1,86	1,82	1,79	1,77	1,75	-0,5	-0,6	-1,1	-0,3	-0,4	-0,2
Βιομηχανία	2,36	1,98	1,80	1,68	1,37	1,33	1,29	1,30	1,31	1,32	1,34	-0,6	-2,1	-2,7	-0,6	0,2	0,2
Οικιακός τομέας	1,51	1,77	1,71	1,61	1,54	1,58	1,56	1,50	1,42	1,36	1,29	0,9	0,3	-1,0	0,2	-0,9	-1,0
Τριτογενής τομέας	1,96	1,37	1,31	1,15	1,05	0,96	0,90	0,86	0,83	0,83	0,81	-3,3	-0,7	-2,2	-1,5	-0,9	-0,2
Μεταφορές	2,96	2,95	2,90	2,86	2,77	2,78	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76	0,0	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0
Παραγωγή Ηλεκτρισμού και Ατμού																	
Ισχύς Παραγωγής σε MW	12126	15060	20795	24801	30102	35351	39517	42389	44323	45990		3,6	5,1	3,6	1,8	0,8	
Πυρηνική Ενέργεια	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3206	4488	8248	12765	14408	18104	20251	21125	21211	21270		4,5	11,0	3,6	1,6	0,1	
ΗΥ (χωρίς άντληση)	2714	2934	3518	4036	4091	4126	4126	4126	4126	4126		1,0	3,2	0,2	0,0	0,0	
Αιολικά	491	1348	3576	6354	7574	9420	10430	10680	10680	10680		19,6	16,8	4,0	1,3	0,0	
Ηλιακά	1	206	1154	2374	2743	4558	5695	6319	6404	6464			27,7	6,7	3,3	0,2	
Άλλες ΑΠΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Θερμικές Πηγές	8920	10572	12547	12036	15694	17247	19266	21264	23113	24720		3,3	1,3	3,7	2,1	1,5	
από τις οποίες μονάδες συμπαραγωγής	163	309	175	205	248	288	413	450	531	499		9,1	-4,0	3,4	4,6	1,0	
από τις οποίες μονάδες CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Στερεά Καύσιμα	4764	4764	3944	3725	3594	2999	2658	2658	2658	2658		0,6	-2,4	-2,1	-1,2	0,0	
Αέρια	1823	2988	5740	5547	8918	11102	13159	15005	16800	18337		11,0	6,4	7,2	3,1	2,0	
Υγρά Καύσιμα	2274	2733	2640	2415	2716	2586	2714	2850	2873	2871		2,8	-1,2	0,7	1,0	0,1	
Βιομάζα και Ατ θάβητα	59	86	208	285	402	471	647	662	692	764		12,0	12,7	5,2	3,5	1,5	
Κυψέλες καυσίμου	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Γεωθερμία	0	0	15	65	65	89	89	89	89	89				3,2	0,0	0,0	
Συντελεστής φορτίου για καθαρή ηλεκτρική ισχύ (%)	51,9	40,6	31,8	32,9	30,3	28,2	27,3	27,2	27,4	27,8							
Δείκτες Ακαθάριστης Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας																	
Αποδοτικότητα της θερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (%)	36,8	38,1	41,7	40,5	42,7	43,4	47,8	49,4	51,2	52,0							
Δείκτης ΣΗΘ (% ηλεκτρισμού από ΣΗΘ)	1,8	2,3	1,7	1,6	1,6	1,8	2,5	2,6	2,8	2,7							
Δείκτης CCS (% ηλεκτρισμού από CCS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Μη ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%)	10,9	18,6	28,6	37,6	38,5	45,7	49,2	48,4	46,3	44,3							
- πυρηνικά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
- ΑΠΕ και βιομηχανικά απόβλητα	10,9	18,6	28,6	37,6	38,5	45,7	49,2	48,4	46,3	44,3							
Δείκτες ΑΠΕ (εξαιρουμένων των βιομηχανικών αποβλήτων) (%) ^(B)																	
ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική ζήτηση ενέργειας (%)	7,0	9,3	15,9	21,0	19,7	22,4	24,0	24,2	23,9	23,7							
ΑΠΕ στις μεταφορές (%)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,5							
Τομέας Μεταφορών																	
Επιβατικές Μεταφορές (Ggrkm)	85,8	152,9	164,3	182,7	210,4	226,0	240,0	250,5	259,4	266,8	272,1	4,1	2,5	2,5	1,3	0,8	0,5
Δημόσια οδική μεταφορά	17,7	21,7	21,8	22,9	24,2	24,5	24,8	24,8	24,9	24,8	24,7	2,0	0,1	1,0	0,2	0,0	-0,1
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	37,5	89,7	97,8	108,6	120,5	124,1	126,5	128,4	128,9	128,5	126,3	5,9	3,9	2,1	0,5	0,2	-0,2
Σιδηρόδρομος	2,8	3,4	3,3	3,8	4,8	5,3	5,7	5,9	6,1	6,2	6,2	0,9	0,8	3,7	1,7	0,7	0,1
Αεροπορία	22,1	31,1	34,1	39,8	52,7	63,5	74,4	82,5	90,6	98,3	106,0	3,1	1,3	4,4	3,5	2,0	1,6
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	5,7	7,1	7,2	7,7	8,2	8,5	8,7	8,8	8,9	9,0	8,9	2,6	-0,2	1,4	0,6	0,2	0,0
Διασυνδεδεμένη απόσταση ανά άτομο (χλμ / κάτοικο)	8479	13793	14531	15919	18208	19527	20740	21642	22423	23142	23777	3,4	2,1	2,3	1,3	0,8	0,6
Εμπορευματικές μεταφορές (Gtkm)	28,0	43,2	37,6	41,5	48,1	54,6	61,0	66,8	71,6	75,0	76,5	3,1	-0,2	2,5	2,4	1,6	0,7
Φορητά	20,8	32,5	26,4	28,5	32,4	36,6	40,5	44,0	47,2	49,9	51,6	3,4	-0,9	2,0	2,3	1,5	0,9
Σιδηρόδρομος	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	-3,5	6,3	1,5	1,9	1,7	0,7
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	6,6	10,1	10,4	12,2	14,8	17,0	19,3	21,6	23,1	23,8	23,5	2,8	1,7	3,7	2,7	1,8	0,2
Εμπ ορειματικές μεταφορές ανά μονάδα ΑΕΠ (tkm/000 Euro'05)	220	219	182	189	185	186	188	187	181	172	159	0,8	-2,6	0,2	0,2	-0,4	-1,3
Ζήτηση Ενέργειας για Μεταφορές (ktoe)	5821	8085	7938	8335	9027	9315	9384	9474	9708	9957	10265	2,2	1,0	1,3	0,4	0,3	0,6
Δημόσια οδική μεταφορά	190	220	220	224	223	213	202	197	192	180	168	1,7	-0,3	0,2	-1,0	-0,5	-1,3
Ιδιωτικά αυτοκίνητα και δίκυκλα	1657	3464	3652	3659	3759	3651	3389	3167	3053	2961	2865	5,1	3,0	0,3	-1,0	-1,0	-0,6
Φορητά	2066	2517	2053	2208	2417	2599	2726	2903	3070	3205	3291	1,4	-1,5	1,6	1,2	1,2	0,7
Σιδηρόδρομος	75	58	69	74	78	82	80	42	43	43	42	-2,2	1,4	1,3	0,2	-6,0	-0,1
Αεροπορία	1264	1181	1285	1454	1757	1932	2107	2252	2419	2632	2978	0,5	-0,3	3,2	1,8	1,4	2,1
Εσωτερική ναυσιπλοΐα	568	645	658	717	792	839	881	914	932	935	920	-1,4	2,9	1,9	1,1	0,6	-0,1
Δείκτης Αποδοτικότητας (ανά δραστηριότητα)																	

Σενάριο Αναφοράς με Υψηλότερη Ανάπτυξη											ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ (Γ)				
Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρισμό, μεταφορές και συνολικά (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
1. Θέρμανση και Ψύξη (1)	8355	7818	7819	8232	8133	8263	8125	8107	8152	8082	0,2	0,5	0,0	-0,2	0,0
2. Ηλεκτρισμός (2)	5435	5333	5700	6871	7627	8152	8717	9303	9794	10252	1,5	2,6	1,7	1,3	1,0
3. Μεταφορές όπως στο Άρθρο 3(4)(α) (3)	6568	6339	6574	6962	7089	7001	6963	7051	7107	7092	1,2	0,9	0,1	0,1	0,1
4. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (4)	21649	20918	21686	23949	24893	25616	26118	26917	27699	28393	0,8	1,4	0,7	0,5	0,5
Ο παρακάτω υπολογισμός είναι αναγκαίος μόνο εάν η τελική ενεργειακή κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 6,18% (4,12% για Μάλτα και Κύπρο):															
Τελική κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές	1181	1285	1454	1757	1932	2107	2252	2419	2632	2978	-0,3	3,2	1,8	1,4	2,1
Μείωση ορίου για αεροπορικές μεταφορές (5) Άρθρο 5(6)	0	0	-114	-277	-394	-524	-638	-755	-921	-1224					
Συνολική κατανάλωση μετά τη μείωση του ορίου	21649	20918	21572	23672	24499	25092	25480	26162	26778	27169	0,9	1,2	0,6	0,4	0,4
(1) Τελική κατανάλωση ενέργειας όλων των τρωτώντων στη βιομηχανία, οικιακό τομέα, υπηρεσίες, γεωργία, δασοκομία και αλιεία, εκτός από ηλεκτρισμό, συν την ίδια κατανάλωση ατμού σε θερμικούς σταθμούς και απώλειες ατμού στο δίκτυο.															
(2) Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού ισούται με την εθνική ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτοπαραγωγής, συν τις εισαγωγές, μείον τις εξαγωγές.															
(3) Η κατανάλωση στις μεταφορές έχει οριστεί όπως στο Άρθρο 3(4)(α) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Η χρήση ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές στις οδικές μεταφορές έχει πολλαπλασιαστεί με 2,5, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 3(4)(γ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.															
(4) Όπως ορίζεται στο Άρθρο 2(στ) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Περιλαμβάνονται η τελική κατανάλωση ενέργειας συν απώλειες δικτύου και ίδια κατανάλωση ατμού και ηλεκτρισμού σε θερμικές μονάδες (Σημ: δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση ηλεκτρισμού για άντληση και για μετατροπή σε ηλεκτρικούς λέβητες ή αντλίες θερμότητας σε μονάδες τηλεθέρμανσης).															
(5) Το Άρθρο 5(6) ορίζει ότι η κατανάλωση για αεροπορικές μεταφορές πρέπει να υπολογίζεται μόνο μέχρι 6,18% (μέσος όρος ΕΕ, 4,12% για Κύπρο και Μάλτα) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας.															
Πίνακας υπολογισμού της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κάθε τομέα στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση (κtoe)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	'00-'10	'10-'20	'20-'30	'30-'40	'40-'50
(Α) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη	1066	1013	1534	1878	1471	1414	1358	1386	1403	1416	-0,3	6,4	-2,8	-0,2	0,2
(Β) Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρισμού από ΑΠΕ	442	792	1628	2547	2816	3580	4112	4304	4336	4368	9,3	12,4	3,5	1,9	0,1
(Γ) Τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για μεταφορές	1	139	268	563	554	629	658	674	680	676	58,6	15,0	1,1	0,7	0,0
(Δ) Τελική κατανάλωση ΑΠΕ (1)	1507	1940	3424	4979	4831	5609	6107	6342	6399	6439	3,5	9,9	1,2	1,2	0,2
(1) Το άρθρο 5(1) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζει ότι αέριο, ηλεκτρισμός και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να υπολογίζεται μόνο μια φορά.															
Εκτιμώμενη πορεία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια, μεταφορές και συνολικά (σε %)															
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050					
ΑΠΕ - Θέρμανση & ψύξη (1)	12,8	13,0	19,6	22,8	18,1	17,1	16,7	17,1	17,2	17,5					
ΑΠΕ - Ηλεκτρισμός (2)	8,1	14,8	28,6	37,1	36,9	43,9	47,2	46,3	44,3	42,6					
ΑΠΕ - Μεταφορές (3)	0,0	2,2	4,1	8,1	7,8	9,0	9,5	9,6	9,6	9,5					
Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ (4)	7,0	9,3	15,9	21,0	19,7	22,4	24,0	24,2	23,9	23,7					
(1) Μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(β) και 5(4) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.															
(2) Μερίδιο ΑΠΕ στον ηλεκτρισμό: ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (όπως ορίζεται στα Άρθρα 5(1)(α) και 5(3) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια τη συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.															
(3) Μερίδιο ΑΠΕ στις μεταφορές: τελική κατανάλωση ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές (Άρθρο 5(1)(γ) και 5(5) της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) δια της κατανάλωσης 1) βενζίνης: 2) πετρελαίου κίνησης: 3) βιοκαυσίμων στις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές και 4) ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές.															
(4) Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στην ακαθάριστη τελική ενεργειακή κατανάλωση															

Πηγή: PRIMES