

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ
ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

ΜΙΧΑΛΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Λεμεσός 2012

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ
ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

ΤΟΥ

ΜΙΧΑΛΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
του μεταπτυχιακού τίτλου
του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Διαχείρισης περιβάλλοντος
του Τμήματος Διαχείρισης Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:
Θεόδωρος Ζαχαριάδης, Επίκουρος Καθηγητής
1ος Επιβλέπων
Κώστας Κώστα, Αναπληρωτής Καθηγητής
2ος Επιβλέπων
Αλέξανδρος Χαραλαμπίδης, Λέκτορας
3ος Επιβλέπων

Λεμεσός 2012

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μιχάλης Μιχαήλ, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επίκουρο καθηγητή κo Ζαχαριάδη για την μεγάλη βοήθεια που έδωσε έτσι ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Η επίβλεψη του στην μεταπτυχιακή διατριβή ήταν αναγκαία για να ολοκληρωθεί η μεταπτυχιακή διατριβή. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την ψυχολογική βοήθεια (και όχι μόνο) στην ετοιμασία της διατριβής αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους μου, τους ανθρώπους που με βοήθησαν να μην τα βάλω κάτω μια περίοδο όπου όλα πήγαιναν στραβά. Σε όλους τους πιο πάνω, ευχαριστώ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από την εποχή της ανακάλυψης της φωτιάς ο άνθρωπος έμαθε να χρησιμοποιεί την ενέργεια. Μετά τη βιομηχανική επανάσταση, όχι μόνο χρησιμοποιεί την ενέργεια, αλλά έχει εξάρτηση από αυτήν. Σε όλες τις χρήσεις, από τη μετακίνηση μέχρι τη θέρμανση, από τη παραγωγή μέχρι την κατανάλωση, χρειάζεται ενέργεια. Αυτή δίνει μια πιο εύκολη και πιο άνετη ζωή στους κατοίκους του πλανήτη. Γίνεται όμως η χρήση της σωστά; Και αν ναι, υπάρχουν συνέπειες από το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιείται; Οι κυβερνήσεις κάθε χώρας χαράζουν τις πορείες που πρέπει να ακολουθήσουν τα επόμενα χρόνια για να επιτεύξουν τους στόχους που οι ίδιες θέτουν, να λάβουν νέες πολιτικές, να εφαρμόσουν νέες νομοθεσίες. Για όλα αυτά συμβουλευόμαστε διάφορα μαθηματικά μοντέλα που μπορούν να δείξουν τι κατανάλωση ενέργειας θα έχει η κάθε χώρα και που πρέπει να στοχεύσει για μείωση της. Αυτός είναι και ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας, στη δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου που να δείχνει την κατανάλωση ενέργειας στη μορφή των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο μέχρι το 2030, καθώς και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την κατανάλωση τους. Σαν αποτέλεσμα, σε ένα σενάριο αναφοράς, όπου το ενεργειακό σύστημα παραμένει ως έχει, η τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας φαίνεται να αυξάνεται κατά 26% από το 2010 μέχρι το 2030. Στην συνολική κατανάλωση αρχίζουν κάποιες μορφές ενέργειας πιο πράσινες, με πρώτο τα βιοκαύσιμα, να καταλαμβάνουν όλο και μεγαλύτερα ποσοστά. Η κατανάλωση του ηλεκτρισμού επίσης αυξάνεται κυρίως από τη χρήση στις οικίες και τις υπηρεσίες. Τέλος, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την κατανάλωση ενέργειας, οι οποίες ανέρχονται στο 80% περίπου από τις μεταφορές, θα συνεχίζουν να αυξάνονται με σταθερό ρυθμό μέχρι το 2030. Με μια επιβολή φόρου όμως στις τιμές του καυσίμου της τάξης των 235,85 Ευρώ ανά τόνο εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από το 2013 και μετά μπορεί να μειώσουν τις εκπομπές όσο χρειάζεται για να επιτευχθεί ο στόχος του 2020.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	vii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ενεργειακό Σύστημα της Κύπρου	2
1.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά	2
1.1.2 Ενεργειακή πολιτική.....	6
1.2 Κυπριακές Επιτυχίες.....	11
1.3 Προηγούμενες μελέτες.....	12
2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	15
2.1 ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	15
2.1.1 Συνολική Ζήτηση	15
2.1.2 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά καύσιμο με εισδοχή νέων αποδόσιμων τεχνολογιών.....	19
3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	21
4 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	26
4.1 Παραδοχές	26
4.2 Αποτελέσματα Σεναρίου Αναφοράς.....	30
5 Σενάριο Μείωσης Εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα.....	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	48
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	50
Παράρτημα 1: Λεπτομερής Ανάλυση Κατανάλωσης Ενέργειας για το σενάριο αναφοράς.....	50
Παράρτημα 2: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για σενάριο αναφοράς και σενάριου αύξησης τιμής καυσίμου με φόρο	53

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Οι οικονομικοί τομείς που περιλαμβάνονται στο μοντέλο και η αντίστοιχη μεταβλητή οικονομικής δραστηριότητας που χρησιμοποιείται.....	17
Πίνακας 3.1: Μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ του 2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες που παρατηρήθηκαν στην Κύπρο για τα έτη 2002 – 2010.....	21
Πίνακας 3.2: Διεθνείς τιμές του αργού πετρελαίου και η μετατροπή τους σε Ευρώ/ΤΠΠ....	21
Πίνακας 3.3: Τιμές των καυσίμων από το 2002 μέχρι το 2010 σε Ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου.....	22
Πίνακας 3.4: Οι μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου ανά τομέα για την περίοδο 2002 – 2010.....	23
Πίνακας 3.5: Στοιχεία κόστους για τις τεχνολογίες ανά τομέα, καύσιμο και χρήση.....	24
Πίνακας 3.6: Συντελεστές εκπομπών για τα κυριότερα καύσιμα.....	25
Πίνακας 4.1: Ελαστικότητα εισοδήματος α_1 για τις χρονιές 2010-2030.....	26
Πίνακας 4.2: Βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής ενέργειας β_1 και β_2 για τις χρονιές 2010-2030.....	27
Πίνακας 4.3: Μακροπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής της ενέργειας γ για τις χρονιές 2010-2030.....	28
Πίνακας 4.4: Πρόβλεψη μακροοικονομικών παραμέτρων μέχρι το 2030 σε χιλιάδες Ευρώ σε σταθερές τιμές 2005.....	28
Πίνακας 4.5 : Πρόβλεψη τιμών των καυσίμων μέχρι το 2030.....	29
Πίνακας 4.6 : Πρόβλεψη της μέσης τιμής ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2030.....	30
Πίνακας 4.7 : Η πρόβλεψη της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους τομείς ανά τομέα σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου για το σενάριο αναφοράς.....	30
Πίνακας 4.8 : Η πρόβλεψη της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους τομείς ανά καύσιμο σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου για το σενάριο αναφοράς.....	32

Πίνακας 5.1: Παράγοντας r που προσθέτετε στην τιμή κάθε καυσίμου ανάλογα με τον φόρο άνθρακα και την περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα.....	40
Πίνακας 5.2: Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2030 στο σενάριο όπου τοποθετείται ένας φόρος στην τιμή των καυσίμων.....	40
Πίνακας 5.3: Πρόβλεψη της τιμής των καυσίμων με την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα.....	44

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1.1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της Κύπρου και ετήσια αλλαγή σε σταθερές τιμές του έτους 2005.....	2
Εικόνα 1.2: Παραγωγή ηλεκτρισμού.....	3
Εικόνα 1.3: Ενεργειακή Ένταση	4
Εικόνα 1.4: Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο.....	5
Εικόνα 1.5: Ενεργειακή Εξάρτηση.....	5
Εικόνα 1.6: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα το 1995 και 2007	6
Εικόνα 1.7: Εγκατεστημένη ισχύς σε αναλογία καυσίμου για της EU27 χώρες.....	8
Εικόνα 1.8: Ποσοστό ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά μέλος της ΕΕ το 2020 σύμφωνα με τα εθνικά πλάνα δράσης.....	9
Εικόνα 1.9: Σύνολο αιτήσεων για Θερμομόνωση	10
Εικόνα 1.10: Σύνολο αιτήσεων για ηλιακά συστήματα θέρμανσης/ψύξης.....	11
Εικόνα 1.11: Εγκατεστημένη Ισχύς Ηλιακών Θερμοσίφωνων ανά Χίλιους κατοίκους και Μερίδιο από τα σπίτια που είναι εγκατεστημένα.....	12
Εικόνα 1.12: Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου.....	14
Εικόνα 4.1: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης της ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2030.....	31
Εικόνα 4.2: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης της ενέργειας ανά καύσιμο μέχρι το 2030...33	

Εικόνα 4.3: Η πρόβλεψη των μεριδίων κάθε καυσίμου στην τελική κατανάλωση μέχρι το 2030.....	34
Εικόνα 4.4: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης του ηλεκτρισμού ανά τομέα μέχρι το 2030.....	35
Εικόνα 4.5: Η πρόβλεψη των εκπομπών διοξειδίου του Άνθρακα ανά τομέα μέχρι το 2030.....	36
Εικόνα 4.6: Η πρόβλεψη της ενεργειακής έντασης μέχρι το 2030	36
Εικόνα 4.7: Η πρόβλεψη του δείκτη έντασης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2030.....	38
Εικόνα 5.1: Πρόβλεψη της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με εφαρμογή φόρου στα καύσιμα σύμφωνα με την περιεκτικότητα τους σε άνθρακα.....	42
Εικόνα 5.2: Πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ανά καύσιμο μετά την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα στην τιμή του καυσίμου.....	43
Εικόνα 5.3: Πρόβλεψη των μεριδίων για κάθε καύσιμο μετά την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα στην τιμή του καυσίμου.....	44

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κύπρος, ένα νησί των 9250 τετραγωνικών χιλιομέτρων και των περίπου 800 000 χιλιάδων κατοίκων στην ανατολική Μεσόγειο, πέρασε από διάφορα στάδια μέχρι να φτάσει στο στάδιο που βρίσκεται τώρα. Από την περίοδο που ανεξαρτητοποιήθηκε το 1960 και μετά άρχισε να αναπτύσσεται με σχετικά γρήγορο ρυθμό αν και κάπου στο μέσο η Τουρκία εισέβαλε με στρατεύματα καταλαμβάνοντας το βόρειο μέρος του νησιού με αποτέλεσμα την υπανάπτυξη του νησιού για μια μικρή περίοδο.

Η Κύπρος ανακάλυψε το βαθμό σημασίας της ενέργειας μαζί με τον υπόλοιπο πλανήτη στις δύο ενεργειακές κρίσεις όπου οι τιμές των καυσίμων εκτοξεύτηκαν στα ύψη. Μετά την είσοδο ολόκληρου του νησιού στην ΕΕ αναγκάστηκαν οι διάφορες υπηρεσίες του κράτους να χαράξουν πορείες και πολιτικές έτσι ώστε να μειωθεί η εξάρτηση του νησιού από τα συμβατικά καύσιμα, και να εκπληρώσει τους στόχους που έθεσε η ΕΕ όχι μόνο ως σύνολο αλλά και στην κάθε χώρα ξεχωριστά για την μείωση των αερίων θερμοκηπίου και ως επακόλουθο των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών. Ακόμα εντονότερη έγινε με τα γεγονότα του καλοκαιριού του 2011 με την έκρηξη στη ναυτική βάση στο Μαρί και την καταστροφή του μεγαλύτερου σταθμού παραγωγής ηλεκτρισμού της ΑΗΚ στο Βασιλικό: η Κύπρος αντιμετώπισε τεράστια προβλήματα εξαιτίας της μείωσης της δυνατότητας ηλεκτρισμού που δεν επαρκούσε για τις ανάγκες των καταναλωτών, με συνέπεια τον άμεσο δανεισμό γεννητριών από το εξωτερικό και την απότομη αύξηση στην τιμή του ηλεκτρισμού.

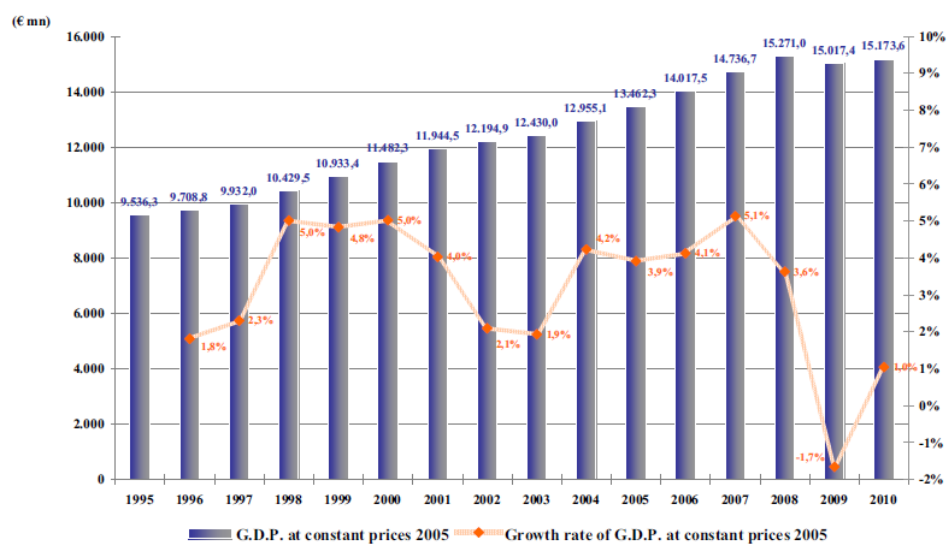
Η πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης του ενεργειακού ισοζυγίου είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αφού θα δίνει μια προσέγγιση για το πού θα πρέπει να στοχεύσουν οι κρατικές υπηρεσίες στο μέλλον για να επιτευχθούν οι στόχοι που έθεσε το κράτος, τον προγραμματισμό των ενεργειακών επενδύσεων, για να διασφαλιστεί η ενεργειακή τροφοδοσία της χώρας αλλά και πώς θα πρέπει να αντιμετωπίσουν διάφορα σενάρια για το μέλλον. Ταυτόχρονα όμως, η μελέτη της εξέλιξης του ενεργειακού ισοζυγίου είναι δύσκολη αφού εξαρτάται άμεσα από την οικονομική ανάπτυξη και τις διεθνές τιμές των καυσίμων που κυμαίνονται σε αβεβαιότητα για την εξέλιξη τους. Αυτού του είδους μελέτες γίνονται συστηματικά στο εξωτερικό και ειδικότερα στην Ευρώπη και την Αμερική και έχουν βοηθήσει την οικονομία των χωρών. Στην Κύπρο τέτοιες μελέτες έχουν γίνει στο παρελθόν (Ζαχαριάδης, 2006, Zachariadis, 2006) οι οποίες βοήθησαν αρκετά τις κρατικές υπηρεσίες

για τους σκοπούς τους αλλά μέχρι τώρα δεν υπήρξε κάτι συστηματικό και ολοκληρωμένο. Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται ένα μαθηματικό μοντέλο για την πρόβλεψη της τελικής ενεργειακής ζήτησης για όλους τους τομείς της οικονομίας και για όλα τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο.

1.1 Ενεργειακό Σύστημα της Κύπρου

1.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Οι κάτοικοι της Κύπρου έχουν βιώσει τις τελευταίες δεκαετίες μεγάλες αλλαγές. Οι συνήθειες των Κυπρίων έχουν αλλάξει σε μεγάλο βαθμό. Σε αυτό βοήθησε η πολύ έντονη οικονομική ανάπτυξη του νησιού τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως λόγω της τουριστικής ανάπτυξης. Η ανάπτυξη της οικονομίας έχει ανεβεί σταθερά με μια μέση τιμή του 5,8% για τα τελευταία 30 χρόνια και 3,1% κατά τα τελευταία 10 χρόνια, ανεξαρτήτως της εισβολής των Τούρκικων δυνάμεων στο νησί, που έφερε αρνητικές συνέπειες στο νησί (Ζαχαριάδης, 2006). Στην πιο κάτω γραφική παράσταση φαίνεται η άνοδος του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος από το 1995. Η μέση αύξηση αυτών των χρόνων είναι 3,14%. Το 2009 όμως, παρατηρήθηκε ύφεση στην οικονομία. Αυτή η πτώση προήλθε λόγω της οικονομικής κρίσης που επηρέασε ολόκληρο τον πλανήτη εκείνη τη χρονιά. Την ίδια χρονιά η Ευρωπαϊκή Ένωση παρατήρησε στο σύνολο της πτώση κατά 4,9% από το 2008.



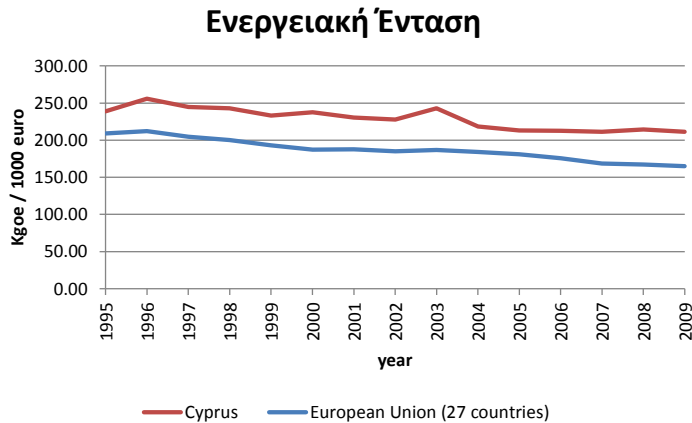
Εικόνα 1.1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της Κύπρου και ετήσια αλλαγή σε σταθερές τιμές του έτους 2005 (Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία, 2010)

Η μεγάλη αύξηση στην οικονομική δραστηριότητα του τόπου, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η εξοικονόμηση της ενέργειας και η έλλειψη της περιβαλλοντικής συνείδησης δεν αποτελούσε προτεραιότητα, επέφερε αλόγιστη χρήση της ενέργειας. Σύμφωνα με τον Κίτσιο (2009), η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 35% μέσα σε 12 χρόνια (1995-2007). Αντίστοιχη αύξηση (33%) παρατηρήθηκε και στην κατανάλωση της τελικής ενέργειας. Σε μεγαλύτερο βαθμό παρατηρείται αύξηση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας (εικόνα 1.2). Το 2007 η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει διπλασιαστεί από ότι το 1995 με μέση ετήσια αύξηση γύρω στο 8%.



Εικόνα 1.2: Παραγωγή ηλεκτρισμού (Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία,2012)

Συγκριτικά με τα υπόλοιπα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εκτός του ότι η Κύπρος έχει μια από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην κατανάλωση τελικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται επίσης μεγαλύτερη από το μέσο όρο ενεργειακή ένταση. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται από την κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα ακάθαρτου εγχώριου προϊόντος, δείχνοντας περίπου την ενεργειακή αποδοτικότητα της κάθε χώρας. Είναι πραγματικότητα πως η ενεργειακή ένταση της Κύπρου μειώνεται την τελευταία δεκαετία, ο ρυθμός όμως της μείωσης αυτής είναι παρόμοιος με το ρυθμό της υπόλοιπης Ευρώπης (εικόνα 1.3). Αυτά τα αποτελέσματα οφείλονται στα χαρακτηριστικά του ενεργειακού συστήματος της Κύπρου.

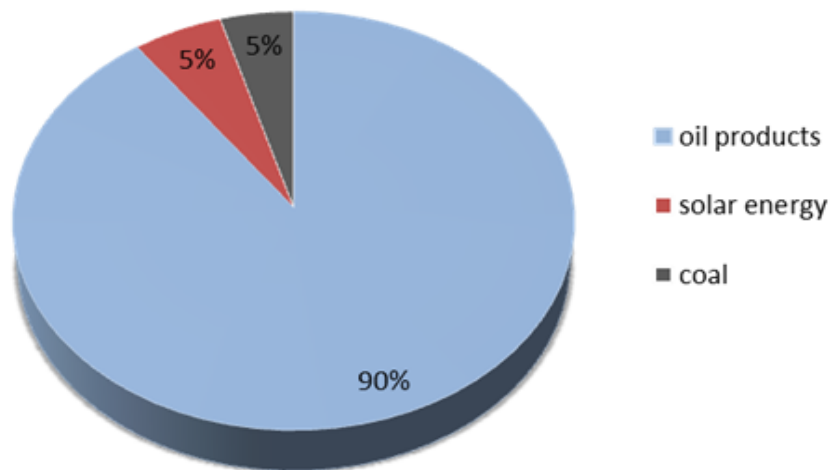


Εικόνα 1.3: Ενεργειακή Ένταση (Πηγή: EUROSTAT,2012)

Το κυριότερο χαρακτηριστικό του ενεργειακού συστήματος της Κύπρου, όπως και των περισσότερων νησιών παγκόσμια, είναι το ότι ως σύστημα είναι απομονωμένο χωρίς καμία διασύνδεση με άλλα συστήματα. Εξαιρώντας την ηλιακή ακτινοβολία που υπάρχει άφθονη, το δυναμικό για αιολική ενέργεια και τη βιομάζα, τα αποθέματα για παραγωγή ενέργειας είναι ελάχιστα. Έτσι η Κύπρος βασίζεται κατά το μεγαλύτερο μέρος σε εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με τους Maxoulis and Kalogirou (2008) η παραγωγή ενέργειας αποτελείται κατά 90% από τα πετρελαϊκά προϊόντα ενώ το υπόλοιπο μοιράζεται μεταξύ του άνθρακα (κυρίως για την κατασκευή τσιμέντου) και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (εικόνα 1.4). Σε μια πιο πρόσφατη παρουσίαση του διευθυντή της υπηρεσίας ενέργειας του Κασίνη (2011) αναφέρει ότι ποσοστό των πετρελαϊκών προϊόντων που καταναλώνεται φθάνει στο 95,7% ενώ οι ΑΠΕ έχουν το 3,7% και τα στερεά καύσιμα 0,7%.

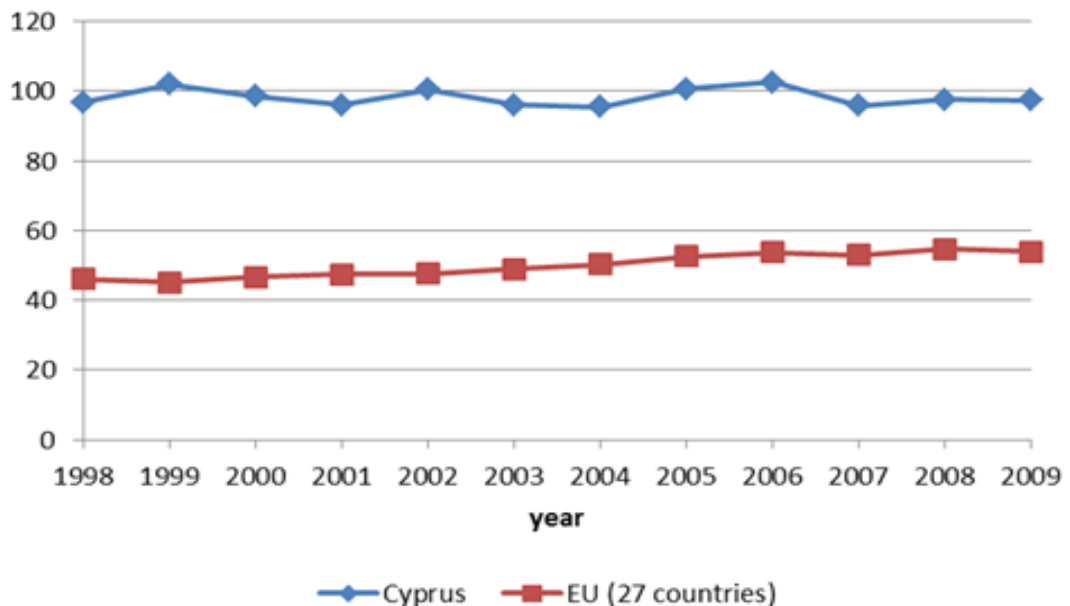
Ένα μέγεθος που χρησιμοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση για να δείξει το ποσοστό που καλύπτουν τα ορυκτά καύσιμα στην κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας είναι η ενεργειακή εξάρτηση. Αυτή φαίνεται στην εικόνα 1.5 η οποία δείχνει την Κύπρο να εξαρτάται σε περίπου 100% από τα ορυκτά καύσιμα. Την ίδια στιγμή ο μέσος όρος των υπολοίπων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξαρτάται γύρω στο 50% από τα ορυκτά καύσιμα αλλά ανεβαίνει με σταθερό ρυθμό. Ένα σημαντικό στοιχείο που αναφέρεται στο Koroneos et al, (2005) είναι ότι το 62% των εσόδων της χώρας από τις εξαγωγές καλύπτει το ποσό που χρειάζεται το νησί για τις εισαγωγές καυσίμων για την ενέργεια.

Κατανάλωση Ενέργειας ανά καύσιμο



Εικόνα 1.4: Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (Πηγή Maxoulis and Kalogirou (2008))

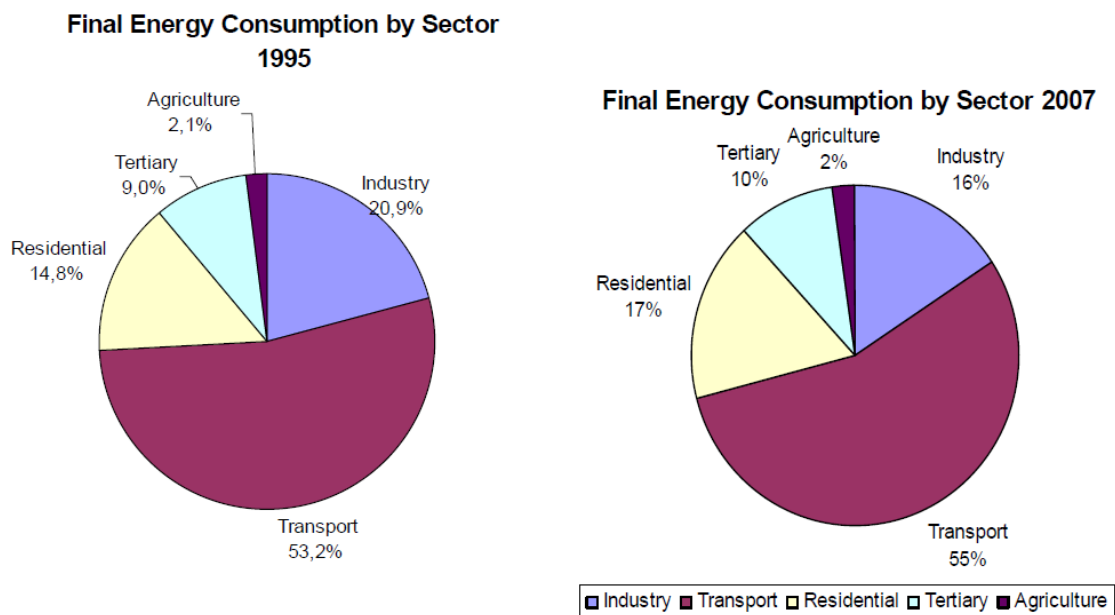
Ενεργειακή Εξάρτηση



Εικόνα 1.5: Ενεργειακή Εξάρτηση (Πηγή: EUROSTAT,2012)

Η πολύ υψηλή αυτή εξάρτηση οφείλεται στο ότι η Κύπρος δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει εναλλακτικές μορφές αδιάκοπης παραγωγής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να συνεισφέρουν στην παραγωγή, αλλά μόνο κατά τη διάρκεια της μέρας (π.χ. τα ηλιακά συστήματα) και μόνο όταν έχει αρκετό άνεμο (π.χ. τα αιολικά πάρκα). Η ζήτηση ενέργειας στην Κύπρο δεν είναι αρκετή έτσι ώστε να κατασκευαστεί πυρηνικός σταθμός παραγωγής

ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ούτε υπάρχει στους ποταμούς συνεχή ροή για να χρησιμοποιηθεί η υδροηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, το ποσοστό που καταλαμβάνει κάθε τομέας στην τελική κατανάλωση είναι διαφορετικός από την υπόλοιπη Ευρώπη, αποτέλεσμα που αυξάνει την εξάρτηση από το πετρέλαιο. Σύμφωνα με την εικόνα 1.6, το 1995, ο τομέας των μεταφορών που περιλαμβάνει τόσο τις οδικές όσο και τις εναέριες μεταφορές έχει πέραν του μισού από την τελική κατανάλωση (53,2%). Δεύτερος σε σειρά έρχεται ο τομέας της βιομηχανίας ακολουθούμενος από τον οικιακό τομέα. Και οι δύο αυτοί τομείς χρησιμοποιούν κυρίως των ηλεκτρισμό που παράγεται από μαζούτ και πετρέλαιο. Ο τριτογενής τομέας καταλαμβάνει το 9% ενώ τελευταίος είναι ο τομέας της γεωργίας. Το 2007 δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές αλλαγές. Ο τομέας των μεταφορών παραμένει στα ίδια ποσοστά με μικρή αύξηση (55%) ενώ ακολουθεί τώρα ο οικιακός τομέας με 17%. Η βιομηχανία έπεσε από 20,9% στο 16%. Μικρές αλλαγές έχουν και οι άλλοι δυο τομείς. Αυτό συνεπάγεται ότι η Κύπρος βασίζεται ακόμη στα ορυκτά καύσιμα χωρίς να φαίνεται κάποια σημαντική αλλαγή στο μέλλον αφού οι μεταφορές είναι (όπως κρίνεται και από το IPCC) ο δυσκολότερος τομέας για στροφή σε πολύ πιο αποδοτικές και καθαρές ενεργειακές μορφές.



Εικόνα 1.6: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα το 1995 και 2007 (Πηγή: Kitsios (2009))

1.1.2 Ενεργειακή πολιτική

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε κάποιες πολιτικές στα κράτη μέλη της έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ασφαλής, ακίνδυνη, αειφόρο και προσιτή χρήση ενέργειας μέσω μιας πιο ανταγωνιστικής και δυναμικής οικονομίας. Με τη συνθήκη της Λισαβόνας,

θεσμοθετήθηκαν οι στόχοι ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2020 που συμπεριλαμβάνουν την εξασφάλιση μιας αποδοτικής ενεργειακής αγοράς, την εξασφάλιση προσφοράς ενέργειας μέσα στην Ένωση, την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, την ανάπτυξη νέων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τέλος την ανάπτυξη διασυνδέσεων των συστημάτων όλων των χωρών. Σε κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ισχύουν πλέον κάποιες νομοθεσίες με σκοπό την επίτευξη των στόχων αυτών. Αυτές είναι:

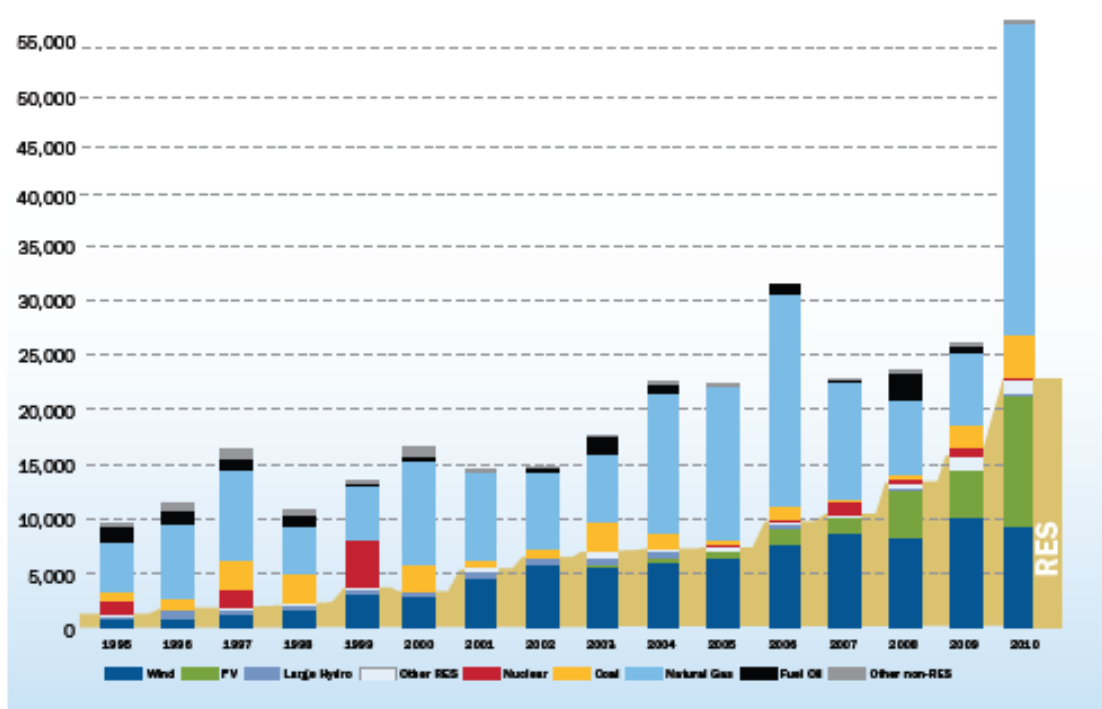
- Το άνοιγμα της ενεργειακής αγοράς ως προς το φυσικό αέριο και τον ηλεκτρισμό με την εγκαθίδρυση περισσότερων εταιριών και άνοιγμα των διασυνδέσεων μεταξύ των χωρών. Αυτό θα επιτύχει την αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ εταιριών παροχής ενέργειας.
- Οδηγία προώθησης των ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) για την επίτευξη του στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ κατά 20% στην κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2020 και υποχρεωτικός στόχος για 10% χρήση ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών.
- Οδηγία προώθησης εξοικονόμησης ενέργειας για την εφαρμογή εθνικών πλάνων για εξοικονόμηση ενέργειας του ύψους 1% το έτος.
- Οδηγίες για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων με στόχο την σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας από τα κτήρια μέχρι το 2020 καθώς και την ενεργειακή ετικέτα σε όλες τις οικιακές συσκευές.
- Άλλες οδηγίες για την αύξηση της απόδοσης και της εξασφάλισης υγιούς ανταγωνισμού για ασφαλή αγορά (European Council, 2011).

Εκτός από αυτές τις οδηγίες και τους στόχους, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε και κάποιους στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με σκοπό τη μείωση του φαινομένου που προκαλεί τις αλλαγές στο κλίμα. Αυτό επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον ενεργειακό τομέα αφού αυτός ευθύνεται για το 80% των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων στην ΕΕ.

Το μεγαλύτερο μέτρο προς την κατεύθυνση για την επίτευξη των στόχων είναι το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών. Οι ενεργοβόρες βιομηχανίες καλύπτουν περίπου τις μισές εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων από τις συνολικές εκπομπές σε όλη την Ευρώπη (Ζαχαριάδης, 2008). Το σύστημα αυτό επιτρέπει θεωρητικά τη μείωση των εκπομπών με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Σε κάθε βιομηχανία επιτρέπεται ένας συγκεκριμένος αριθμός εκπομπών που καθορίζεται σύμφωνα με τα προηγούμενα έτη. Στο τέλος του έτους, οι

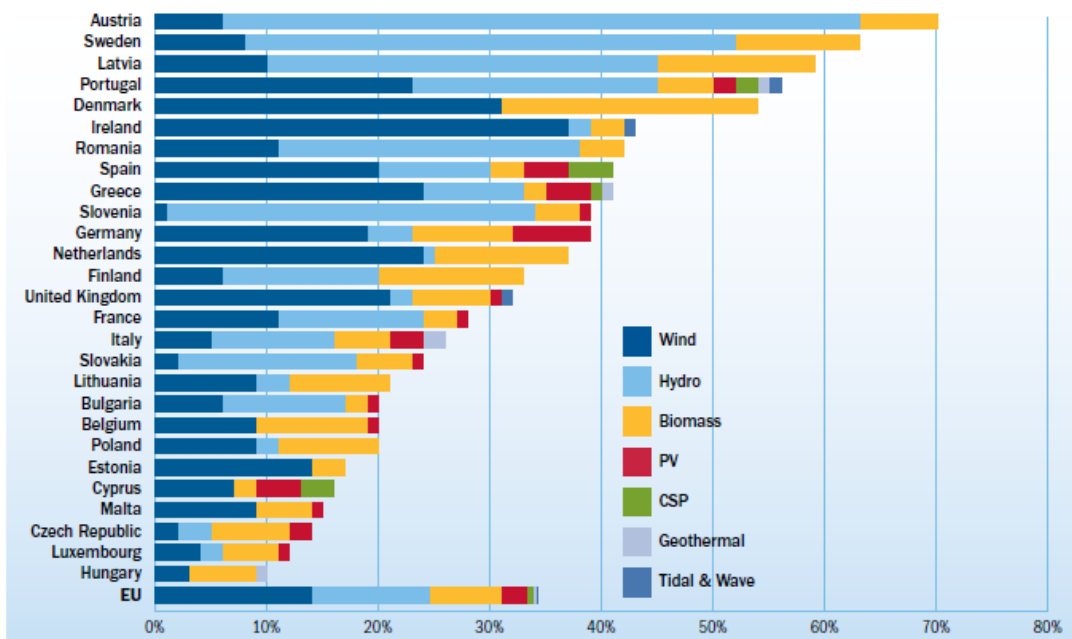
βιομηχανίες που πρόκειται να εκπέμψουν περισσότερους ρύπους από το επιτρεπόμενο ποσό, οφείλουν να αγοράσουν τα δικαιώματα σε μια αγορά εκπομπών άνθρακα. Έτσι οι βιομηχανίες θα έρθουν στο δίλημμα του οικονομικού συμφέροντος, αν δηλαδή προτιμούν να αγοράσουν περισσότερα δικαιώματα για μεγαλύτερη παραγωγή ή να πάρουν μέτρα μείωσης των εκπομπών για να καταφέρουν στο τέλος του έτους να πουλήσουν μέρος των δικαιωμάτων τους στην αγορά. Αυτό το σύστημα ξεκίνησε να λειτουργεί το 2005 και μέχρι τώρα τα αρχικά δικαιώματα χαρίζονται στις βιομηχανίες. Από το 2013 όμως τα δικαιώματα θα πρέπει να αγοράζονται εξ' αρχής.

Τα αποτελέσματα των οδηγιών πιο πάνω φαίνονται στο σχήμα 1.7. Η εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Σύλλογο Αιολικής Ενέργειας (European Wind Energy Association) στην παραγωγή ηλεκτρισμού οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ έφθασαν το 63% των συνολικών νέων εγκαταστάσεων (17.3GW) ενώ το 1995 ήταν μόνο το 14% (1.3GW)(EWEA, 2011). Το 2010, αν και εγκαταστάθηκαν 22,7GW ηλεκτρικής παραγωγής, το φυσικό αέριο είχε την πρωτιά με πάρα πολλές νέες εγκαταστάσεις. Το φυσικό αέριο δεν είναι η «άριστη» περιβαλλοντική λύση, αλλά είναι από τις πιο αξιόπιστες αφού έχει πολύ καλό βαθμό απόδοσης και πολύ χαμηλότερες εκπομπές ρύπων από τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Για αυτό και στην Ευρώπη χρησιμοποιείται εκτενώς.



Εικόνα 1.7: Εγκατεστημένη ισχύς σε αναλογία καυσίμου για της EU27 χώρες (Πηγή: EWEA, 2011)

Σύμφωνα με την ίδια έκθεση, οι στόχοι της ΕΕ μέχρι το 2020 φαίνεται να επιτυγχάνονται. Στο σύνολο της ΕΕ, η κατανάλωση ηλεκτρισμού που προέρχεται από ΑΠΕ θα φτάσει περίπου στο 35%. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως από κράτη- μέλη που έχουν μεγάλο δυναμικό σε οποιαδήποτε ανανεώσιμη πηγή. Για παράδειγμα η Αυστρία σχεδιάζει να καταναλώνει περίπου 55% του ηλεκτρισμού από υδροηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από την μεγάλη ροή νερού στους ποταμούς της κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους που πηγάζουν από τις Άλπεις. Η Δανία και η Ιρλανδία, το κλίμα των οποίων χαρακτηρίζεται από τους δυνατούς ανέμους που επικρατούν, στοχεύουν στην αιολική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά, που έχουν ενδιαφέρον για την Κύπρο λόγω του πολύ υψηλού ηλιακού δυναμικού της, δεν έχουν την ίδια απόδοση όπως άλλες τεχνολογίες και έχουν μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης.

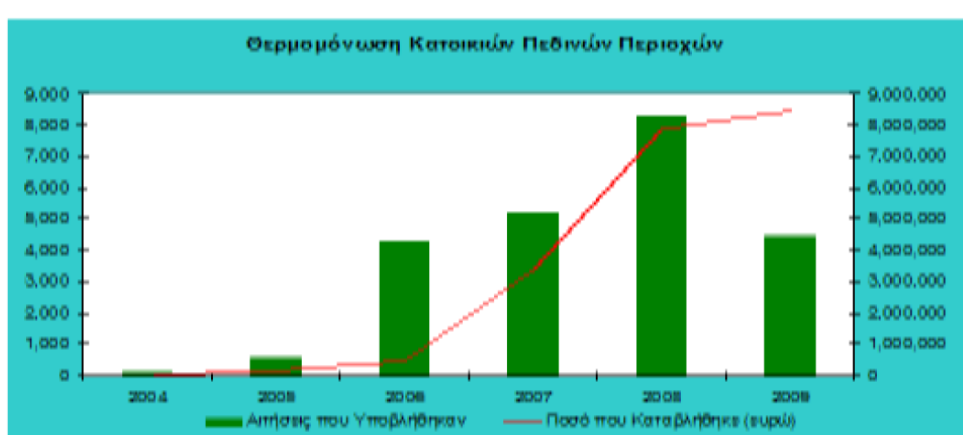


Εικόνα 1.8: Ποσοστό ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά μέλος της ΕΕ το 2020 σύμφωνα με τα εθνικά πλάνα δράσης (Πηγή: EWEA, 2011)

Η παρακολούθηση των διεθνών και εγχώριων συνθηκών της ενέργειας και η εναρμόνιση των οδηγιών της ΕΕ στα δεδομένα της Κύπρου και η δημιουργία των εθνικών πλάνων σχετικά με την ενέργεια (βασικά η χάραξη της ενεργειακής πολιτικής της Κύπρου) είναι αρμοδιότητα της Υπηρεσίας Ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού. Άλλες αρμοδιότητες της Υπηρεσίας είναι

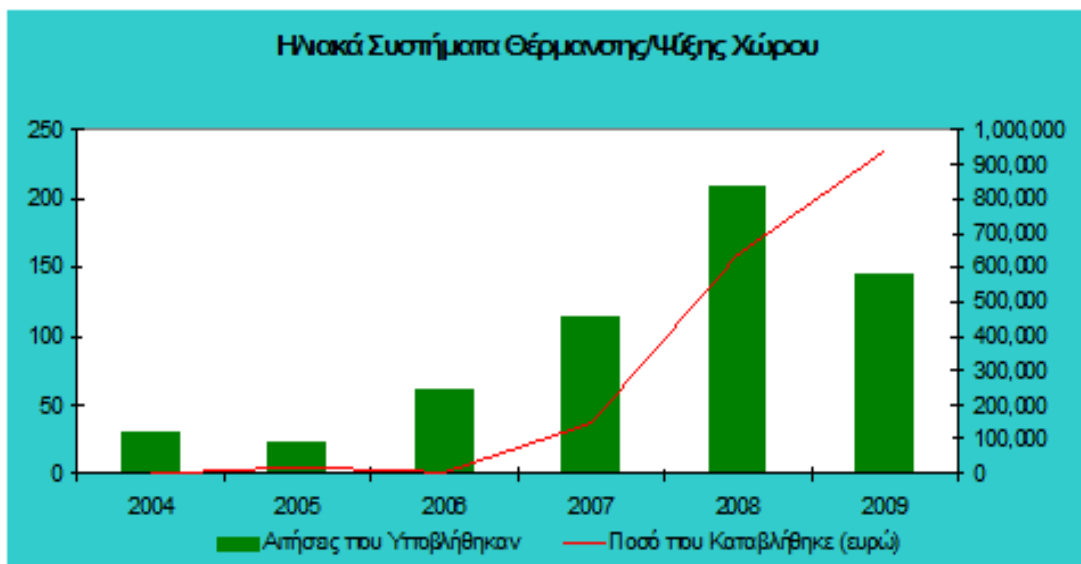
- ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της προμήθειας και των αποθεμάτων ασφαλείας των καυσίμων σύμφωνα με την οδηγία της ΕΕ,
- ο έλεγχος της ποιότητας των πετρελαιοειδών προϊόντων για την προστασία των καταναλωτών,
- η λήψη μέτρων και κινήτρων για ανάπτυξη τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και εφαρμογής ΑΠΕ
- διαπραγματεύσεις με γειτονικές χώρες για οριοθέτηση της αποκλειστικής οικονομικής ζώνης για πιθανά κοιτάσματα που θα αλλάξουν το ενεργειακό σύστημα της χώρας.

Η Κύπρος έχει εθνικό στόχο για παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ 13% τη στιγμή που η ΕΕ έχει δικό της στόχο 20%. Για να επιτευχθεί ο στόχος η Κυπριακή Δημοκρατία ενέκρινε ένα σχέδιο χορηγιών που καλύπτουν μέρος του αρχικού κόστους μιας νέας εγκατάστασης ΑΠΕ. Με το σχέδιο αυτό, ιδιώτες αλλά και επιχειρήσεις μπορούν να εγκαταστήσουν ΑΠΕ και να συνδεθούν στο δίκτυο ηλεκτρισμού της χώρας, με αποτέλεσμα την ελευθεροποίηση της αγοράς ενέργειας (κατά 35% μέχρι σήμερα (Κασίνης, 2010)). Χορηγίες επίσης δίνονται για εξοικονόμηση ενέργειας. Ιδιαίτερα εμφανές είναι στον οικιακό τομέα όπου τα νέα κτήρια χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας (όπως ενεργειακά τζάκια, θερμομόνωση και ηλιακά συστήματα θέρμανσης/ψύξης χώρου). Τα τελευταία χρόνια οι αιτήσεις που φτάνουν στην Υπηρεσία πολλαπλασιάστηκαν με αποτέλεσμα ο προϋπολογισμός της Κυπριακής Δημοκρατίας για τις χορηγίες να αυξάνεται.



Εικόνα 1.9: Σύνολο αιτήσεων για Θερμομόνωση (Πηγή: Κασίνης,2010)

Στον τομέα των μεταφορών, όπου η Κύπρος αντιμετωπίζει μεγάλο πρόβλημα, έθεσε αυστηρά κριτήρια στις εκπομπές των οχημάτων και στην ποιότητα των καυσίμων. Επίσης βοήθησε στη δημιουργία νέου δικτύου μαζικών μεταφορών με περισσότερες στάσεις, νέα δρομολόγια, γραμμές λεωφορείων και καινούργια λεωφορεία χαμηλότερων εκπομπών, έτσι ώστε να μειωθούν τα ιδιωτικά οχήματα στους δρόμους κυρίως των πόλεων και ταυτόχρονα να μειωθούν οι εκπομπές. Μέσα στα επόμενα χρόνια η Υπηρεσία θέλει την επίτευξη της ελευθεροποίησης της αγοράς κατά 65%. Η έλλειψη φυσικού αερίου αποτελεί μεγάλο εμπόδιο για την επίτευξη του στόχου αυτού αφού ενισχύει την παρουσία μονοπωλίου στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Μέχρι το 2015 προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί το φυσικό αέριο που θα εισάγεται σε υγροποιημένη μορφή με χερσαίο αγωγό προερχόμενο από τα κοιτάσματα της Κύπρου. Στόχο έχει την αύξηση του ανταγωνισμού και τη μείωση στην τιμή του ηλεκτρισμού ως προς το συμφέρον του καταναλωτή (Κίτσιος, 2009)

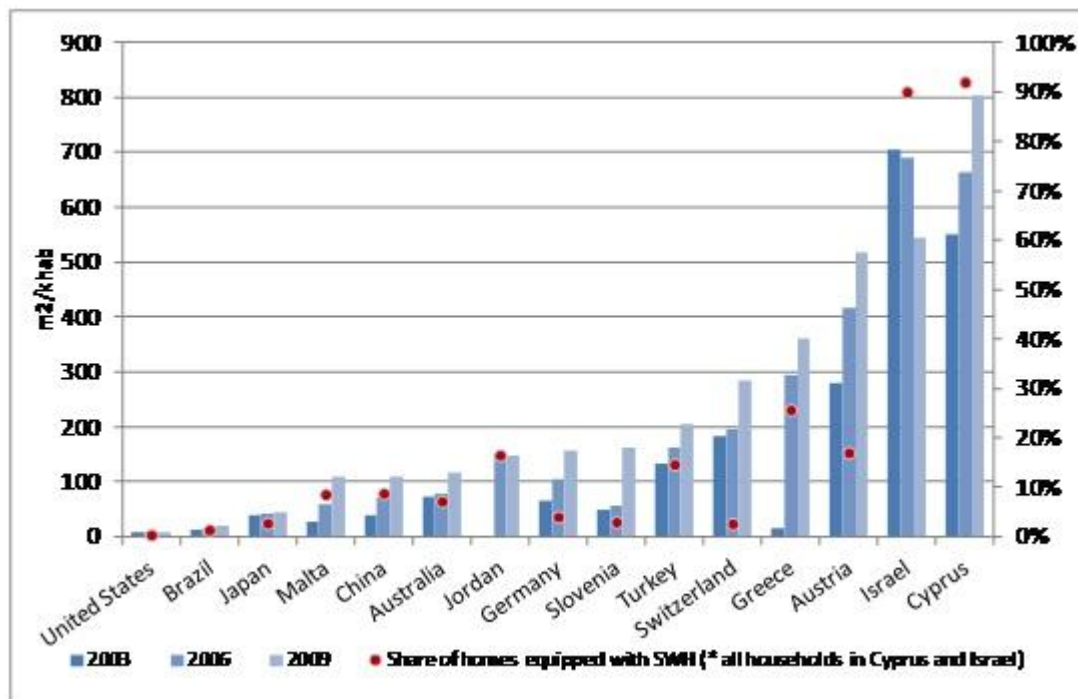


Εικόνα 1.10: Σύνολο αιτήσεων για ηλιακά συστήματα θέρμανσης/ψύξης (Πηγή: Κασίνης, 2010)

1.2 Κυπριακές Επιτυχίες

Παρά τα όσα μέτρα πρέπει η Κυπριακή Δημοκρατία να πάρει για να πετύχει τους στόχους που της έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Κύπρος έχει και μια πρωτιά όσο αφορά τη χρήση της ηλιακής ενέργειας. Το 2006 έχει βραβευτεί με το βραβείο ανανεώσιμης ενέργειας-Ali Sayigh (Renewable Energy Trophy). Το βραβείο αυτό δίνεται στην χώρα με την μεγαλύτερη αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό

σύστημα της χώρας. Την απόφαση του νικητή την λαμβάνει επιτροπή που αποτελείται από επιστήμονες του χώρου της ανανεώσιμης ενέργειας. Η Κύπρος κατέχει την πρωτιά στην χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση νερού χρήσης. Το 90% των σπιτιών στην Κύπρο έχουν εγκατεστημένο σύστημα παραγωγής ζεστού νερού φτάνοντας τα 800 τετραγωνικά μέτρα ανά 1000 κατοίκους. Μάλιστα το ποσοστό έχει αυξηθεί κατά 30% από το 2003 μέχρι το 2009. Την Κύπρο ακολουθεί το Ισραήλ με ποσοστό 60% εγκαταστημένων συστημάτων αλλά με σημαντική μείωση τα τελευταία χρόνια. Οι υπόλοιπες χώρες έχουν ακόμα μικρότερα ποσοστά (ENERDATA, 2012).



Εικόνα 1.11: Εγκατεστημένη Ισχύς Ηλιακών Θερμοσίφωνων ανά Χίλιους κατοίκους και Μερίδιο από τα σπίτια που είναι εγκατεστημένα (ENERDATA, 2012)

1.3 Προηγούμενες μελέτες

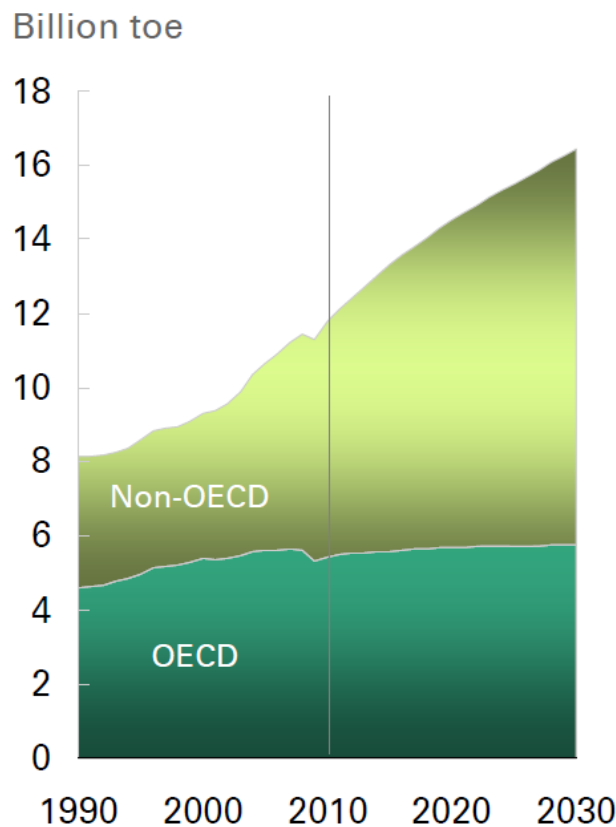
Μελέτες οι οποίες προσπαθούν να προβλέψουν την κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς έχουν γίνει πολλές σε διεθνές αλλά και εθνικό επίπεδο. Μια από τις πιο πρόσφατες σε διεθνές επίπεδο είναι της ExxonMobil (2012). Η διεθνούς φήμης εταιρία καυσίμων πραγματοποίησε πρόβλεψη κατανάλωσης για όλους τους τομείς μέχρι το 2040. Στα αποτελέσματα επιδρά καθοριστικά η προβλεπόμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού κατά 25% τα επόμενα 30 χρόνια. Οι κυριότερες προβλέψεις είναι:

- η διεθνής κατανάλωση ενέργειας θα πραγματοποιήσει 30% άνοδο συγκριτικά με το 2010, ενώ χώρες εκτός OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) θα έχουν αύξηση μέχρι και 60%
- ο ηλεκτρισμός θα καταλαμβάνει το 40% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης. Επίσης θα αυξηθεί κατά 80% από το 2010 μέχρι το 2040
- η κατανάλωση υγρών καυσίμων θα αυξηθεί κατά 70% μέχρι το 2040 στις χώρες εκτός OECD τη στιγμή που η παγκόσμια ζήτηση σε φυσικό αέριο θα αυξηθεί στο 60% σε 30 χρόνια.
- η συμμετοχή του τομέα των μεταφορών στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση θα μειωθεί από 95% στο 90% μέχρι το 2040.
- λόγω της μεγάλης ανάπτυξης του βιομηχανικού τομέα στην Ασία, η κατανάλωση στο βιομηχανικό τομέα θα αυξηθεί κατά 30%.
- οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα μειωθούν στο 20% από τις χώρες OECD μέχρι το 2040

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και σε πρόβλεψη για την ενέργεια που πραγματοποίησε η BP το 2011. Ως κυριότερη αιτία για την αύξηση της ενέργειας ορίζεται και εδώ η αύξηση του πληθυσμού. Ένα από τα κύρια συμπεράσματα της πρόβλεψης της BP είναι ότι οι υπό ανάπτυξη χώρες κατέχουν το 93% της παγκόσμιας αύξησης στην κατανάλωση η οποία θα είναι 45% στα επόμενα 20 χρόνια. Για τις μεταφορές, προβλέπεται τα υγρά καύσιμα να κυριαρχούν αλλά το μερίδιό τους θα μειωθεί με την όλο και μεγαλύτερη αύξηση των βιοκαυσίμων και άλλων εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα.

Παρόμοιες μελέτες έχουν γίνει από διάφορους μελετητές στα εθνικά πλαίσια της Κύπρου. Οι περισσότερες έχουν επικεντρωθεί στην ανάλυση του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας και στα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για επίτευξη των στόχων που έθεσε η Κυπριακή Δημοκρατία, ενώ λιγότερες προβλέπουν την κατανάλωση της ενέργειας στο μέλλον. Ο Ζαχαριάδης (2006) επικεντρώθηκε στην κατανάλωση του ηλεκτρισμού για το βιομηχανικό, εμπορικό, οικιακό και αγροτικό τομέα για την περίοδο 1960-2004 καθώς και πρόβλεψή της μέχρι το 2030. Αποτέλεσμα της μελέτης αυτής είναι ότι η χρήση ηλεκτρισμού αναμένεται να τριπλασιαστεί τα επόμενα 25 χρόνια κυρίως λόγω της αύξησης της χρήσης (και του μεριδίου που τους αντιστοιχεί) από τον οικιακό και τριτογενή τομέα. Η μελέτη αυτή εξελίχθηκε δύο χρόνια αργότερα από τον ίδιο

(Ζαχαριάδης, 2008). Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν εδώ ήταν ακριβέστερα και τα αποτελέσματα πιο ορθά. Επίσης προστέθηκαν οι επιπτώσεις στην κατανάλωση ηλεκτρισμού από τις κλιματικές αλλαγές που προβλέφθηκαν για την περιοχή της Κύπρου. Η μελέτη αυτή συμπεραίνει ότι μετά το 2020 όπου η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι πιο εμφανής, η ανάγκη για ψύξη άρα και σε γενικό βαθμό η κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί περισσότερο από ότι συμπεράνε η προηγούμενη μελέτη.



Εικόνα 1.12: Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου

Την ίδια χρονιά όπου έγινε η πρόβλεψη για την κατανάλωση ηλεκτρισμού από τον Ζαχαριάδη (2006), ο ίδιος πραγματοποίησε μια πιο ολοκληρωμένη πρόβλεψη προσθέτοντας και τα καύσιμα στο μοντέλο που χρησιμοποίησε (Zachariadis, 2006). Αυτή ήταν η πρώτη ολοκληρωμένη οικονομετρική ανάλυση της κατανάλωσης που πραγματοποιήθηκε στην Κύπρο και τα αποτελέσματα της ήταν πολύ βοηθητικά για την χάραξη πλάνων από την Κυπριακή Δημοκρατία.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΕΙΣΩΣΕΙΣ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης της ενέργειας ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας διενεργείται με τη βοήθεια μιας εμπειρικής μεθοδολογίας που έχει εφαρμοστεί ευρέως στο παρελθόν από εθνικές υπηρεσίες ενέργειας και διεθνείς οργανισμούς. Η κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται με αναδρομικές εξισώσεις ως συνάρτηση της κατανάλωσης του προηγούμενου έτους και συγκεκριμένων εξωγενών μεταβλητών όπως οι τιμές των καυσίμων και το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν. Οι εξισώσεις αυτές προέρχονται από μοντέλα αυτοπαλινδρόμησης (autoregression models) που χρησιμοποιούνται για την οικονομετρική ανάλυση της ζήτησης ενέργειας στο παρελθόν. Τέτοια είναι τα μοντέλα διανυσματικής αυτοπαλινδρόμησης (vector error correction models – VEC) και τα μοντέλα αυτοπαλινδρόμησης και κατανεμημένη υστέρηση (autoregressive distributed lag models – ARDL).

2.1.1 Συνολική Ζήτηση

Για τον υπολογισμό της τελικής ζήτησης της ενέργειας σε όλους τους τομείς πρέπει να αφαιρέσουμε στην αρχή ένα ποσό του ηλεκτρισμού, το οποίο θεωρείται αναντικατάστατο. Με αυτόν τον όρο εννοούμε την κατανάλωση του ηλεκτρισμού ο οποίος θα χρησιμοποιείται πάντοτε, χωρίς να μπορεί να υποκατασταθεί από άλλο καύσιμο στο προβλεπτό μέλλον. Παράδειγμα αυτού του ηλεκτρισμού είναι η κατανάλωση που έχουν οι οικίες για φωτισμό και για συσκευές που χρησιμοποιούν τον ηλεκτρισμό όπως φούρνοι μικροκυμάτων, ψυγεία ή ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Από την άλλη πλευρά η αντικαταστάσιμη ζήτηση ενέργειας είναι η ζήτηση για την ικανοποίηση της οποίας ανταγωνίζονται διάφορα καύσιμα και τεχνολογίες. Για παράδειγμα στις μεταφορές, υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ βενζίνης και πετρελαίου και με την πρόοδο της τεχνολογίας θα μεταβούμε τα συμβατικά καύσιμα σε ηλεκτρισμό ή υδρογόνο. Έτσι η τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$EN_{i,t} = E_{i,t} + ELCNS_{i,t} \quad (\text{εξίσωση 2.1})$$

όπου $EN_{i,t}$ η τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα (i) και ανά χρονιά (t), $E_{i,t}$ η αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα και ανά χρονιά και $ELCNS_{i,t}$ η αναντικατάστατη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα και ανά χρονιά.

Η αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας δίνεται από τη σχέση

$$E_{i,t} = E_{i,t-1} \cdot (1 - eff_{i,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}}\right)^{\alpha_i} \cdot \left(\frac{ap_{i,t}}{ap_{i,t-1}}\right)^{\beta_{1i}} \cdot \left(\frac{ap_{i,t-1}}{ap_{i,t-2}}\right)^{\beta_{2i}} \cdot \prod_{r=2}^7 \left(\frac{ap_{i,t-r}}{ap_{i,t-r-1}}\right)^{\varphi\left(\frac{r}{n}\right) \cdot \gamma_i}$$

(εξίσωση 2.2)

όπου $E_{i,t}$ η αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα για την ενδιαφερόμενη χρονιά, eff η πιθανή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τη χρονιά, A η μεταβλητή της οικονομικής δραστηριότητας, ap μέση τιμή της ενέργειας για κάθε τομέα, α η ελαστικότητα του εισοδήματος, β_1 και β_2 οι βραχυπρόθεσμες ελαστικότητες της τιμής της ενέργειας, γ_1 η μακροπρόθεσμη ελαστικότητα τιμής και $\varphi(r/n)$ όρος όπου βοηθά στη μείωση της επίδρασης των μακροπρόθεσμων τιμών. Οι ελαστικότητες ερμηνεύουν την ευαισθησία ή την ανταπόκριση των καταναλωτών σε μια αλλαγή στη μεταβλητή. Με μαθηματικούς όρους, υπολογίζεται ως ο λόγος μεταξύ του ποσοστού της μεταβολής της ποσότητας που καταναλώνεται ως προς το ποσοστό της αλλαγής της μεταβλητής. Ενώ οι υπόλοιπες ελαστικότητες είναι σταθερές, ο τελευταίος όρος μεταβάλλεται βάση της εξίσωσης:

$$\varphi\left(\frac{r}{n}\right) = \frac{6(n+1-r) \cdot r}{n(n+1)(n+2)}$$

(εξίσωση 2.3)

Η οικονομική δραστηριότητα A ορίζει το αν ένας τομέας δείχνει πρόοδο ή όχι. Φυσικά κάθε τομέας χαρακτηρίζεται από διαφορετική οικονομική μεταβλητή. Από ποια παράμετρο εξαρτάται φαίνεται στον πίνακα 2.1. Για παράδειγμα οι τομείς των βιομηχανιών χαρακτηρίζονται από την προστιθέμενή τους αξία στο συνολικό ΑΕΠ. Από την άλλη η ναυσιπλοΐα κινείται ανάλογα με τη γενική ανάπτυξη της χώρας. Στην εξίσωση 2.2 εφαρμόζεται ο ρυθμός μεταβολής οικονομικής δραστηριότητας σε σχέση με τις προηγούμενες χρονιές, και όχι το απόλυτο μέγεθος της μεταβολής αυτής.

Όπως φαίνεται στην εξίσωση 2.2, ο υπολογισμός της τελικής ζήτησης της ενέργειας για τη χρονιά που μας ενδιαφέρει, χρησιμοποιεί ως βάση τη ζήτηση της προηγούμενης χρονιάς και ακολούθως την επιρροή που έχουν οι υπόλοιπες οικονομικές παράμετροι και το μέγεθος της επιρροής που έχουν σε αυτή. Με την εφαρμογή του λόγου των μεταβλητών (A και ap) της ενδιαφερόμενης χρονιάς με την προηγούμενη, η ζήτηση της τελικής ενέργειας θα αυξηθεί ή θα μειωθεί ανάλογα. Αν για παράδειγμα η οικονομική δραστηριότητα στη βιομηχανία αυξηθεί την τελευταία χρονιά και ταυτόχρονα έχουμε μείωση του λόγου της μέσης τιμής της ενέργειας για τη βιομηχανία τα τελευταία χρόνια, τότε η ζήτηση της

ενέργειας θα αυξηθεί επειδή η ελαστικότητα εισοδήματος είναι θετική ενώ η ελαστικότητα τιμής αρνητική. Τι θα γίνει όταν οι λόγοι όμως δεν συμβαδίζουν;

Πίνακας 2.1: Οι οικονομικοί τομείς που περιλαμβάνονται στο μοντέλο και η αντίστοιχη μεταβλητή οικονομικής δραστηριότητας που χρησιμοποιείται.

Τομέας	Οικονομική Δραστηριότητα
Τσιμεντοβιομηχανία	Προστιθέμενη Αξία της τσιμεντοβιομηχανίας
Λοιπή Βιομηχανία	Προστιθέμενη Αξία της Βιομηχανίας
Υπηρεσίες	Προστιθέμενη Αξία των Υπηρεσιών
Γεωργία	Προστιθέμενη Αξία της Γεωργίας
Νοικοκυριά	Ιδιωτική Κατανάλωση
Μεταφορές Προσωπικού	Ιδιωτική Κατανάλωση
Αερομεταφορές	ΑΕΠ
Μεταφορές Εμπορευμάτων	ΑΕΠ

Στην περίπτωση αυτή θα παίξουν μεγάλο ρόλο οι ελαστικότητες. Όσο πιο μεγάλες είναι οι ελαστικότητες, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η επιρροή που θα έχει ο συγκεκριμένος λόγος στον υπολογισμό της τελικής ζήτησης. Παίρνουμε για παράδειγμα την περίπτωση όπου ο λόγος της οικονομικής δραστηριότητας είναι μεγαλύτερος της μονάδας ενώ ο λόγος της τιμής της ενέργειας ανά τομέα είναι επίσης μεγαλύτερος του 1 (και θεωρώντας ότι οι υπόλοιποι λόγοι ισούνται με μονάδα). Αν η ελαστικότητα του εισοδήματος είναι μεγαλύτερη από την ελαστικότητα της τιμής της ενέργειας σε απόλυτη τότε θα έχουμε μια αύξηση στην τελική ζήτηση της ενέργειας.

Η μέση τιμή της ενέργειας ανά τομέα διακυμαίνεται με κάθε νέα χρονιά. Για την πρόβλεψή της πρέπει να λάβουμε υπόψη δύο παραμέτρους, την τιμή κάθε καυσίμου(p_i) και το μερίδιο της κατανάλωσης του συγκεκριμένου καυσίμου στην συνολική κατανάλωση (W_i) (εξίσωση 2.4).

$$ap_{i,t} = \sum_j (W_{i,j,t-1} \cdot p_{j,t}) \quad (\text{εξίσωση 2.4})$$

Η τιμή του κάθε καυσίμου είναι γενικά δύσκολο να προβλεφθεί. Τα διάφορα γεγονότα που διαδραματίζονται καθημερινά στον πλανήτη υποχρεώνουν την τιμή των καυσίμων να αυξάνεται απότομα αλλά και να μειώνονται. Αυτό ήταν φανερό στα πρόσφατα γεγονότα στη Λιβύη που είναι μεγάλος προμηθευτής πετρελαίου στην Ευρώπη. Με την έναρξη των γεγονότων και το σταμάτημα της τροφοδοσίας του πετρελαίου, η τιμή των καυσίμων στην Ευρώπη αυξήθηκε δραματικά. Έτσι στην εργασία αυτή, δίνεται μια προσέγγιση στην τιμή του κάθε καυσίμου σύμφωνα με την διακύμανση της τιμής τα τελευταία χρόνια.

$$p_{j,t} = p_{j,t-1} + ppa_j \cdot (p_{oil,t} - p_{oil,t-1}) + r_{j,t} \quad (\text{εξίσωση 2.5})$$

όπου p η τιμή του κάθε καυσίμου κάθε έτος, p_{oil} η τιμή του αργού πετρελαίου στην διεθνή αγορά για κάθε έτος, ppa η σταθερά μετατροπής της διεθνούς τιμής του αργού πετρελαίου στο συγκεκριμένο καύσιμο και r σταθερά. Με την τελευταία σταθερά μπορούμε να επέμβουμε μια συγκεκριμένη χρονιά στο μοντέλο και να αυξήσουμε ή να μειώσουμε την τιμή του συγκεκριμένου καυσίμου έτσι ώστε να μπορούμε να μελετήσουμε την απότομη επιρροή ενός γεγονότος στην τιμή του καυσίμου π.χ. αλλαγή στη φορολογία του καυσίμου αυτού. Η αρχική τιμή της σταθεράς είναι 0. Η σταθερά μετατροπής ppa υπολογίστηκε στατιστικά με βάση τις τιμές των τελευταίων διαθέσιμων ετών για κάθε καύσιμο έτσι ώστε να μειώσουμε τα στατιστικά σφάλματα κατά τη μετατροπή. Ορίζεται ως η μέση τιμή του λόγου της διαφοράς της τιμής του κάθε καυσίμου με την προηγούμενη χρονιά ως προς τη διαφορά της διεθνούς τιμής του αργού πετρελαίου με την προηγούμενη χρονιά, για την περίοδο 2002-2010.

Τους ίδιους υπολογισμούς χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε και τον μη αντικαταστάσιμο ηλεκτρισμό για τα επόμενα έτη. Σε αυτή την περίπτωση οι υπολογισμοί είναι ευκολότεροι για τον λόγο ότι δεν ασχολούμαστε με όλα τα καύσιμα αλλά μόνο για ένα ποσοστό του ηλεκτρισμού για όλους τους τομείς χρησιμοποιώντας τις εξής εξισώσεις:

$$ELCNS_{i,t} = ELCNS_{i,t-1} \cdot (1 - eff_{i,lc,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}}\right)^{\alpha e_1} \cdot \left(\frac{p_{elc,t}}{p_{elc,t-1}}\right)^{\beta e_1} \cdot \left(\frac{p_{elc,t-1}}{p_{elc,t-2}}\right)^{\beta e_2} \quad (\text{εξίσωση 2.6})$$

όπου ELCNS ο μη αντικαταστάσιμος ηλεκτρισμός, $p_{elc,t}$ η τιμή του ηλεκτρισμού για τη χρονιά t , A η μεταβλητή της οικονομικής δραστηριότητας του τομέα i για το έτος t , α_{elc} η ελαστικότητα του εισοδήματος και β_{elc1} και β_{elc2} η βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα τιμής του ηλεκτρισμού. Στο έτος βάσης, αυτό δηλαδή από όπου ξεκινάει η πρόβλεψη, η ζήτηση

του μη αντικαταστάσιμου ηλεκτρισμού είναι ένα ποσοστό από την τελική κατανάλωση του ηλεκτρισμού σε κάθε τομέα πολλαπλασιασμένο με ένα ποσοστό που προκύπτει από στατιστικά δεδομένα.

2.1.2 Πρόβλεψη της ζήτησης ανά καύσιμο με εισδοχή νέων αποδόσιμων τεχνολογιών

Κατά τη διάρκεια των ετών θα αλλάξουν κάποια δεδομένα λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης και της εφαρμογής νέων και αποδοτικότερων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας. Δεν μπορεί μια πρόβλεψη να αγνοήσει τη διείσδυση νέων καυσίμων ειδικά τη στιγμή που υπάρχει στόχος για την συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό σύστημα. Έτσι στο μοντέλο προσθέσαμε κάποιες από τις σημαντικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για κάθε τομέα και για κάθε καύσιμο. Οι τεχνολογίες θα μπαίνουν σταδιακά στο ισοζύγιο μέσω της διαδικασίας απόσυρσης παλιών συσκευών και εξοπλισμού και της αντικατάστασης τους με νέα. Αυτό γίνεται με την σχέση 2.7 όπου το LF είναι ο χρόνος ζωής της εγκατεστημένης τεχνολογίας

$$\overline{E}_{ijt} = E_{i,j,t-1} \cdot (1 - eff_{i,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}}\right)^{a_i} \cdot \left(\frac{ap_{i,j,t}}{ap_{i,j,t-1}}\right)^{\beta_{1i}} \cdot \left(\frac{ap_{i,j,t-1}}{ap_{i,j,t-2}}\right)^{\beta_{2i}} \cdot \prod_{r=2}^7 \left(\frac{ap_{i,t-r}}{ap_{i,t-r-1}}\right)^{\varphi\left(\frac{r}{n}\right) \gamma_i} \cdot \frac{LF_{ij}^{-1}}{LF_{ij}}$$

(εξίσωση 2.7)

όπου \bar{E} είναι η κατανάλωση ενέργειας του εναπομείναντος εξοπλισμού σε κάθε τομέα. Το αποτέλεσμα αυτής της εξίσωσης είναι ένα ποσό κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο, τομέα και έτος το οποίο θα είναι διαφορετικό από την κατανάλωση που υπολογίζεται από την εξίσωση 2.2. Έτσι θα δημιουργηθεί μια διαφορά στη ζητούμενη κατανάλωση ενέργειας που θα αναπληρωθεί με τη νέα τεχνολογία που θα εισέλθει (εξίσωση 2.8).

$$NEW_{it} = E_{it} - \sum_j \overline{E}_{ijt} \quad (\text{εξίσωση 2.8})$$

Η διαφορά αυτή θα είναι είτε αρνητική είτε θετική. Σε περίπτωση που είναι αρνητική τότε θα εφαρμοστεί η εξίσωση 2.9 για να υπολογιστεί η νέα κατανάλωση ενέργειας. Στην άλλη περίπτωση που είναι θετική, η νέα κατανάλωση ανά τομέα και ανά καύσιμο θα είναι το αποτέλεσμα της εξίσωσης 2.7 προσθέτοντας το γινόμενο της διαφοράς με τον όρο s_{ijt} (εξίσωση 2.10).

$$NEW_{it} \leq 0 \text{ then } E_{ijt} = E_{ijt-1} \cdot \frac{E_{it}}{E_{it-1}} \quad (\text{εξίσωση 2.9})$$

$$NEW_{it} > 0 \text{ then } E_{ijt} = \overline{E}_{ijt} + s_{ijt} \cdot NEW_{it} \quad (\text{εξίσωση 2.10})$$

$$S_{ijt} = w_{ijt} \frac{\left(\frac{d_t e^{d_i L F_{it}}}{e^{d_i L F_{it-1}}} \cdot CC_{ijt} + FC_{ijt} + (VC_{ijt} + \frac{p_j}{eff_{ijt}}) / CONV_{ijt} \right)^{Y_1}}{SUM_{it}} \quad (\text{εξίσωση 2.11})$$

Ο όρος s_{ijt} ορίζεται ως το μερίδιο του καυσίμου ανά τεχνολογία για την κατανάλωση ενέργειας από την νέα τεχνολογία κάθε έτος. Στον όρο αυτό συγκαταλέγονται διάφορες μεταβλητές απαραίτητες για την εγκατάσταση μιας νέας συσκευής όπως το αρχικό κόστος εγκατάστασης (CC), το κόστος λειτουργίας ανά έτος (FC) και το ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας (VC). Επίσης συμπεριλαμβάνει την τιμή του καυσίμου (p) και την απόδοση της νέας τεχνολογίας (eff). Ο παράγοντας SUM δίνεται στην εξίσωση 2.12.

$$SUM_{it} = \sum_j w_{ijt} \cdot \left[\frac{d_t e^{d_i L F_{it}}}{e^{d_i L F_{it-1}}} \cdot CC_{ijt} + FC_{ijt} + (VC_{ijt} + \frac{p_j}{eff_{ijt}}) / CONV_{ijt} \right]^{Y_1} \quad (\text{Εξίσωση 2.12})$$

Στο μοντέλο θα προσθέσουμε επίσης και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω της κατανάλωσης ενέργειας. Στην εργασία αυτή δεν θα συμπεριλάβουμε τις εκπομπές κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αφού μελετούμε μόνο την τελική κατανάλωση ενέργειας και η τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού δεν εκπέμπει άμεσα διοξείδιο του άνθρακα. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εκπομπών είναι η εξίσωση 2.13 και χρησιμοποιεί την τελική κατανάλωση ενέργειας E_{ijt} και τον συντελεστή εκπομπής διοξειδίων του άνθρακα (EF).

$$CO_2 = E_{ijt} \cdot EF \quad (\text{Εξίσωση 2.13})$$

3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με τις εξισώσεις που εξηγήθηκαν πιο πάνω, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε κάποια μεγέθη μέχρι και οκτώ έτη στο παρελθόν. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν κάποια δεδομένα απαραίτητα για την πρόβλεψη. Αυτά τα δεδομένα ελήφθησαν από έγκυρες διεθνείς πηγές αλλά και εγχώριες. Τα μακροοικονομικά μεγέθη όπως το ΑΕΠ και η ιδιωτική κατανάλωση για παράδειγμα, βρέθηκαν από τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Οικονομικών.

Πίνακας 3.1: Μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ του 2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες που παρατηρήθηκαν στην Κύπρο για τα έτη 2002 – 2010

Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
macroeconomic									
GDP	12195	12430	12955	13462	14017	14737	15270	15004	14944
Private consumption	7678	7842	8351	8699	9104	9956	10794	10468	10353
Value Added of Total	1445	1492	1516	1518	1471	1509	1565	1492	1480
Value Added of Cement	42	42	42	42	42	42	42	40	39
Value Added of Other	1403	1449	1473	1475	1428	1466	1522	1453	1440
Value Added of Services	9382	9538	9995	10466	11031	11633	12060	11961	11921
Value Added of Agriculture	428	397	388	375	337	326	319	315	311

Η διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου παίζει σημαντικό ρόλο στους υπολογισμούς αφού καθορίζει την αύξηση ή τη μείωση των τιμών της ενέργειας. Η τιμή του αργού πετρελαίου που χρησιμοποιείται στην εργασία είναι η πρόβλεψη του U.S Energy Information Association. Στο EIA η τιμή είναι σε δολάρια ανά βαρέλι σε τιμές του 2009, έτσι χρησιμοποιώντας αποπληθωρισμό και την συναλλαγματική Ευρώ/Δολαρίου ισοτιμία το μετατρέψαμε σε Ευρώ ανά τόνους ισοδύναμου πετρελαίου.

Πίνακας 3.2: Διεθνείς τιμές του αργού πετρελαίου και η μετατροπή τους σε Ευρώ/ΓΠΠ

Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Crude Oil Prices (USD/Barrel) 2009		31.08	36.25	46.95	61.93	70.08	73.93	99.57	61.66	78.03	81.00	84.50	88.00	91.34	94.53
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005		214.65	209.31	246.50	325.10	364.55	352.35	442.16	288.74	384.42	399.06	416.31	433.55	450.02	465.70
exchange rate USD/EURO		0.9456	1.1312	1.2439	1.2441	1.2556	1.3705	1.4708	1.3948	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257
GDP deflator to 2005 *		0.90	0.946	0.977	1.000	1.030	1.078	1.132	1.128	1.151					
conversion barrel to toe		0.135685													
Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Crude Oil Prices (USD/Barrel) 2009	97.55	100.41	103.12	105.66	108.05	110.28	112.35	114.26	116.01	117.60	119.03	120.30	121.42	122.37	123.17
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005	480.59	494.71	508.03	520.58	532.34	543.31	553.50	562.91	571.54	579.38	586.43	592.70	598.19	602.90	606.82
exchange rate USD/EURO	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257	1.3257

Για τις τιμές των καυσίμων χρειάστηκε μεγαλύτερη μελέτη. Η κυριότερη πηγή ήταν και πάλι η Στατιστική Υπηρεσία της οποίας τα στοιχεία αναλύονται ετήσια βρίσκοντας τη μέση τιμή του έτους. Για τη βενζίνη η Στατιστική Υπηρεσία κρατά στοιχεία και για τις δύο που βρίσκονται στην αγορά (αμόλυβδη 95 και 98 οκτανίων), έτσι έπρεπε να βρούμε τη μέση τιμή των δύο τιμών. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.3, το πιο ακριβό καύσιμο για τον καταναλωτή είναι ο ηλεκτρισμός αφού πριν να φτάσει στην τελική μορφή πρέπει να περάσει από τον παραγωγό που συμπεριλαμβάνει τα έξοδα καυσίμου (αργού πετρελαίου) αλλά και τα έξοδα λειτουργίας του. Για μερικά καύσιμα δεν υπήρχαν δεδομένα ετήσια για τις χρονιές που ερευνώνται στην εργασία. Έτσι έγινε η υπόθεση ότι ακολουθούν την τιμή του αργού πετρελαίου. Τα λοιπά στερεά καύσιμα και η βιομάζα θεωρήθηκαν ότι έχουν την ίδια τιμή με το αργό πετρέλαιο ενώ το βιοκαύσιμο ακολουθεί την τιμή του πετρελαίου κίνησης πολλαπλασιασμένο 120%. Αυτός ο λόγος προέκυψε εκτιμώντας τη συνεχή διαφορά των δύο τιμών σε συγκριτική γραφική παράσταση στην ιστοσελίδα του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA). Οι ανανεώσιμες πηγές έχουν τοποθετηθεί στο μοντέλο με μηδενική τιμή έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη σε μεταγενέστερο στάδιο είτε ως κάποιο σενάριο μελέτης είτε σε χρήση της τιμής από κάποια νέα εγκατάσταση.

Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gasoline	1007.00	868.78	960.20	1061.75	1145.66	1178.92	1280.05	1101.22	1000.00
Diesel	462.83	582.09	747.67	884.69	941.73	962.17	1155.92	885.79	868.42
ATF	283.72	267.05	299.00	377.60	416.56	400.00	486.57	335.56	433.69
Heating fuel	417.35	568.69	723.55	775.47	852.15	849.20	940.03	655.75	633.04
Light Fuel Oil	132.06	203.24	250.36	316.11	372.27	403.85	570.89	429.14	424.89
Heavy Fuel Oil	141.50	141.39	129.94	189.05	244.15	261.47	342.78	254.99	267.01
LPG	400.27	514.40	666.00	792.52	904.61	970.33	1095.69	885.31	805.56
Electricity Industry	1089.73	1122.99	1018.59	1152.76	1261.52	1262.86	1570.98	1275.47	1518.73
Electricity Households	1190.39	1206.49	1159.44	1254.48	1418.72	1404.01	1680.50	1377.88	1641.69
Electricity Agriculture	1124.74	1100.03	1032.88	1168.72	1298.39	1285.44	1606.89	1313.74	1566.02
Electricity Services	1363.26	1360.95	1251.30	1382.12	1476.95	1468.00	1784.63	1468.91	1714.65
Other solid fuels	53.48	46.98	44.10	45.14	46.06	44.16	43.23	45.44	48.76
Biofuels	555.40	698.50	897.20	1061.62	1130.07	1154.60	1387.10	1062.95	1042.10
Biomass	53.48	46.98	44.10	45.14	46.06	44.16	43.23	45.44	48.76
Geothermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Thermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrogen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CRUDE OIL	214.65	209.31	246.50	325.10	364.55	352.35	442.16	288.74	384.42
coal	53.48	46.98	44.10	45.14	46.06	44.16	43.23	45.44	48.76

Πίνακας 3.3: Τιμές των καυσίμων από το 2002 μέχρι το 2010 σε Ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου

Η μέση τιμή της ενέργειας ανά κλάδο υπολογίζεται προσθέτοντας όλες τις τιμές των καυσίμων με το ποσοστό που κατέχει το κάθε καύσιμο στην τελική κατανάλωση ενέργειας στον κάθε τομέα (εξίσωση 2.4). Για παράδειγμα, στον οικιακό τομέα, δεν θα χρησιμοποιηθεί η βενζίνη ως καύσιμο, άρα το μερίδιό της είναι μηδενικό. Με τη μέση τιμή

της ενέργειας μετατρέπει κανείς τις τιμές των καυσίμων σε τιμές ανά τομέα αφού από εδώ και πέρα θα είναι τα αποτελέσματα ανά τομέα. Τα μερίδια κάθε καυσίμου στην τελική κατανάλωση ενέργειας διατίθενται από τη Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου στα αρχεία της για το ενεργειακό ισοζύγιο. Αυτά που είναι διαθέσιμα είναι για τις χρονιές 2004 μέχρι το 2010. Έτσι έπρεπε να κάνουμε την υπόθεση ότι τα χρόνια 2002 και 2003 είχαν τα ίδια μερίδια με το 2004 και τα έτη από το 2011 και μετά κρατούνται σταθερά με τα μερίδια του 2010. Για τους τομείς των μεταφορών (εμπορικών και επιβατών) έπρεπε να διαμοιράσουμε περαιτέρω τα ποσοστά των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τον κάθε τομέα αφού η Στατιστική Υπηρεσία συμπεριέλαβε και τους δύο τομείς ως έναν. Ο επιβατικός τομέας των μεταφορών θεωρήθηκε ότι κατέχει το 95% της κατανάλωσης βενζίνης από την συνολική κατανάλωση του καυσίμου για τον τομέα των συνολικών μεταφορών και 5% από την κατανάλωση του πετρελαίου κίνησης. Ο εμπορικός τομέας των μεταφορών θεωρήθηκε ότι κατέχει τα υπόλοιπα. Στο μοντέλο μπορεί οποιαδήποτε μερίδιο των καυσίμων να αλλάξει σε κάποιο στάδιο πιο μετά για να διορθωθεί το μοντέλο ή να πραγματοποιηθούν σενάρια για την τελική ζήτηση ενέργειας.

Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
air transport	284	267	299	378	417	400	487	336
freight transport	477	590	754	890	947	968	1167	898
road passenger transport	924	825	928	1035	1115	1146	1261	1068
households	427	488	541	592	663	667	770	597
cement industry	136	141	143	164	181	183	130	121
other industries	436	489	504	577	637	648	798	645
services	535	581	598	661	717	720	853	701
agriculture	458	561	662	721	795	793	892	655

Πίνακας 3.4: Οι μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου ανά τομέα για την περίοδο 2002 – 2010

Για την ακριβέστερη εισαγωγή των τεχνολογιών στο μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από το Ίδρυμα Ενέργειας από μελέτες για εγκατάσταση νέων τεχνολογιών, αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε οικίες, βιομηχανίες και άλλα υποστατικά. Σε κάθε τομέα όμως μπορεί να εφαρμοστούν τεχνολογίες για μια συγκεκριμένη χρήση η οποία έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση σε ενέργεια αλλά και τον μεγαλύτερο ανταγωνισμό στα καύσιμα. Φυσικά, στους τομείς των μεταφορών δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κάποια άλλη χρήση εκτός από μεταφορές. Στις οικίες όμως υπάρχουν διάφορες χρήσεις. Προτιμήθηκε όμως η θέρμανση του χώρου αφού παίρνει μεγάλο μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας (κάποιες οικίες δεν έχουν ψύξη) και υπάρχουν πολλές τεχνολογίες με διαφορετικά

καύσιμα. Στον τομέα των υπηρεσιών χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνολογίες για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και στον βιομηχανικό τομέα οι κλίβανοι/φούρνοι.

Οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν είναι αυτές που τοποθετούνται περισσότερο αυτόν τον καιρό στις εγκαταστάσεις για κάθε τομέα και καύσιμο για την μεγαλύτερη χρήση που έχει κάθε τομέας σε ενέργεια. Για παράδειγμα στον οικιακό τομέα οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τον ηλεκτρισμό για καύσιμο είναι πολλές, όμως σήμερα χρησιμοποιούνται περισσότερο οι αντλίες θερμότητας. Τα στοιχεία για τις τεχνολογίες από το Ίδρυμα Ενέργειας φαίνονται στον πίνακα 3.5

Τεχνολογία	Νοικοκυριά (πρότυπος οικία 200 τμ)		χρήση: Θέρμανση χώρου		Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/year)	
	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)		
Λέβητας πετρελαίου	2500	100	25	350	1600	kg
Λέβητας LPG	2000	100	25	350	1400	kg
Ενεργειακό Τζάκι	2500	300	20	400	1550	kg
Ηλιακή κεντρική Θέρμανση με λέβητα	17000	100	20	350	7190	kwh
Γεωθερμία	30000	100	25	350	2900	kwh
Αντλίες Θερμότητας	2900	100	20	350	4080	kwh

Τεχνολογία	Τριτογενής/Υπηρεσίες		χρήση: Θέρμανση χώρου		Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/year)	
	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)		
Λέβητας πετρελαίου	10000	100	20	650	3000	kg
Λέβητας LPG	10000	100	20	650	3000	kg
Βιομάζα	50000	200	20	550	3500	kg
Ηλιακή κεντρική Θέρμανση	80400	100	20	650	300	kwh
Γεωθερμία	60000	100	25	650	26000	kwh
Αντλίες Θερμότητας	5000	500	20	350	39000	kwh

Τεχνολογία	Βιομηχανία		χρήση: Θερμικές Διεργασίες (τυπική γαλακτοβιομηχανία)		Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/year)	
	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)		
Λέβητας/φούρνοι πετρελαίου	40000	3000	30	4000	1200000	kwh
Λέβητας/φούρνοι LPG	40000	3000	30	4000	1200000	kwh
Λέβητας/φούρνοι μαζούτ	40000	3000	30	4000	1200000	kwh
Λέβητας/φούρνοι ηλεκτρικά	30000	1000	30	4000	1000000	kwh
Λέβητας/φούρνοι Βιομάζας	465000	5000	30	4000	1300000	kwh

Πίνακας 3.5: Στοιχεία κόστους για τις τεχνολογίες ανά τομέα, καύσιμο και χρήση (Ίδρυμα Ενέργειας)

Κατά τον υπολογισμό των αέριων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από όλους τους τομείς κατά τη χρήση ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα. Οι συντελεστές αυτοί δίνουν την περιεκτικότητα του κάθε καυσίμου σε άνθρακα σύμφωνα με τις οδηγίες της διακυβερνητικής ομάδας της κλιματικής αλλαγής (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) (πίνακας 3.6), όπου κατά την καύση διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα. Το γινόμενο της τελικής κατανάλωσης των καυσίμων ανά τομέα και ανά τεχνολογία (η οποία δίνεται σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) και των συντελεστών εκπομπής έχει σαν αποτέλεσμα τους τόνους διοξειδίου του άνθρακα σε τόνους σύμφωνα με τις οδηγίες της διακυβερνητικής ομάδας της κλιματικής αλλαγής (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) (πίνακας 2.2).

Πίνακας 3.6: Συντελεστές εκπομπών για τα κυριότερα καύσιμα

Άνθρακας	3.941
ΚΟΚ	4.438
Βενζίνη	2.872
Πετρέλαιο Θέρμανσης	3.069
Υγραέριο	2.613
Κηροζίνη	2.964
Μαζούτ	3.207
Φυσικό Αέριο	2.336
Βιομάζα	0.000

Πηγή: IPCC

4 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

4.1 Παραδοχές

Η πρώτη πρόβλεψη που πραγματοποιήθηκε είναι αυτή του βασικού σεναρίου. Στο σενάριο αυτό, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται δεν τυγχάνουν κάποιας εξωτερικής παρέμβασης. Έτσι, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν την συνολική κατανάλωση ενέργειας για την Κύπρο χωρίς να παρθούν κάποια επιπλέον μέτρα για αλλαγή του ενεργειακού ισοζυγίου από τις αρμόδιες αρχές, αλλά και χωρίς κάποιο μεγάλο γεγονός που να προκαλέσει απότομες αλλαγές.

Η ελαστικότητα εκφράζει το ποσοστό που θα αυξηθεί ή μειωθεί η ζήτηση ενέργειας μια χρονιά για μια ποσοστιαία μεταβολή μιας άλλης μεταβλητής. Λόγω του ότι ο υπολογισμός της κατανάλωσης του αναντικατάστατου ηλεκτρισμού είναι ξεχωριστός από τον υπολογισμό των υπόλοιπων καυσίμων, χρειάστηκε να προσθέσουμε για κάθε οικονομική δραστηριότητα την αντίστοιχη ελαστικότητα του ηλεκτρισμού. Στο μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν τιμές των ελαστικότητας από πρόσφατη παρόμοια μελέτη για την Κύπρο (Zachariadis(2011)), όπου έγινε μια μεσοπρόθεσμη πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας. Έγιναν όμως κάποιες μετατροπές όπως τη σταδιακή μείωση της ελαστικότητας εισοδήματος στις επιβατικές μεταφορές με το χρόνο και τη χρήση τιμής -0.1 για την ελαστικότητα τιμής των αερομεταφορών.

Πίνακας 4.1: Ελαστικότητα εισοδήματος α_1 για τις χρονιές 2010-2030

year	2010	2015	2020	2025	2030
air transport	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
freight transport	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
road passenger transport	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
households	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
cement industry	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
other industries	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
services	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
agriculture	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
electricity, air transport	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
electricity, freight transport	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
electricity, road passenger transport	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
electricity, households	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
electricity, cement industry	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
electricity, other industries	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
electricity, services	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
electricity, agriculture	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

Στον πιο πάνω πίνακα συμπεριλαμβάνονται οι ελαστικότητες εισοδήματος που χρησιμοποιήθηκαν για όλα τα καύσιμα που ερευνήθηκαν. Η ελαστικότητα του τομέα των αερομεταφορών είναι η μοναδική ελαστικότητα που είναι μεγαλύτερη της μονάδας. Επίσης, στις οδικές επιβατικές μεταφορές, η ελαστικότητα μειώνεται με σταθερό ρυθμό από 0,6 το 2010 στο 0,4 το 2030.

Οι ελαστικότητες της τιμής των καυσίμων β_1 και β_2 φαίνονται στον πίνακα 2.2. Οι ελαστικότητες αυτές είναι αρνητικές γιατί επηρεάζουν την τελική ζήτηση αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό σημαίνει ότι όταν η τιμή τη νέα χρονιά είναι μεγαλύτερη από την τιμή της προηγούμενης, δηλαδή ο λόγος $ap_{i,t}/ap_{i,t-1}$ είναι μεγαλύτερος από το ένα, τότε η τελική ζήτηση ενέργειας θα μειωθεί. Το ίδιο θα συμβεί και αντίστροφα. Αυτό φαίνεται και στην καθημερινότητα. Όταν για παράδειγμα θα υπάρξει μια μεγάλη αύξηση στην τιμή της βενζίνης και στον ηλεκτρισμό, θα προσπαθήσουμε ασυναίσθητα να μειώσουμε τις αποστάσεις που διανύουμε με το αυτοκίνητο και να ανοίγουμε λιγότερο τις λάμπες στο σπίτι. Επίσης οι ελαστικότητες της τιμής της ενέργειας είναι εμφανώς μικρότερες από αυτές του εισοδήματος. Αυτό δηλώνει πως το εισόδημα επηρεάζει πιο έντονα τη ζήτηση ενέργειας από ότι την επηρεάζει η τιμή.

Πίνακας 4.2: Βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής ενέργειας β_1 και β_2 για τις χρονιές 2010-2030

year	2010	2015	2020	2025	2030
air transport	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
freight transport	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
road passenger transport	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
households	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
cement industry	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
other industries	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
services	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
agriculture	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
electricity, air transport	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
electricity, freight transport	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
electricity, road passenger transport	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
electricity, households	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
electricity, cement industry	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
electricity, other industries	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
electricity, services	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
electricity, agriculture	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15

Αν και η μακροχρόνια ελαστικότητα τιμής της ενέργειας γ_1 φαίνεται να είναι μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες, στο τέλος δεν θα παίζει σημαντικότερο ρόλο από τις δύο άλλες

ελαστικότητες. Αυτό οφείλεται όπως προαναφέρθηκε στον παράγοντα ϕ της εξίσωσης 2.3 που μειώνει την επίδραση της κάθε αύξησης της τιμής της ενέργειας κάθε έτος πέραν των δύο χρόνων.

Πίνακας 4.3: Μακροπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής της ενέργειας γ για τις χρονιές 2010-2030

year	2010	2015	2020	2025	2030
air transport	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40
freight transport	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
road passenger transport	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
households	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
cement industry	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
other industries	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
services	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
agriculture	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
electricity, air transport	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40
electricity, freight transport	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
electricity, road passenger transport	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
electricity, households	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40
electricity, cement industry	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
electricity, other industries	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80
electricity, services	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40
electricity, agriculture	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60

Στον πίνακα 4.4 βλέπουμε τις προβλεπόμενες τιμές της οικονομικής δραστηριότητας ανά έτος για κάθε τομέα. Για τον υπολογισμό των μακροοικονομικών παραγόντων μέχρι το 2030, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της Στατιστικής Υπηρεσίας για το ΑΕΠ και το μερίδιο της προστιθέμενης αξίας και της ιδιωτικής κατανάλωσης από το 2002 μέχρι το 2010 (πίνακας 3.1). Για τα επόμενα έτη χρησιμοποιήθηκαν προβλέψεις της κυπριακής κυβέρνησης και από παρόμοια μελέτη του κου Ζαχαριάδη (Zachariadis (2011)).

Πίνακας 4.4: Πρόβλεψη μακροοικονομικών παραμέτρων μέχρι το 2030 σε χιλιάδες Ευρώ σε σταθερές τιμές 2005.

Year	2010	2015	2020	2025	2030
macroeconomic					
GDP	14944	17105	19656	22141	24759
Private consumption	10353	12474	14551	16391	18329
Value Added of Total Industries	1480	1655	1858	2043	2228
Value Added of Cement Industries	39	44	49	54	59
Value Added of Other Industries	1440	1611	1808	1988	2169
Value Added of Services	11921	13689	15781	17833	20005
Value Added of Agriculture	311	339	371	397	421

Οι τιμές των καυσίμων υπολογίστηκαν βάσει της πρόβλεψης της τιμής του πετρελαίου (πίνακας 3.2) και της εξίσωσης 2.5. Για πρόβλεψη των τιμών θεωρήθηκε ότι η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση της τιμής του αργού πετρελαίου στη διεθνή αγορά. Έτσι για τα διαθέσιμα δεδομένα (πίνακας 3.3) υπολογίστηκε ο λόγος της τιμής της ενέργειας ως προς την τιμή του αργού πετρελαίου ανά έτος, και έπειτα η μέση τιμή των λόγων αυτών. Τέλος, για κάθε νέα χρονιά προστίθεται στην τιμή της ενέργειας η ανάλογη αύξηση. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 4.5

Πίνακας 4.5 : Πρόβλεψη τιμών των καυσίμων μέχρι το 2030 σε Ευρώ ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου

Year	2010	2015	2020	2025	2030
Gasoline	1000.00	1050.92	1092.67	1122.15	1139.34
Diesel	868.42	981.08	1073.45	1138.66	1176.69
ATF	433.69	517.03	585.37	633.60	661.74
Heating fuel**	633.04	744.95	836.70	901.46	939.24
Light Fuel Oil	424.89	467.59	502.61	527.32	541.74
Heavy Fuel Oil	267.01	290.51	309.78	323.39	331.32
LPG	805.56	864.48	912.79	946.89	966.78
Electricity Industry	1518.73	1628.40	1718.31	1781.78	1818.81
Electricity Households	1641.69	1794.04	1918.95	2007.12	2058.56
Electricity Agriculture	1566.02	1709.96	1827.98	1911.29	1959.89
Electricity Services	1714.65	1830.80	1926.04	1993.26	2032.47
Other solid fuels**	48.76	50.22	51.41	52.26	52.75
Biofuels	1042.10	1177.30	1288.14	1366.39	1412.03
Biomass	48.76	50.22	51.41	52.26	52.75
Geothermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Thermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrogen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Η μέση τιμή ενέργειας για κάθε τομέα φαίνεται στον πίνακα 4.6. Ο τομέας των μεταφορών (εμπορικών και επιβατικών) έχει την μεγαλύτερη μέση τιμή αν και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται δεν είναι τα ακριβότερα. Αυτό εξηγείται στο ότι οι υπόλοιποι τομείς, αν και χρησιμοποιούν κάποια ακριβότερη μορφή ενέργειας, δεν την χρησιμοποιούν στο 100%, αλλά ένα μερίδιο της κατανάλωσης καλύπτεται από φθηνότερα καύσιμα και η μέση τιμή της ενέργειας για τον τομέα μειώνεται.

Πίνακας 4.6 : Πρόβλεψη της μέσης τιμής ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2030 σε Ευρώ ανά ισοδύναμο πετρελαίου.

Year	2010	2015	2020	2025	2030
air transport	434	517	585	634	662
freight transport	879	991	1083	1147	1185
road passenger transport	980	1041	1091	1126	1147
households	636	703	758	797	819
cement industry	210	228	242	253	259
other industries	711	775	827	864	885
services	782	845	897	933	954
agriculture	692	788	866	922	954

4.2 Αποτελέσματα Σεναρίου Αναφοράς

Χρησιμοποιώντας τις πιο πάνω παραδοχές, επιτεύχθηκε η πρόβλεψη για το βασικό σενάριο όπου δείχνει την κατανάλωση της ενέργειας που θα έχει ο κάθε τομέας υπό την προϋπόθεση ότι δε θα υπάρξει κάποια μεγάλη αλλαγή ή θεσμοθέτηση κάποιας πολιτικής για την χρησιμοποίηση των καυσίμων.

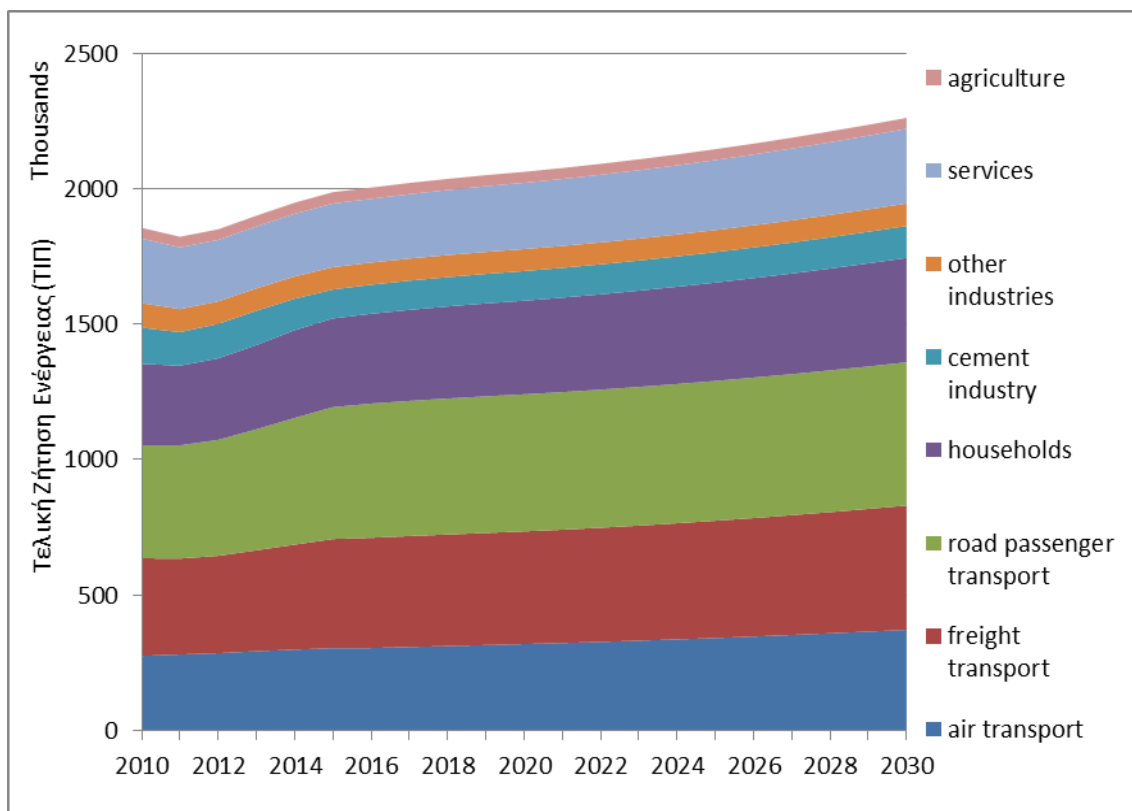
Ο πίνακας 4.7 παρουσιάζει την πρόβλεψη της τελικής συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα. Τις μεγαλύτερες αύξησεις στην κατανάλωση από το 2010 μέχρι το 2030 έχουν οι τομείς των αερομεταφορών με αύξηση της τάξης του 35% φτάνοντας περίπου στις 372 χιλιάδες ΤΠΠ και των οικιακών με αύξηση της τάξης του 29%(περίπου 385 χιλιάδες ΤΠΠ). Στην συνέχεια έρχονται οι τομείς των εμπορικών και των επιβατικών μεταφορών με αυξήσεις κατά 27% και 26% αντιστοίχως ακολουθούμενοι από τις υπηρεσίες και τη γεωργία με αύξηση κατά 16% και 1% αντίστοιχα. Αντιθέτως οι τομείς των βιομηχανιών παρουσιάζουν μείωση στην κατανάλωσή τους, κατά -12% η τσιμεντοβιομηχανία και -9% οι λοιπές βιομηχανίες μέχρι το 2030.

Πίνακας 4.7 : Η πρόβλεψη της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους τομείς ανά τομέα σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου για το σενάριο αναφοράς

	Air Transport	Freight Transport	Passenger Transport	Households	Cement Industry	Other Industries	Services	Agriculture	Total
2010	275777	360148	417663	299860	133136	91184	237760	39715	1855244
2015	304493	402584	486479	327472	106643	82640	234784	41764	1986859
2020	319318	415825	505822	345610	109297	81066	244534	40556	2062028
2025	341962	432606	515841	362876	112604	81329	258127	40011	2145357
2030	372248	458632	528177	385371	117590	83038	275731	40172	2260958

Επίσης αξιοσημείωτο είναι ότι κατά την πρώτη πενταετία (2010-2015) παρουσιάζονται μεγαλύτερες αυξήσεις/μειώσεις στη συνολική κατανάλωση από ότι τις επόμενες πενταετίες. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι μακροοικονομικές παράμετροι την πρώτη πενταετία αυξάνονται ελαφρώς περισσότερο από τις επόμενες πενταετίες ή και στο

ότι το μοντέλλο λαμβάνει υπόψη τις τιμές των καυσίμων για τα 7 προηγούμενα έτη, όπου σε αυτά βλέπουμε διάφορες διακυμάνσεις. Στις οδικές επιβατικές μεταφορές για παράδειγμα, μεταξύ του 2010 και του 2015 υπήρξε αύξηση 16% στην τελική ζήτηση ενέργειας ενώ μετά αυξήθηκε με χαμηλότερο ρυθμό (4%, 2% και 2% τις πενταετίες από το 2015 μέχρι το 2030). Παρόμοια αύξηση βλέπουμε και στους τομείς των αερομεταφορών, εμπορικών μεταφορών και οικιακό τομέα. Στους υπόλοιπους τομείς παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση στα αρχικά στάδια, ενώ τα επόμενα έτη φαίνεται να αυξάνεται. Η τσιμεντοβιομηχανία και οι υπηρεσίες πρόκειται να έχουν μείωση στην κατανάλωση την πρώτη πενταετία κατά -20% και -1% αντίστοιχα, ενώ από το 2015 θα αυξηθεί ποσοστό 2%, 3%, 4% ανά πενταετία στην τσιμεντοβιομηχανία και 4%, 6%, 7% ανά πενταετία στις υπηρεσίες. Στις λοιπές βιομηχανίες η μείωση της κατανάλωσης παρατείνεται μέχρι το 2020 με -9% την πρώτη πενταετία και -2% την επόμενη πέφτοντας κατά περίπου 10 χιλιάδες ΤΠΠ. Από το 2020 μέχρι το 2025 παραμένει σταθερή και μέχρι το 2030 αυξάνεται με 2% φτάνοντας τα επίπεδα κατανάλωσης του 2015. Ο γεωργικός τομέας, αν και τα πρώτα χρόνια παρουσιάζει αύξηση της τάξης του 5% μέχρι το 2015, μετά ακολουθεί πτωτική πορεία με -3% και -1% από το 2015 μέχρι το 2025 ενώ το 2030 θα σταθεροποιηθεί γύρω στις 40 χιλιάδες τόνους.



Εικόνα 4.1: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης της ενέργειας ανά τομέα μέχρι το 2030

Η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας από όλους τους τομείς φαίνεται να αυξάνεται. Το 2030 πρόκειται να φτάσει τα περίπου 2,26 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, μισό εκατομμύριο ΤΙΠ περισσότερο από ότι το 2010 (αύξηση της τάξης του 22%). Την μεγαλύτερη αύξηση την παρουσιάζει κατά την πενταετία 2010 – 2015 με 7% αύξηση, και μέχρι το 2030 θα κρατήσει μια σταθερή άνοδο γύρω στο 5% (4% το 2015-2020, 4% το 2020-2025 και 5% το 2025-2030). Επίσης στη γραφική παράσταση φαίνεται ότι οι επιβατικές μεταφορές θα έχουν τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας ακολουθούμενες από τις εμπορικές μεταφορές, τα νοικοκυριά και τις υπηρεσίες. Οι υπόλοιποι τομείς παρουσιάζουν ακόμα μικρότερη αλλά όχι αμελητέα ζήτηση ενέργειας. Συγκεντρώνοντας και αθροίζοντας του τομείς όλων των μεταφορών μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι κατέχουν περίπου το 60% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας και όχι μόνο δε φαίνεται να μειώνεται μέχρι το 2030, μάλιστα αυξάνει το μερίδιο κατά 4% (το 2010 έχουν 57% της συνολικής κατανάλωσης και το 2030 φθάνουν στο 61%). Από αυτό και λαμβάνοντας υπόψη την εικόνα 1.6 στο κεφάλαιο 1.1.1, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι από το 1994, ο τομέας των μεταφορών αυξήθηκε και θα συνεχίσει να αυξάνεται τα επόμενα χρόνια με σταθερό ρυθμό.

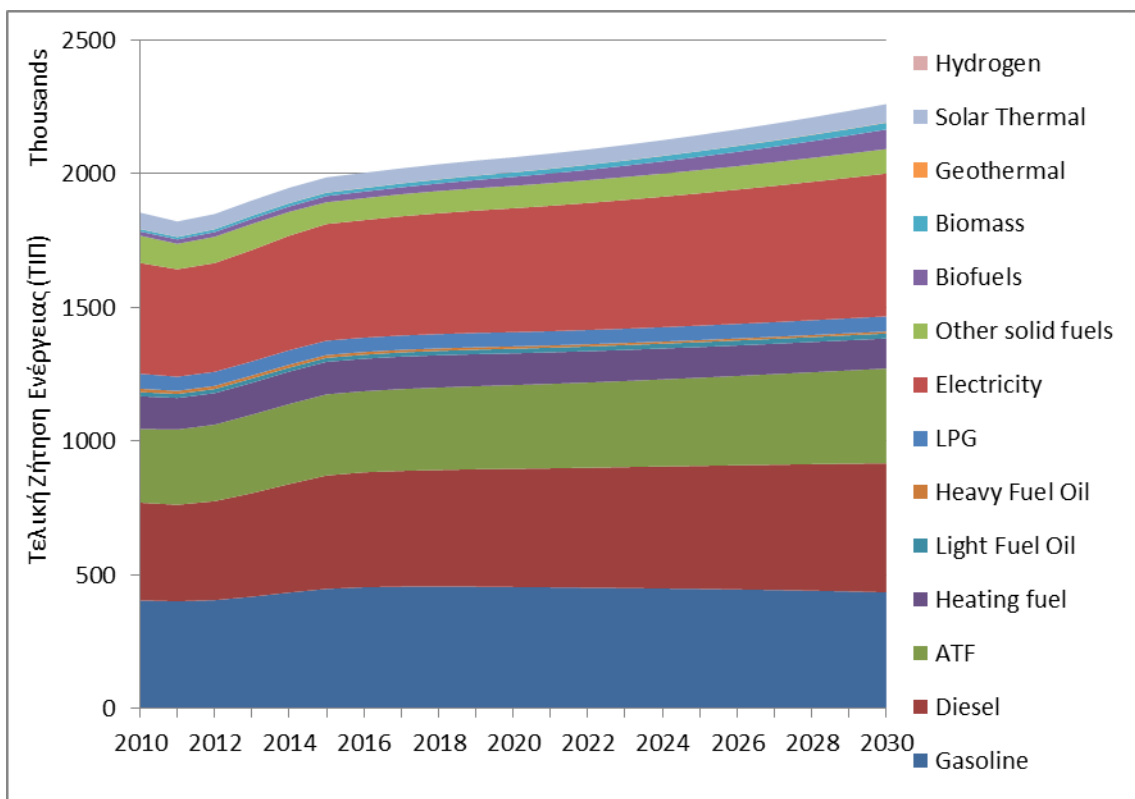
Πίνακας 4.8 : Η πρόβλεψη της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους τομείς ανά καύσιμο σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου για το σενάριο αναφοράς.

	Gasoline	Diesel	ATF	Heating fuel	Light Fuel Oil	Heavy Fuel Oil	LPG	Electricity	Other solid fuels	Biofuels	Biomass	Geothermal	Solar Thermal	Hydrogen	Total
2010	404474	365495	275777	122631	15115	13050	55730	414609	102071	15531	8937	753	61070	0	1855244
2015	447688	424149	303280	121941	14934	10368	53522	436518	81350	23227	12829	649	56404	0	1989485
2020	454699	442259	312902	118884	17204	8656	53255	463331	84041	33324	16796	667	56009	0	2068021
2025	447469	460339	329646	114928	18181	7811	53987	495011	87088	49509	20867	831	59689	0	2158385
2030	434607	482874	354214	112552	18647	7475	56536	534353	91360	73494	25000	1260	68588	0	2286017

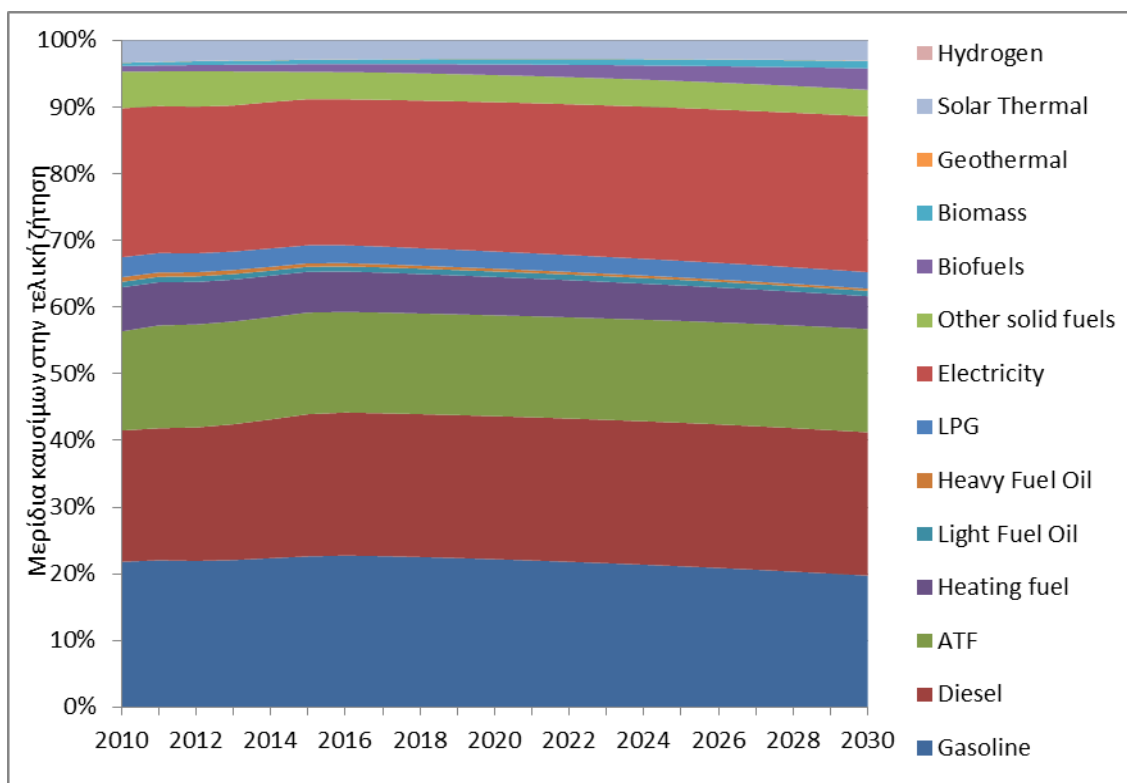
Ο πίνακας 4.8 δείχνει την πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2030 ανά καύσιμο. Το πιο σημαντικό στον πίνακα είναι η αύξηση της τελικής ζήτησης στα βιοκαύσιμα από 15.531 ΤΙΠ το 2010 σε 73.494 ΤΙΠ το 2030 (αύξηση της τάξης του 373%) η οποία παραμένει όμως σε χαμηλά επίπεδα. Σημαντικές αυξήσεις στην κατανάλωση θα έχουν η βιομάζα με 180%, η γεωθερμία με 67%, το πετρέλαιο με 32%, ο ηλεκτρισμός με 29%, η κηροζίνη με 28%, το ελαφρύ μαζούτ με αύξηση 26%, η ηλιοθερμική με 12% και η βενζίνη με 7%. Μικρή αύξηση θα έχει (1%) έχει και το υγραέριο. Από την αντίθετη πλευρά, το βαρύ πετρέλαιο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μείωση από όλα τα καύσιμα ξεκινώντας από 13.050 ΤΙΠ το 2010 και φτάνοντας 7.475 ΤΙΠ το 2030 (-43%). Μικρές μειώσεις θα έχουν και τα στερεά καύσιμα με το πετρέλαιο θέρμανσης με μειώσεις -10% και -8% αντίστοιχα. Το υδρογόνο έχει μηδενική κατανάλωση αφού είναι ένα καινούργιο

καύσιμο και δε φαίνεται να εισέρχεται στην κατανάλωση μέσα στα επόμενα χρόνια αφού δεν υπάρχουν και οι υποδομές για τη χρήση του στις μεταφορές ή σε κάποιο άλλο τομέα.

Η εικόνα 4.2 απεικονίζει την πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης της ενέργειας ανά καύσιμο μέχρι το 2030 ενώ η εικόνα 4.3 φανερώνει το μερίδιο κάθε καυσίμου μέχρι το 2030 από την συνολική κατανάλωση. Ο ηλεκτρισμός μαζί με τα καύσιμα κίνησης φαίνεται να έχουν τις μεγαλύτερες καταναλώσεις από τα καύσιμα (404.474, 365.495, 414.609 TΠΠ το 2010 και 434.607, 482874, 534.353 TΠΠ το 2030 για τη βενζίνη, πετρέλαιο κίνησης και ηλεκτρισμού αντίστοιχα). Και τα τρία καύσιμα μαζί κατέχουν περίπου το 65% της συνολικής κατανάλωσης μοιράζοντας σχεδόν ισότιμα τα μερίδιά τους στα τρία. Δε φαίνονται όμως να αλλάζουν τα μερίδια τους σε μεγάλο βαθμό μέσα από τα χρόνια. Αυτό που φαίνεται όμως να αλλάζει στην πορεία είναι τα βιοκαύσιμα όπου εισέρχονται δυναμικά στα μέσα της περιόδου πρόβλεψης (γύρω στο 2022) τετραπλασιάζοντας την κατανάλωσή τους το 2030 σε σύγκριση με το 2010 φτάνοντας στους 75.450 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου και έχοντας το 3% τη συνολικής κατανάλωσης ενώ το 2010 κατείχαν λιγότερο από 1%.

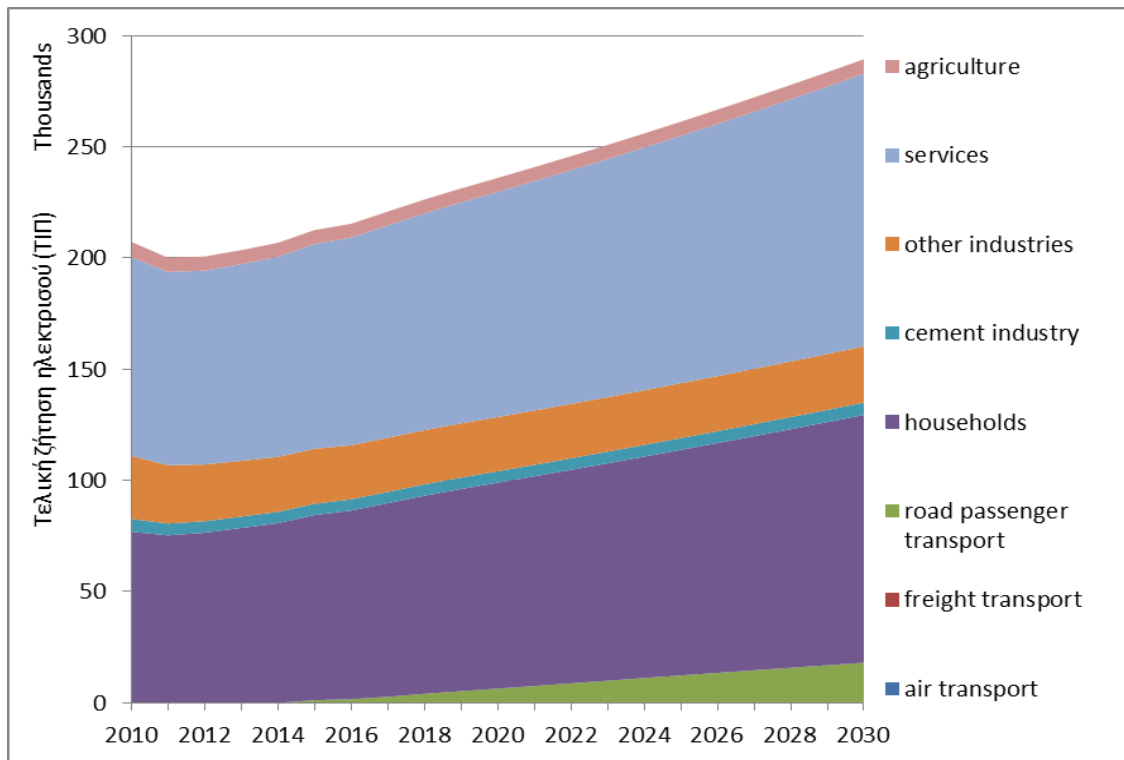


Εικόνα 4.2: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης της ενέργειας ανά καύσιμο μέχρι το 2030



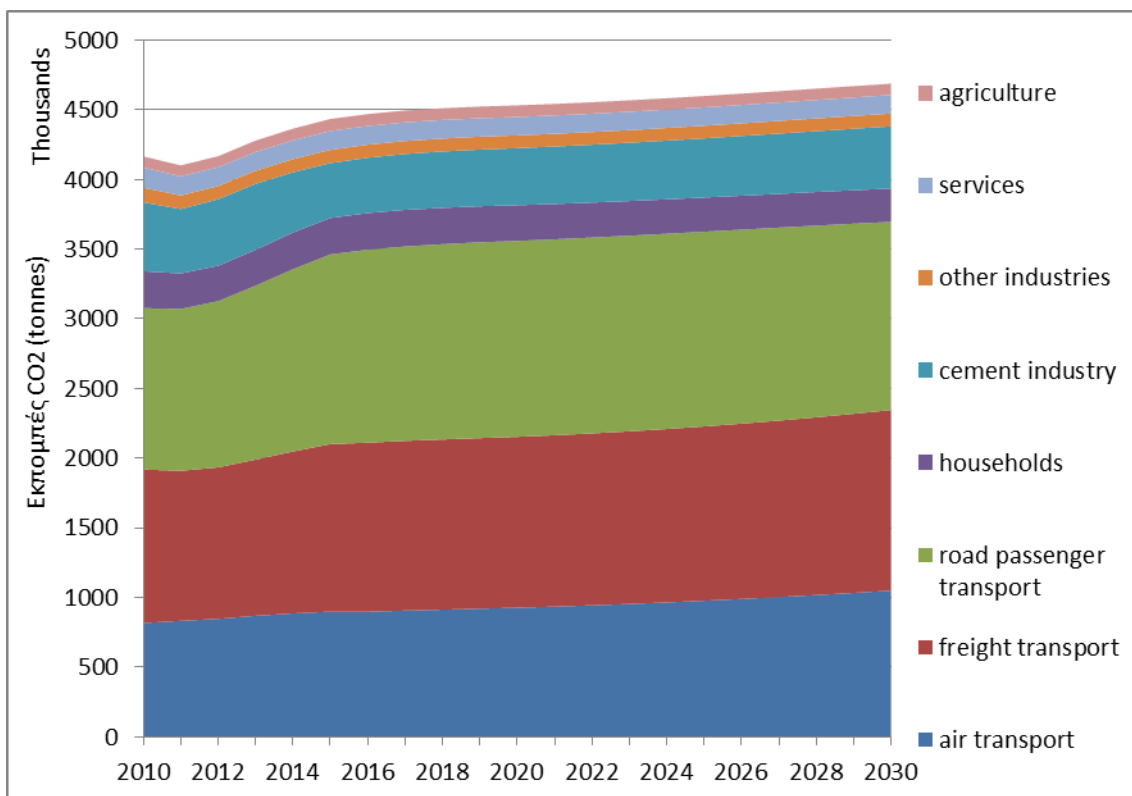
Εικόνα 4.3: Η πρόβλεψη των μεριδίων κάθε καυσίμου στην τελική κατανάλωση μέχρι το 2030

Στην εικόνα 4.4 βλέπουμε την πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης του ηλεκτρισμού σε κάθε τομέα. Το κυριότερο σημείο στην γραφική παράσταση είναι η μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρισμού που παρουσιάζουν ο οικιακός τομέας και ο τομέας των υπηρεσιών. Οι δύο τομείς μαζί καταλαμβάνουν γύρω στο 80% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Ο οικιακός τομέας ξεκινά το 2010 έχοντας κατανάλωση 76.961 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου και το 2030 θα φθάσει τους 111.425 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου έχοντας συνολική αύξηση 45%. Οι υπηρεσίες το 2010 κατανάλωσαν 89351 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου με συνολική αύξηση μέχρι το 2030 της τάξης των 37% φτάνοντας τους 122.624 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Επίσης αξιοσημείωτη είναι η μικρή εισδοχή του ηλεκτρισμού στις μεταφορές (τομέας οδικών επιβατικών μεταφορών) λόγω της σταδιακής διεύθυνσης ηλεκτροκίνητων οχημάτων με τελική κατανάλωση 18.035 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Οι υπόλοιποι τομείς καταλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό στην κατανάλωση του ηλεκτρισμού με τις λοιπές βιομηχανίες να κατέχουν το μεγαλύτερο μέρος από αυτούς (γύρω στα 10%).

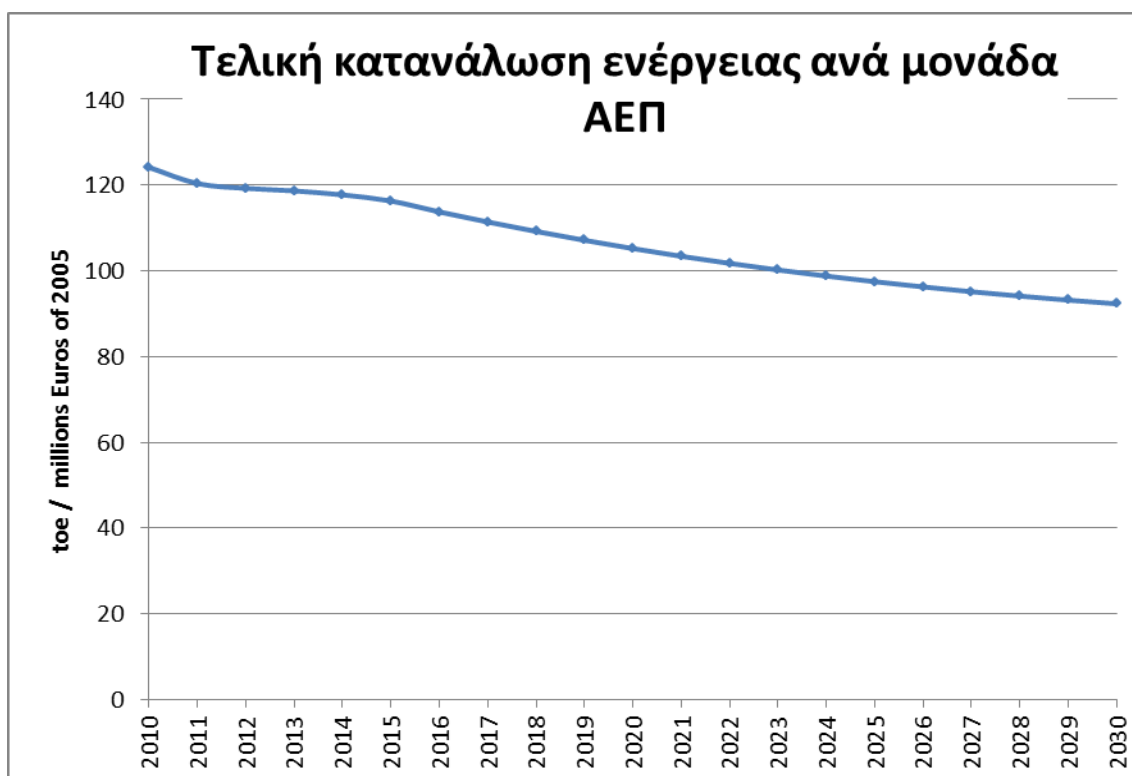


Εικόνα 4.4: Η πρόβλεψη της τελικής ζήτησης του ηλεκτρισμού ανά τομέα μέχρι το 2030

Κάθε καύσιμο έχει κάποια περιεκτικότητα σε άνθρακα, έτσι κατά την καύση του εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα. Η εικόνα 4.5 παρουσιάζει τη γραφική παράσταση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2030 ανά τομέα. Η εργασία αυτή λαμβάνει υπόψη την εκπομπή του διοξειδίου κατά την κατανάλωση των καυσίμων. Έτσι, ο ηλεκτρισμός στην κατανάλωση του δεν εκπέμπει διοξείδιο αλλά εκπέμπεται κατά την παραγωγή του η οποία δεν περιέχεται στην έρευνα αυτή. Όπως φαίνεται, η συνολική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα πρόκειται να μειωθεί σε μικρό βαθμό την πρώτη χρονιά (θα μειωθεί κατά περίπου 60.000 τόνους) όμως από την επόμενη χρονιά θα δημιουργηθεί μια αυξητική τάση όπου θα φέρει τις συνολικές εκπομπές από 4,2 εκατομμύρια τόνους το 2010 στις 4,7 εκατομμύρια τόνους το 2030, ένα ποσοστό αύξησης 13%. Τις περισσότερες εκπομπές τις έχει ο τομέας των επιβατικών μεταφορών (φθάνει το 1,35 εκατομμύριο τόνους διοξειδίου του άνθρακα το 2030). Την μεγαλύτερη αύξηση στις εκπομπές έχουν οι αερομεταφορές με ποσοστό αύξησης 28%. Το σημαντικότερο όμως αποτέλεσμα της πρόβλεψης των εκπομπών, σύμφωνα με τη γραφική παράσταση, είναι το μεγάλο ποσοστό από το σύνολο των εκπομπών που κατέχουν όλοι οι τομείς των μεταφορών μαζί. Το μικρότερο ποσοστό των συνολικών εκπομπών παρουσιάζεται το 2010 με 73% ενώ το μεγαλύτερο το 2030 έχοντας ποσοστό 89% των συνολικών εκπομπών.



Εικόνα 4.5: Η πρόβλεψη των εκπομπών διοξειδίου του Άνθρακα ανά τομέα μέχρι το 2030



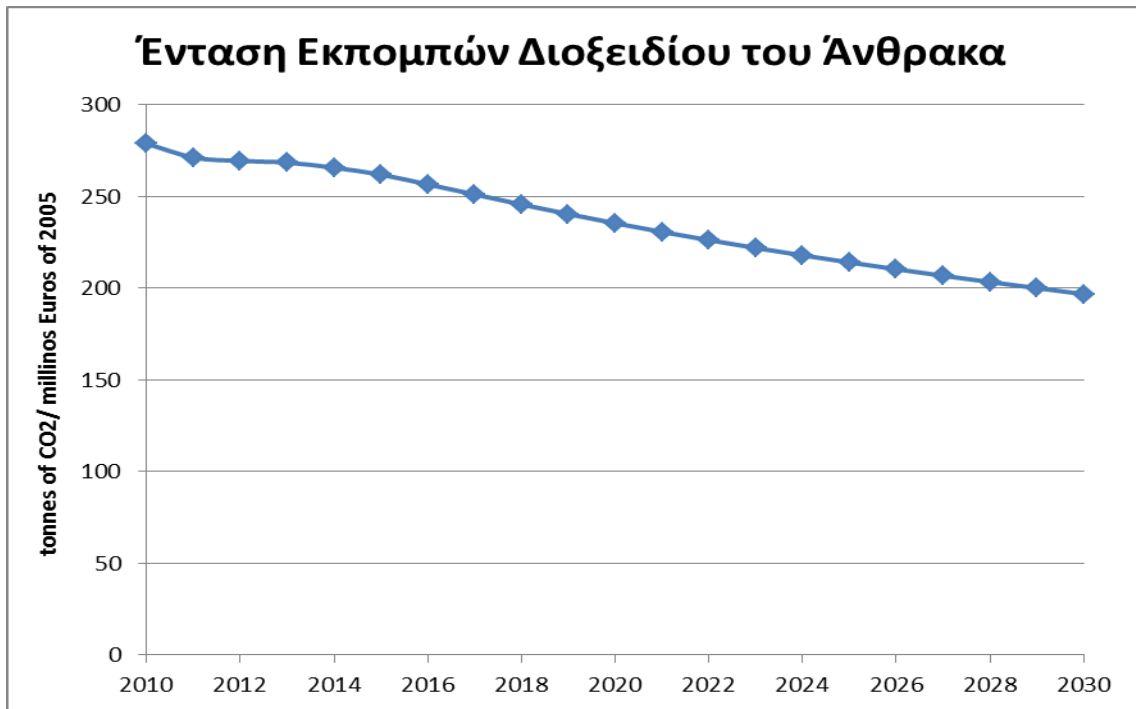
Εικόνα 4.6: Η πρόβλεψη της έντασης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2030

Η εικόνα 4.6 απεικονίζει την πρόβλεψη της έντασης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2030. Η ενεργειακή ένταση φανερώνει τα χαρακτηριστικά του ενεργειακού συστήματος της Κύπρου, μια παράμετρος η οποία είναι δυνατό να συγκρίνει όλες τις χώρες. Σύμφωνα με τα στοιχεία της EUROSTAT (εικόνα 1.3) τα προηγούμενα έτη η ενεργειακή ένταση μειώνεται σταθερά. Η EUROSTAT όμως υπολογίζει την ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ανά μονάδα ΑΕΠ, που δίνει διαφορετική αναλογία από ότι η τελική ενεργειακή κατανάλωση που προβλέπεται στο μοντέλο. Παρόλα αυτά, παρόμοια μείωση παρουσιάζεται και στην πρόβλεψη για τα επόμενα έτη με μια πτώση γύρω στα 1% ανά έτος με συνολική μείωση περίπου 26% (από 124 ΤΠΠ/εκατ. € 2005 το 2010 στα 92 ΤΠΠ/εκατ. € 2005 το 2030). Αυτό δείχνει μια σταδιακή αποσύνδεση μεταξύ οικονομικής μεγέθυνσης και κατανάλωσης ενέργειας, ως αποτέλεσμα α) της χρήσης πιο αποδοτικών ενεργειακά τεχνολογιών και β) της μετατόπισης της οικονομικής δραστηριότητας από πιο ενεργοβόρες δραστηριότητες (π.χ βιομηχανία) σε λιγότερο ενεργοβόρες (π.χ. υπηρεσίες).

Η ένταση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (εικόνα 4.7) δείχνει την ποσότητα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά μονάδα ΑΕΠ. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εκπομπές μειώνονται με ένα σταθερό ρυθμό γύρω στο 2% ανά έτος, ξεκινώντας από τους 289 τόνους ανά εκατομμύριο Ευρώ σε τιμές 2005 φθάνοντας τους 189 τόνους ανά εκατομμύριο Ευρώ σε σταθερές τιμές του 2005 (συνολική μείωση 32%). Αυτό δείχνει γενικά ότι με την πάροδο των χρόνων, οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι περισσότερο «πράσινες» από αυτές που αντικαθιστούν, εκπέμπουν δηλαδή λιγότερους ρύπους. Αυτό σημαίνει είτε ότι είναι πιο ενεργειακά αποδοτικές ή χρησιμοποιούν καύσιμο που έχει λιγότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα από το καύσιμο που χρησιμοποιούσαν μέχρι τώρα.

Η ένταση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (εικόνα 4.7) δείχνει την ποσότητα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά μονάδα ΑΕΠ. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εκπομπές μειώνονται με ένα σταθερό ρυθμό γύρω στο 2% ανά έτος, ξεκινώντας από τους 289 τόνους ανά εκατομμύριο Ευρώ σε τιμές 2005 φθάνοντας τους 189 τόνους ανά εκατομμύριο Ευρώ σε σταθερές τιμές του 2005 (συνολική μείωση 32%). Αυτό δείχνει γενικά ότι με την πάροδο των χρόνων, οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι περισσότερο «πράσινες» από αυτές που αντικαθιστούν, εκπέμπουν δηλαδή λιγότερους ρύπους. Αυτό σημαίνει είτε ότι είναι πιο ενεργειακά αποδοτικές ή χρησιμοποιούν καύσιμο

που έχει λιγότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα από το καύσιμο που χρησιμοποιούσαν μέχρι τώρα.



Εικόνα 4.7: Η πρόβλεψη του δείκτη έντασης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2030

5 Σενάριο Μείωσης Εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως προαναφέρθηκε, έθεσε στόχους για το 2020 για μια περισσότερο αειφόρο ανάπτυξη σε όλα τα κράτη μέλη της. Ένας από τους στόχους είναι να μειωθούν οι εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων κατά 20% στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο κρατικός στόχος για την Κύπρο είναι να μειώσει τις εκπομπές κατά 5% βάσει των εκπομπών του 2005. Μέσα στις εκπομπές όμως του στόχου δεν συμπεριλαμβάνονται οι εκπομπές της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) και το τσιμεντοποιείο, οι οποίες συμπεριλαμβάνονται στις εκπομπές του συστήματος εμπορίας εκπομπών (Emissions Trading System) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο μοντέλο δεν υπολογίζονται οι εκπομπές της ΑΗΚ αφού ο ηλεκτρισμός εκπέμπει ρύπους κατά την παραγωγή του και όχι κατά την κατανάλωση.

Μια μέθοδος όπου μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των ρύπων από όλους τους τομείς είναι να τοποθετηθεί ένας φόρος στα καύσιμα με στόχο να μειωθεί η κατανάλωση τους και να στραφούν οι καταναλωτές σε μια τεχνολογία και καύσιμο που έχει μειωμένη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Στο μοντέλο ερευνήθηκαν οι τελικές καταναλώσεις της ενέργειας με εφαρμογή τριών διαφορετικών φόρων στην εξίσωση του υπολογισμού της τιμής (εξίσωση 2.5). Ο φόρος που τοποθετήθηκε πήρε τιμές 10, 50 και 100 Ευρώ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα (περίπου 10 Ευρώ ανά τόνο είναι η τιμή εμπορίας του άνθρακα στην διεθνή αγορά). Κάθε καύσιμο έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε άνθρακα, έτσι τους αναλογούν διαφορετικές αυξήσεις στην τιμή.

$$r = a \times EF \quad (\text{Εξίσωση 5.1})$$

Έτσι ο παράγοντας r της εξίσωσης 2.5 παίρνει τιμές του φόρου που θα προστεθεί πολλαπλασιασμένο (εξίσωση 5.1) με την περιεκτικότητα του κάθε καυσίμου σε άνθρακα (πίνακας 3.6) όπως φαίνεται στον πίνακα 5.1. Αν και η πρόβλεψη έχει ως χρονολογία βάσης το 2010, είμαστε ήδη στο 2012, έτσι θεωρήθηκε ότι, αν ληφθούν μέτρα άμεσα, ο φόρος θα εφαρμοστεί από το 2013 και θα παραμείνει για τα επόμενα έτη. Έτσι η πιο πάνω εξίσωση παίρνει τιμές από το αυτή τη χρονιά (2013) ενώ τα υπόλοιπα έτη παραμένει 0.

Πίνακας 5.1: Παράγοντας τ που προστίθεται στην τιμή κάθε καυσίμου ανάλογα με τον φόρο άνθρακα και την περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα

	Gasoline	Diesel	ATF	Heating fuel	Light Fuel Oil	Heavy Fuel Oil	LPG	Electricity	Other Solid Fuels	Biofuels	Biomass	Geothermal	Solar Thermal	Hydrogen
a=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a=10	28.72	30.69	29.64	30.69	32.07	32.07	26.13	0	44.38	0	0	0	0	0
a=50	143.6	153.45	148.2	153.45	160.35	160.35	130.65	0	221.9	0	0	0	0	0
a=100	287.2	306.9	296.4	306.9	320.7	320.7	261.3	0	443.8	0	0	0	0	0

Ως αποτέλεσμα των εφαρμογών των φόρων, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα να μειωθεί. Στον τομέα της τσιμεντοβιομηχανίας, αν και η τελική κατανάλωση μειώνεται, άρα και οι εκπομπές, λόγω του ότι δεν συμπεριλαμβάνεται στον στόχο που έθεσε η Κύπρος, κρατήθηκαν τα αποτελέσματα της τελικής κατανάλωσης του βασικού σεναρίου.

Πίνακας 5.2: Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2030 στο σενάριο όπου τοποθετείται ένας φόρος στην τιμή των καυσίμων.

Year 2030	Air Transport	Freight Transport	Road Passenger	Households	Cement Industry	Other Industries	Services	Agriculture	Total
a = 0	1049890	1296028	1350783	239571	445891	92039	133297	81213	4688712
a = 10	1018670	1264764	1315143	233661	445891	89083	130475	79011	4576698
a = 50	912751	1153578	1189677	212089	445891	78643	120053	72088	4184770
a = 100	811408	1039452	1062952	189094	445891	68049	108710	64622	3790178

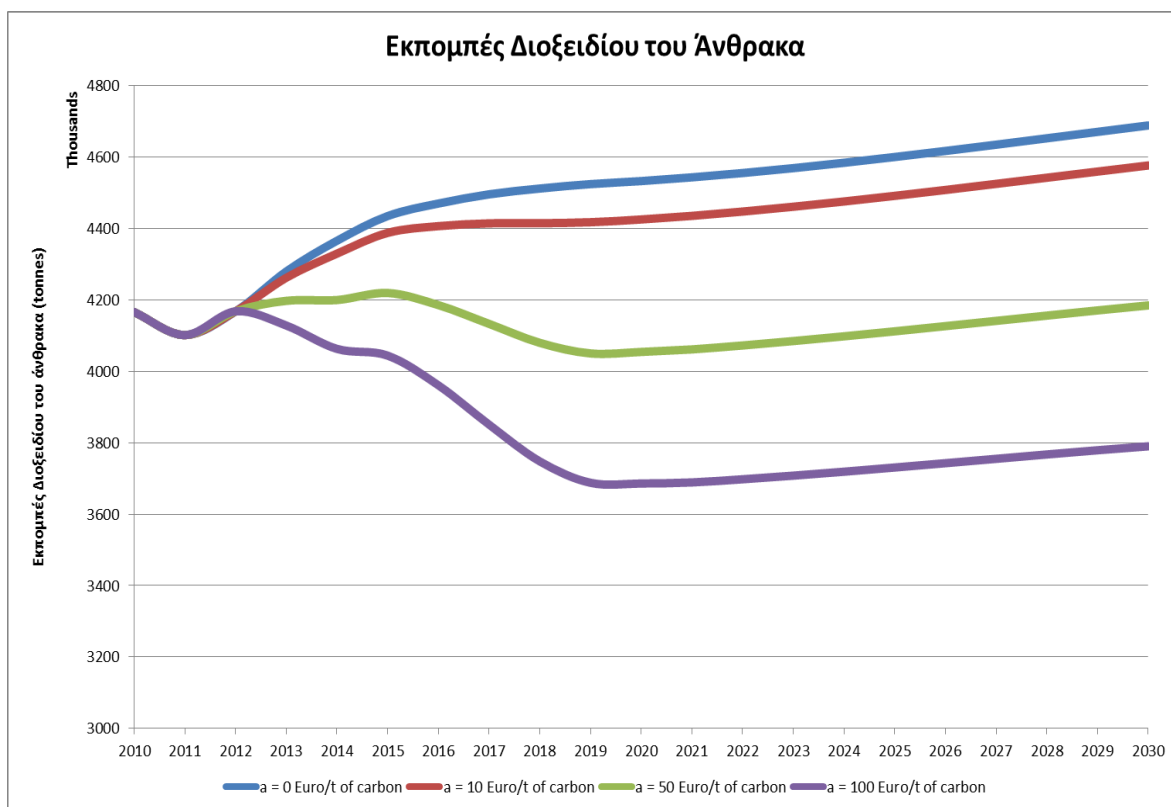
Ο πίνακας 5.2 αποτελεί την πρόβλεψη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα το 2030 (τελευταία χρονιά της πρόβλεψης) για κάθε τομέα και για κάθε ένα από τους τρεις φόρους που διερευνώνται. Όπως φαίνεται στον πίνακα, όσο αυξάνεται ο φόρος που εφαρμόζεται στην τιμή των καυσίμων οι εκπομπές μειώνονται. Τη μεγαλύτερη μείωση από το σενάριο αναφοράς παρουσιάζει ο τομέας των λοιπών βιομηχανιών και στους τρεις φόρους που διερευνώνται. Στην περίπτωση όπου το a ισοδυναμεί με 10 Ευρώ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα προβλέπεται να έχει μείωση κατά -3% από τις εκπομπές αν δεν εφαρμοζόταν ο φόρος. Η μείωση θα αυξηθεί στο -15% όταν ο φόρος αυξηθεί στα 50 Ευρώ ανά τόνο και -26% όταν τοποθετηθεί φόρος 100 Ευρώ ανά τόνο. Ο τομέας των λοιπών βιομηχανιών επίσης παρουσιάζεται να έχει την μεγαλύτερη μείωση και κατά την πάροδο των χρόνων. Στη περίπτωση όπου ο φόρος είναι 10 Ευρώ ανά τόνο εκπομπών η μείωση πρόκειται να φθάσει το -15%, ενώ θα αυξηθεί στο -25% και -35% για αύξηση του φόρου στα 50 Ευρώ ανά τόνο και 100 Ευρώ ανά τόνο αντίστοιχα. Ενδιαφέρων είναι ότι οι τρεις τομείς των

μεταφορών (αερομεταφορές, επιβατικές μεταφορές και εμπορικές μεταφορές) παρουσιάζουν μικρές μειώσεις εκπομπών στη πρόβλεψη μόνο στη τελευταία περίπτωση όπου ο προστιθέμενος φόρος είναι 100 Ευρώ ανά τόνο. Στις άλλες δυο περιπτώσεις (φόρο 10 και 50 Ευρώ ανά τόνο) οι εκπομπές συνεχίζουν να αυξάνονται.

Η γραφική παράσταση στην εικόνα 5.1 απεικονίζει την πρόβλεψη του συνόλου των ρύπων μέχρι το 2030 και για τις τρεις περιπτώσεις αύξησις της τιμής με τη παράμετρο a παίρνει τιμές 10, 50 και 100 Ευρώ ανά τόνο εκπομπών αλλά και την πρόβλεψη του σεναρίου αναφοράς (κεφάλαιο 4). Και στις τρεις περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται κάποιος φόρος στην τιμή του καυσίμου, οι εκπομπές θα παρουσιάσουν τη μεταβολή τους τα αμέσως επόμενα χρόνια. Στην περίπτωση όπου ο φόρος είναι 10 Ευρώ ανά τόνο, η πρόβλεψη δείχνει το σύνολο των εκπομπών να παρεκκλίνει από το σενάριο αναφοράς. Σε μεγαλύτερους φόρους παρατηρείται πτώση. Συγκεκριμένα στην περίπτωση που ο φόρος είναι 100 Ευρώ ανά τόνο, η πτώση φθάνει μέχρι το -12% το 2020 με βάση το 2010. Από την επόμενη χρονιά όμως, θα παρατηρηθεί μια αύξηση των εκπομπών ακριβώς όπως και στο σενάριο αναφοράς ($a=0$ Ευρώ ανά τόνο) φθάνοντας συνολικά σε μείωση της τάξης του -9%. Για την περίπτωση του φόρου 50 Ευρώ ανά τόνο εκπομπής οι εκπομπές θα επανέλθουν στα επίπεδα του 2010. Αυτό οφείλεται λόγω του ότι το μοντέλο για να υπολογίσει την κατανάλωση μια χρονιάς λαμβάνει υπόψη τις τιμές του καυσίμου από τα τελευταία 7 χρόνια. Η μεγάλη αύξηση της τιμής λόγω των φόρων που θα προστεθεί το 2013 θα σταματήσει να επηρεάζει άμεσα την κατανάλωση από το 2021 και μετά. Αυτό δείχνει με απλά λόγια πως ο καταναλωτής δεν επηρεάζεται από την αύξηση της τιμής πριν 7 χρόνια, η αλλιώς έχει «συνηθίσει» στην τιμή που βρίσκεται το καύσιμο, και συνεχίζει να καταναλώνει με το ρυθμό που είχε, και θα είχε, χωρίς τον φόρο.

Συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς, την μεγαλύτερη μείωση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα έχει ο φόρος όπου a ισούται με 100 ευρώ ανά τόνο εκπομπών. Η μείωση αυτή ισούται με -19% των εκπομπών του σεναρίου αναφοράς για το έτος 2030. Στη περίπτωση όπου προστεθεί φόρος 50 Ευρώ ανά τόνο εκπομπής, οι εκπομπές θα είναι κατά -11% μικρότερη από το σενάριο αναφοράς και -2% για την περίπτωση του φόρου 10 Ευρώ ανά τόνο εκπομπής.

Ο στόχος της Κύπρου για τη μείωση των εκπομπών είναι κατά 5% μέχρι το 2020 από τις εκπομπές που εξέπεμψε κατά το 2005. Σύμφωνα με το Zachariadis and Shoukri (2011) οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα που έχει στόχο η Κύπρος είναι λίγο πιο πάνω από τους 4.2 εκατομμύρια τόνους. Σε αυτούς όμως συμπεριλαμβάνονται και

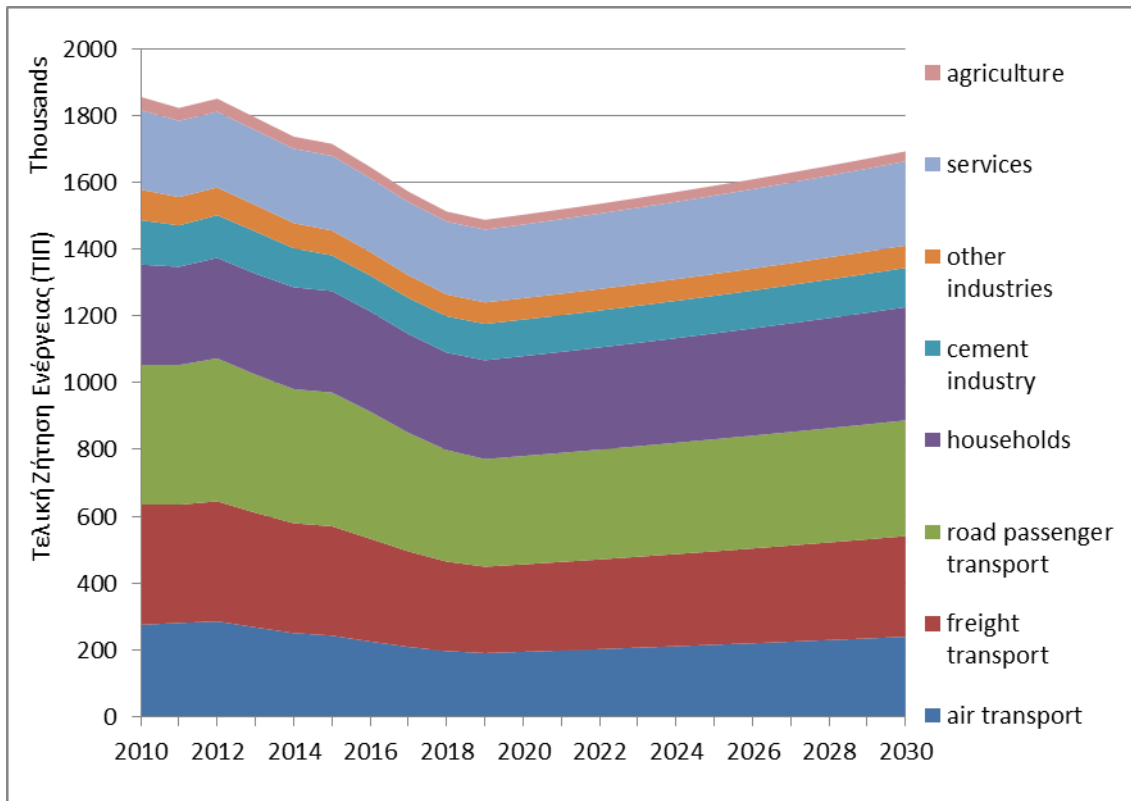


Εικόνα 5.1: Πρόβλεψη της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με εφαρμογή φόρου στα καύσιμα σύμφωνα με την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα

εκπομπές μεθανίου και άλλων θερμοκηπιακών αερίων που δεν μελετώνται σε αυτή την εργασία (επικεντρώνεται στο διοξείδιο του άνθρακα που είναι το σημαντικότερο) αλλά επίσης δεν συμπεριλαμβάνει και εκπομπές από τομείς που συμμετέχουν στο σύστημα εμπορίας εκπομπών (τσιμεντοποιείο). Έτσι θεωρήσαμε ότι ένας ρεαλιστικός στόχος για το μελέτη αυτή είναι 3 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Ο στόχος αυτός δεν επιτυγχάνεται σε καμία περίπτωση από αυτές που μελετώνται πιο πάνω. Ο ελάχιστος φόρος όπου θα επιτευχθεί ο στόχος του 2020 είναι 235,87€/τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

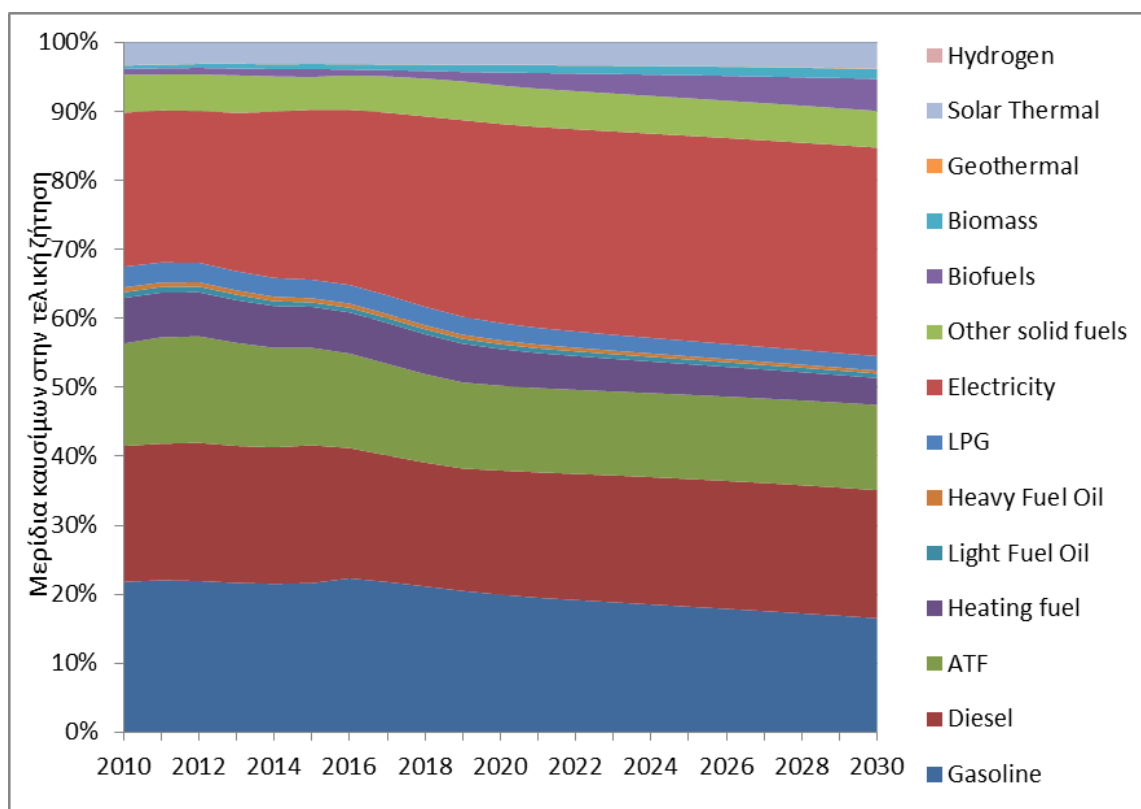
Με την εφαρμογή του φόρου αυτού, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται κυρίως λόγω της μεγάλης μείωσης στην τελική κατανάλωση. Αυτό δείχνει και η γραφική παράσταση στην εικόνα 5.2. Το 2020 η συνολική κατανάλωση θα μειωθεί στα 1,5 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου από τα 1,9 εκατομμύρια που έχει το 2010, ενώ το 2030 θα αυξηθεί στους 1,7 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Την μεγαλύτερη συνολική πτώση θα έχει το πετρέλαιο θέρμανσης με -45%. Σημαντικές

μειώσεις θα έχουν όμως και το βαρύ μαζούτ (-44%), το υγραέριο (-35%), η βενζίνη (-34%), το ελαφρύ μαζούτ (-28%), η κηροζίνη (-23%) και πετρέλαιο κίνησης (-15%).



Εικόνα 5.2: Πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ανά καύσιμο μετά την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα στην τιμή του καυσίμου.

Η εικόνα 5.3 παρουσιάζει την πρόβλεψη των μεριδίων των καυσίμων μέχρι το 2030 στο σενάριο όπου προστεθεί ο φόρος 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό που είναι εύκολο να παρατηρηθεί είναι η μεγάλη αύξηση στην χρήση του ηλεκτρισμού. Το μερίδιό του ηλεκτρισμού φαίνεται να αυξάνεται από 22% που είναι το 2010 στο 30% το 2030. Αυτό οφείλεται στη συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής στην εμπορία δικαιωμάτων του άνθρακα. Λόγω αυτού, στο μοντέλο δεν προστίθεται ο φόρος στην τιμή του ηλεκτρισμού. Η μεγαλύτερη αύξηση όμως θα παρουσιαστεί στα βιοκαύσιμα. Το μερίδιο του προβλέπεται να αυξηθεί κατά 455%. Μείωση του μεριδίου τους πρόκειται να παρατηρήσουν τα καύσιμα των μεταφορών όπου συνολικά θα μειώσουν το μερίδιό τους κατά περίπου 10 εκατοστιαίες μονάδες.



Εικόνα 5.3: Πρόβλεψη των μεριδίων για κάθε καύσιμο μετά την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα στην τιμή του καυσίμου.

Πίνακας 5.3: Πρόβλεψη της τιμής των καυσίμων με την επιβολή φόρου 235,87 Ευρώ ανά τόνο εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα.

Year	2010	2015	2020	2025	2030
Gasoline	1000.00	1728.34	1770.09	1799.56	1816.76
Diesel	868.42	1704.97	1797.34	1862.54	1900.58
ATF	433.69	1216.15	1284.48	1332.72	1360.86
Heating fuel	633.04	1468.83	1560.58	1625.35	1663.13
Light Fuel Oil	424.89	1224.03	1259.04	1283.76	1298.17
Heavy Fuel Oil	267.01	1046.95	1066.22	1079.82	1087.76
LPG	805.56	1480.81	1529.12	1563.22	1583.11
Electricity Industry	1518.73	1628.40	1718.31	1781.78	1818.81
Electricity Households	1641.69	1794.04	1918.95	2007.12	2058.56
Electricity Agriculture	1566.02	1709.96	1827.98	1911.29	1959.89
Electricity Services	1714.65	1830.80	1926.04	1993.26	2032.47
Other solid fuels**	48.76	1097.01	1098.21	1099.05	1099.54
Biofuels	1042.10	1177.30	1288.14	1366.39	1412.03
Biomass	48.76	50.22	51.41	52.26	52.75
Geothermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Thermal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrogen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Από την άλλη για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει οι πολίτες να αντιμετωπίσουν τις νέες τιμές των καυσίμων (πίνακας 5.3). Τα καύσιμα που έχουν την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα (στερεά καύσιμα και μαζούτ) θα έχουν και τη μεγαλύτερη αύξηση. Η μεγάλη αύξηση θα είναι το 2013 όπου και εισέρχεται ο νέος φόρος. Τα επόμενα έτη θα ακολουθήσουν μια σταθερή αύξηση. Μέχρι όμως το 2030, οι τιμές των περισσότερων καυσίμων περίπου θα διπλασιαστούν. Την μεγαλύτερη αύξηση θα έχουν τα στερεά καύσιμα τα οποία έχουν και τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Το 2013, η τιμή τους θα αυξηθεί κατά 1000 ευρώ ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως παρατηρούμε στους πιο πάνω πίνακες και διαγράμματα, στο σενάριο αναφοράς, όπου δεν προστίθεται κάποιος φόρος στα ορυκτά καύσιμα για μείωση της χρήσης τους, αλλά ούτε κάποια άλλη περιβαλλοντική πολιτική για μείωση της κατανάλωσης από τους διάφορους τομείς ή και αύξηση της απόδοσης των τεχνολογιών, και το ενεργειακό σύστημα παραμένει όπως έχει με συνέχιση των ήδη υπάρχουσών πολιτικών σχετικά με την ενέργεια και το περιβάλλον φαίνεται ότι η τελική συνολική κατανάλωση ενέργειας σε όλους τους τομείς πρόκειται να αυξηθεί με συνολική αύξηση μέχρι το 2030 της τάξης του 22%. Την μεγαλύτερη αύξηση από όλους τους τομείς θα έχουν οι αερομεταφορές με αύξηση 35% φτάνοντας τις 372 χιλιάδες τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Εκτός από την μεγαλύτερη αύξηση, ο ίδιος τομέας έχει και την πρώτη θέση στη συνολική κατανάλωση ενέργειας.

Ως προς τα καύσιμα παρατηρούμε μια ενδιαφέρουσα αύξηση των βιοκαυσίμων στους τομείς των μεταφορών με συνολική αύξηση 373% αλλά και της βιομάζας με συνολική αύξηση 180% μέχρι το 2030. Επίσης αξιοσημείωτη είναι η πτώση της κατανάλωσης του βαρίου μαζούτ από την τσιμεντοβιομηχανία κατά -43%. Τρία καύσιμα, ο ηλεκτρισμός, η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης έχουν περίπου την ίδια κατανάλωση, κατέχοντας γύρω στο 20% το κάθε καύσιμο ξεχωριστά, κρατώντας τα μερίδια τους σταθερά με την πάροδο των χρόνων. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι τα τρία αυτά καύσιμα, μαζί με την κηροζίνη για τις αερομεταφορές, συγκεντρώνουν γύρω στο 80% από τη συνολική κατανάλωση όλων των καυσίμων.

Ο ηλεκτρισμός μέχρι το 2030 πρόκειται να αυξηθεί κατά περίπου 29% φτάνοντας συνολικά τους 535 χιλιάδες τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Οι τομείς που χρησιμοποιούν τον περισσότερο ηλεκτρισμό (μαζί κατέχουν το 80% της συνολικής κατανάλωσης) είναι τα οικιακά και οι υπηρεσίες. Σημαντική είναι όμως και η εισδοχή των οδικών επιβατικών μεταφορών στην κατανάλωση του ηλεκτρισμού γύρω στο 2015.

Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τη χρήση των καυσίμων φαίνεται να αυξάνεται με την πάροδο των χρόνων φθάνοντας τα 4.7 εκατομμύρια το 2030. Οι κυριότεροι τομείς που εκπέμπουν το διοξείδιο του άνθρακα είναι οι τρεις τομείς των μεταφορών έχοντας 73% της συνολικής εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα με αυξητικό ρυθμό φθάνοντας το 2030 στο 89%. Αν τοποθετηθεί κάποιος φόρος στην τιμή των

καυσίμων ανάλογα με την περιεκτικότητα του κάθε καυσίμου σε άνθρακα, θα επιτευχθεί σημαντική μείωση των εκπομπών. Στις περιπτώσεις όπου ο φόρος παίρνει τιμές 10, 50 και 100 Ευρώ ανά τόνο εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα οι εκπομπές μειώνονται κατά 2%, 11% και 19% το 2030 από την περίπτωση του σεναρίου αναφοράς. Επίσης, για την επίτευξη του κρατικού στόχου για το 2020 (μείωση 5% από τις εκπομπές του 2005) πρέπει να τοποθετηθεί φόρος μεγαλύτερος από 235,87 Ευρώ/τόνο εκπομπής

Τέλος, όπως φαίνεται, αν το ενεργειακό ισοζύγιο παραμείνει όπως έχει, η Κύπρος θα κινηθεί προς την αντίθετη πορεία από ότι κινείται η υπόλοιπη Ευρώπη. Πρέπει να εφαρμόσει περισσότερες πολιτικές οι οποίες θα επιφέρουν σημαντική μείωση στην κατανάλωση, πολιτικές οι οποίες δεν θα έχουν οικονομικές επιπτώσεις στους καταναλωτές, πολιτικές οι οποίες θα βοηθήσουν στην επίτευξη των στόχων της χώρας. Μπορεί να είναι με αναγκαστική εφαρμογή προηγμένων τεχνολογικών συστημάτων για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, για εφαρμογή συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας για επαναχρησιμοποίηση, αλλά και στροφή από κάποιο συμβατικό καύσιμο όπως η βενζίνη, σε νέες τεχνολογίες όπως τα ηλεκτρικά ή τα υβριδικά αυτοκίνητα. Χωρίς την εφαρμογή των πολιτικών, εκτός του ότι ως χώρα δεν θα ανεξαρτητοποιηθούμε από την ενέργεια και κυρίως την εισαγόμενη ενέργεια, θα έχουμε να δώσουμε λογαριασμό στην ΕΕ για τη μη επίτευξη των στόχων που θέσαμε ως χώρα μέλος της ΕΕ, λογαριασμό που θα μας απομακρύνει από μελλοντικά προγράμματα και σχέδια της Ένωσης. Επιπλέον, οι πολίτες της Κύπρου έχουν πλέον συνειδητοποιήσει τη μεγάλη σημασία της ενέργειας. Δεν έχουν όμως ακόμα πάρει μέτρα για την δική τους οικονομική ευημερία αλλά και την περιβαλλοντική ευημερία ολόκληρης της Κύπρου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EIA (2011) US Energy Information Administration, International Outlook 2011, September 2011

ENERDATA (2012), Solar Water Heating in the World: Strong Diffusion Due to the Large Impact of Incentives, Found on www.leonardo-energy.org

European Council (2009), EU Energy Policy: Background,

EWEA (2011), EU Energy Policy to 2050: Achieving 80-95% Emission Reduction, A report by European Wind Energy Association

ExxonMobil (2012), The Outlook for Energy: A View to 2040, exxonmobil.com/energyoutlook

Koroneos et al (2005), Cyprus Energy System and the Use of Renewable Energy Sources, Energy 30, 1889-2001, Elsevier

Maxoulis and Kalogirou (2008), Cyprus energy policy: The road to the 2006 world renewable energy congress trophy, Renewable energy 33, 355-365, Elsevier

State of Hawaii (2011), Income and Price Elasticity of Hawaii Energy Demand, Economic Issue 2011, Department of Business, Economic Development and Tourism-Research and Economic Analysis Division

Zachariadis (2006), An empirical time series analysis of energy consumption in Cyprus. Economic Analysis Paper 01-06, Economics Research Centre, University of Cyprus. Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο: <http://www.erc.ucy.ac.cy/greek/publications.html>

Zachariadis and Shoukri (2011), Direct Effects from the Implementation of the EU Energy and Climate Package on Cypriot Economic Sectors and Households, Economic Analysis Paper 02-11, Economics Research Centre, University of Cyprus. Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο: <http://www.ucy.ac.cy/data/ecorece/DOP02-11.pdf>

Zachariadis (2011), Medium-term energy outlook for Cyprus and its policy implications, Energy Policy 39, Issue 10, p 6631-6635

Ζαχαριάδης (2006), Μακροχρόνια Πρόβλεψη της Κατανάλωσης Ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Σενάρια και Αβεβαιότητες, Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής 09-06, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Ζαχαριάδης (2008), Η Ευρωπαϊκή Πολιτική για την Κλιματική Αλλαγή και η Θέση της Κύπρου, Σχόλιο Οικονομικής Πολιτικής, Κέντρο Οικονομικών Ερευνών - Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τεύχος 19

Ζαχαριάδης (2008), Μακροχρόνια Πρόβλεψη της Κατανάλωσης Ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Η Επίδραση των Κλιματικών Αλλαγών , Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής 04-08, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Κασίνης (2010), Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου: το Παρόν και το Μέλλον, Παρουσίαση ΕΒΕ Λεμεσού, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού

Κασίνης (2011), Οι Ενεργειακές Προκλήσεις της Κυπριακής Δημοκρατίας και οι Προοπτικές, Παρουσίαση Πανεπιστημίου Λευκωσίας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού

Κίτσιος (2009), Energy Efficiency Policies and Measures in Cyprus, Monitoring of Energy Efficiency in EU 27, Norway and Croatia (ODYSSEE - MURE), Cyprus Institute of Energy

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1: Λεπτομερής Ανάλυση Κατανάλωσης Ενέργειας για το σενάριο αναφοράς

Year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
air transport	Gasoline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Diesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ATF	275777	281101	285953	293205	299144	303280	303096	305830	308140	310558	312902	315593	318621	321978	325655	329646	333948	338556	343471	348690	354214		
	Heating fuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Light Fuel Oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heavy Fuel Oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Liquid Pure Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Electricity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Other solid fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biofuels	0	0	0	0	0	1213	1644	2727	4062	5233	6416	7604	8790	9972	11148	12316	13476	14627	15770	16905	18035		
	Biomass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hybrid Diesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybrid Gasoline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
freight transport	Gasoline	20223	19001	18236	18046	18131	18170	18076	17934	17666	17390	17125	16890	16686	16512	16366	16247	16153	16085	16039	16015	16011		
	Diesel	339925	332608	335793	345683	357765	369563	371911	372576	372737	372781	372764	373046	373607	374430	375500	376806	378335	380078	382028	384178	386522		
	ATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heating fuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Light Fuel Oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heavy Fuel Oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Liquid Pure Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Electricity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Other solid fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biofuels	0	1689	3886	5819	7514	9451	10211	10881	12027	13321	14696	16157	17704	19338	21061	22878	24791	26807	28929	31164	33519		
	Biomass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hybrid Diesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybrid Gasoline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
road passenger transport	Gasoline		384245	383663	391091	408277	427942	445934	456308	462652	467045	469987	471806	473483	475036	476408	477535	478347	478767	478711	478088	476805	474764		
	Diesel		17891	21137	27387	34145	40212	45887	48830	50659	53058	55589	57953	60243	62460	64593	66632	68566	70385	72076	73630	75033	76273		
	ATF		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heating fuel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Light Fuel Oil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heavy Fuel Oil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Liquid Pure Gas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Electricity		0	0	0	0	206	463	632	772	1076	1544	2163	2980	3936	5053	6359	7884	9662	11731	14133	16913	20119		
	Other solid fuels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biofuels		15527	14809	13884	13375	13162	12983	12979	13001	12921	12854	12863	12993	13267	13706	14336	15185	16283	17664	19366	21428	23894		
	Biomass		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geothermal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar Thermal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrogen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hybrid Diesel		0	0	0	0	0	411	640	803	1102	1493	1929	2418	2966	3579	4264	5028	5880	6826	7874	9030	10302		
	Hybrid Gasoline		0	224	686	1221	1752	2331	2669	2915	3354	3936	4603	5371	6254	7266	8423	9740	11235	12924	14826	16958	19336		
households	Year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	Gasoline		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Diesel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ATF		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heating fuel		55518	53537	53489	54089	55347	54878	55120	55052	54524	53943	53259	52589	51940	51316	50720	50154	49622	49126	48667	48246	47867		
	Light Fuel Oil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heavy Fuel Oil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Liquid Pure Gas		36214	34801	34669	35032	35883	35646	35864	35924	35763	35593	35388	35222	35095	35008	34960	34951	34980	35047	35151	35290	35472		
	Electricity		76961	78489	84874	91474	98733	101253	103116	105087	107455	109538	111399	113225	115007	116739	118417	120042	121611	123126	124590	126004	127376		
	Other solid fuels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Biofuels		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Biomass		1545	1594	1769	1966	2194	2316	2405	2522	2697	2882	3083	3306	3550	3817	4108	4422	4761	5126	5518	5938	6388		
	Geothermal		753	703	674	660	661	649	650	651	652	657	667	684	708	740	780	831	892	964	1048	1147	1260		
Solar Thermal		51910	49369	48802	49042	50054	49539	49561	49494	49362	49287	49256	49362	49601	49967	50455	51058	51770	52586	53499	54504	55596			

Year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
cement industry	Gasoline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Diesel	0	48	81	87	0	0	17	73	114	137	159	178	195	211	224	237	248	258	267	276	283	
	ATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heating fuel	77	173	246	259	67	61	97	212	295	344	387	426	461	491	519	543	565	585	603	619	634	
	Light Fuel Oil	175	839	1318	1409	153	139	389	1213	1817	2172	2494	2785	3048	3286	3501	3695	3871	4031	4177	4311	4436	
	Heavy Fuel Oil	12482	11160	11182	11027	10898	9948	9821	9226	8789	8541	8310	8104	7923	7766	7631	7517	7422	7346	7287	7244	7216	
	Liquid Pure Gas	378	320	308	300	330	301	291	250	220	202	186	172	159	148	137	128	120	114	108	102	98	
	Electricity	5726	4957	4853	4759	5000	4564	4444	3965	3613	3410	3221	3052	2901	2767	2649	2546	2456	2378	2312	2256	2209	
	Other solid fuels	102071	95069	98017	97305	89121	81350	81930	82560	83120	83597	84041	84544	85102	85713	86376	87088	87849	88657	89512	90413	91360	
	Biofuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biomass	6502	6056	6243	6198	5677	5182	5219	5259	5295	5325	5353	5385	5421	5460	5502	5547	5596	5647	5702	5759	5819	
	Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
other industries	Gasoline	6	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	
	Diesel	7679	6952	6358	5908	5581	5225	4982	4747	4480	4251	4039	3848	3677	3524	3388	3267	3161	3068	2986	2916	2855	
	ATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heating fuel	8570	8001	7806	7754	7755	7813	7716	7685	7649	7618	7590	7572	7564	7566	7578	7599	7630	7671	7721	7780	7849	
	Light Fuel Oil	12237	11644	11779	12095	12405	12852	12841	12955	13065	13139	13189	13227	13253	13270	13278	13278	13272	13261	13245	13227	13207	
	Heavy Fuel Oil	569	519	483	458	439	420	405	391	375	360	347	334	323	312	303	294	286	278	271	265	259	
	Liquid Pure Gas	5341	4947	4765	4691	4673	4705	4656	4662	4685	4720	4770	4837	4920	5020	5135	5265	5410	5568	5740	5925	6125	
	Electricity	28388	26613	26192	26252	26456	26902	26680	26707	26734	26745	26750	26769	26802	26847	26903	26970	27047	27133	27229	27335	27449	
	Other solid fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biofuels	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	
	Biomass	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	
	Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Παράρτημα 2: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για σενάριο αναφοράς και σενάριοι αύξησης τιμής καυσίμου με φόρο

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
a = 0 Euro/t of carbon	air transport	817404	833184	847564	869059	886661	898921	898378	906481	913328	920494	927441	935417	944394	954342	965240	977071	989821	1003481	1018047	1033516	1049890
	freight transport	1101311	1076736	1087000	1120518	1161914	1202503	1213278	1218508	1221620	1224156	1226346	1229539	1233679	1238717	1244608	1251313	1258799	1267037	1276002	1285672	1296028
	road passenger	1158458	1161670	1192326	1248296	1308134	1361305	1385134	1394929	1401563	1405316	1406391	1406580	1405949	1404344	1401602	1397548	1391994	1384745	1375598	1364346	1350783
	households	265012	255241	254748	257539	263623	261563	262876	262824	260783	258555	255920	253431	251108	248964	247008	245249	243693	242344	241207	240282	239571
	cement industry	494804	461911	476895	473566	432027	394357	397457	401409	404729	407366	409783	412429	415296	418379	421676	425183	428901	432828	436968	441321	445891
	other industries	104909	97838	95259	94455	94343	94883	93628	93144	92581	92063	91571	91184	90901	90717	90631	90639	90740	90931	91213	91582	92039
	services	145186	137389	135046	134598	134678	135245	133819	133524	133042	132633	132224	131929	131743	131659	131670	131768	131946	132196	132509	132879	133297
	agriculture	78968	77746	79242	81999	84499	86266	85557	85016	84448	83880	83315	82829	82415	82068	81783	81556	81385	81267	81200	81182	81213
	Total	4166051	4101715	4168079	4280029	4365878	4435043	4470127	4495835	4512094	4524463	4532989	4543338	4555484	4569190	4584217	4600327	4617278	4634831	4652744	4670780	4688712
	a = 10 Euro/t of carbon	air transport	817404	833184	847564	863910	876356	885759	880997	883961	886204	890546	897405	905347	914372	924321	935174	946917	959538	973028	987381	1002595
freight transport		1101311	1076736	1087000	1115308	1151277	1188648	1194708	1194638	1193078	1192801	1195042	1198322	1202629	1207785	1213750	1220487	1227964	1236153	1245030	1254573	1264764
road passenger		1158458	1161670	1192326	1243057	1297239	1346848	1365364	1369337	1370828	1371412	1372331	1372370	1371720	1370057	1367219	1363032	1357313	1349866	1340492	1328985	1315143
households		265012	255241	254748	256629	261830	259347	260200	259551	256883	254385	251396	248631	246128	243820	241718	239827	238153	236698	235464	234562	233661
cement industry		494804	461911	476895	473566	432027	394357	397457	401409	404729	407366	409783	412429	415296	418379	421676	425183	428901	432828	436968	441321	445891
other industries		104909	97838	95259	93942	93373	93551	91988	91137	90232	89488	88927	88484	88155	87933	87812	87791	87867	88035	88296	88645	89083
services		145186	137389	135046	134171	133874	134127	132450	131844	131064	130445	129934	129553	129295	129146	129099	129145	129276	129483	129758	130092	130475
agriculture		78968	77746	79242	81613	83736	85271	83536	82703	81900	81217	80719	80294	79936	79639	79399	79213	79078	78992	78953	78959	79011
Total		4166051	4101715	4168079	4262197	4329710	4387907	4406701	4414580	4414918	4417660	4425538	4435430	4447530	4461080	4475847	4491596	4508089	4525084	4542340	4559622	4576698
a = 50 Euro/t of carbon		air transport	817404	833184	847564	846155	841208	841130	822795	809352	797043	792361	798237	805543	814312	823903	834025	845486	857441	870155	883617	897817
	freight transport	1101311	1076736	1087000	1096122	1112488	1138380	1127960	1109690	1092328	1082587	1084768	1088174	1092899	1098331	1104434	1111179	1118534	1126475	1134976	1144017	1153578
	road passenger	1158458	1161670	1192326	1223644	1257251	1294508	1293792	1277569	1261520	1251403	1251701	1251184	1250435	1248561	1245408	1240809	1234585	1226553	1216519	1204290	1189677
	households	265012	255241	254748	253236	251725	251217	250478	247694	242765	239217	234835	231013	227839	224935	222303	219943	217852	216027	214462	213152	212089
	cement industry	494804	461911	476895	473566	432027	394357	397457	401409	404729	407366	409783	412429	415296	418379	421676	425183	428901	432828	436968	441321	445891
	other industries	104909	97838	95259	92065	89844	88793	86198	84092	82011	80480	79617	78943	78448	78084	77844	77720	77706	77796	77985	78269	78643
	services	145186	137389	135046	132563	130850	129970	127401	125661	123793	122400	121479	120758	120230	119842	119582	119438	119399	119452	119586	119790	120053
	agriculture	78968	77746	79242	80174	80920	81637	79493	77558	75759	74483	73972	73537	73179	72876	72624	72421	72266	72157	72091	72069	72088
	Total	4166051	4101715	4168079	4197525	4199764	4219541	4185575	4133025	4079947	4050295	4054392	4061581	4072638	4084913	4098173	4112179	4126684	4141443	4156205	4170726	4184770
	a = 100 Euro/t of carbon	air transport	817404	833184	847564	828523	806915	798046	769845	741932	716914	704160	707918	713741	721592	730264	739721	749933	760870	772508	784823	797795
freight transport		1101311	1076736	1087000	1075196	1070892	1084940	1058112	1022273	990081	971537	973275	976525	981408	986892	992941	999524	1006610	1014171	1022180	1030615	1039452
road passenger		1158458	1161670	1192326	1202279	1213937	1237371	1218054	1182016	1149279	1129165	1128719	1127603	1126703	1124609	1121173	1116236	1109630	1101179	1090701	1078018	1062952
households		265012	255241	254748	249462	247838	242426	240143	235160	227858	223074	217027	211996	208097	204562	201383	198548	196046	193863	191987	190401	189094
cement industry		494804	461911	476895	473566	432027	394357	397457	401409	404729	407366	409783	412429	415296	418379	421676	425183	428901	432828	436968	441321	445891
other industries		104909	97838	95259	90025	86060	83844	80304	76994	73772	71463	70197	69242	68569	68059	67698	67474	67375	67391	67514	67736	68049
services		145186	137389	135046	130741	127448	125386	121900	118959	115925	113692	112263	111141	110315	109666	109177	108832	108613	108507	108496	108569	108710
agriculture		78968	77746	79242	78575	77842	77735	75161	72157	69386	67510	66868	66348	65953	65615	65331	65097	64913	64775	64682	64631	64622
Total		4166051	4101715	4168079	4128369	4062959	4044106	3960976	3850899	3747944	3687967	3686050	3689025	3697934	3708046	3719100	3730827	3742958	3755222	3767351	3779085	3790178
a = 235.87 Euro/t of carbon		air transport	817403.8	833184.38	847563.707	794758.075	743023.1	719341.37	668450.1	618824.055	575346.531	550692	549306	551662	557233	563741	571094	579212	588025	597471	607498	618060
	freight transport	1101311	1076735.7	1086999.77	1030114.8	983833.4	974823.88	940858.9	872886.311	813629.145	778264	774798	774661	777622.7	781297	785601	790462	795814	801597	807759	814252	821035
	road passenger	1158458	1161670.1	1192325.83	1155691.41	1122028	1118886.1	1054797	984191.882	924490.439	889221	888270	886813	886066.4	884039	880607	875635	868980	860496	850034	837449	822608
	households	265011.5	255240.74	254748.143	241085.356	231822.4	223874.64	218985.6	209766.09	197755.183	190060	180071	172386	167041.4	162303	158128	154472	151295	148558	146223	144256	142625
	cement industry	494803.9	461910.82	476894.77	473566.031	432026.6	394357.18	397457.5	401408.527	404729.285	407366	409783	412429	415295.9	418379	421676	425183	428901	432828	436968	441321	445891
	other industries	104908.6	97837.799	95259.3561	85624.5978	78095.91	73940.981	68963.86	63601.2901	58398.6426	54695.4	52398.3	50806.1	49795.74	49024.6	48460.4	48075.4	47845.7	47750.9	47773.7	47899.6	48116.3
	services	145186.4	137389.33	135045.546	126585.869	119779.1	115424.93	110235.6	104883.438	99469.52	95484	92757.3	90693.6	89239.5	88056.4	87111.6	86374.8	85817.7	85414.8	85142.2	84978.3	84903.3
	agriculture	78967.8	77746.335	79241.9349	75040.7194	71236.56	69629.236	66162.49	61261.9696	56803.0348	53832.7	52617	51753	51209.47	50752.5	50373.9	50066.3	49822.9	49637.5	49504.5	49419	49376.3
	Total	4166051	4101715.2	4168079.05	3982466.86	3781845	3690278.4	3525911	3316823.56	3130621.78	3019615	3000001	2991203	2993504	2997593	3003052	3009481	3016501	3023754	3030902	3037636	3043674