

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Μεταπτυχιακή διατριβή

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΩΔΙΚΑ ΜΑΤΛΑΒ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ
ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Μαρίνα Μαγίδου

Λεμεσός 2016

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

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΩΔΙΚΑ ΜΑΤΛΑΒ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ
ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

της
Μαρίας Μαγίδου

Λεμεσός 2016

ΕΝΤΥΠΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

Ανάπτυξη κώδικα Matlab για την διενέργεια μακροχρόνιων ενεργειακών προβλέψεων στην Κύπρο

Παρουσιάστηκε από

Μαρίνα Μαγίδου

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Θεόδωρος Ζαχαριάδης

Μέλος επιτροπής: Δρ. Αλέξανδρος Χαραλαμπίδης

Μέλος επιτροπής: Δρ. Μαρία Αντωνίου

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Ιούνιος, 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Όνομα Μαγίδου Μαρίνα, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Θεόδωρο Ζαχαριάδη, που μου έδωσε την ευκαιρία να εργαστώ στο συγκεκριμένο ενδιαφέρον θέμα, όπως επίσης και για την πολύτιμη επίβλεψη του κατά την διαδικασία διεκπεραίωσης της παρούσας εργασίας. Δεν περιορίστηκε ο ρόλος του μόνο στην καθοδήγηση και το συντονισμό μου, αλλά επίσης πρόσφερε την υποστήριξη του, τόσο σε επίπεδο γνώσεων και ιδεών όσο και σε ηθικό. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την πολύτιμη στήριξη τους και τη συνεχή υποστήριξη που μου παρείχαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αφορά την ανάπτυξη ενός κώδικα με τη βοήθεια του προγράμματος Matlab, που θα είναι υπεύθυνος για την υλοποίηση μακροχρόνιων ενεργειακών προβλέψεων στην Κύπρο μέχρι το έτος 2040. Ο κώδικας είναι βασισμένος στο μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της τελικής ζήτησης ενέργειας που χρησιμοποιούν ήδη οι κυπριακές αρχές για τα Σχέδια Δράσης τους για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Παρουσιάζεται η κατανάλωση της ενέργειας σε κάθε σημαντικό τομέα της οικονομίας. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη μακροοικονομικές μεταβλητές, καθώς επίσης και τις διάφορες τιμές της ενέργειας ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, υπολογίζονται τα μερίδια των καυσίμων σε κάθε τομέα, ανάλογα με το κόστος της τεχνολογίας. Επιπρόσθετα, στις εκτιμήσεις συμπεριλήφθηκε και η μεταβλητή της δυνατότητας διείσδυσης των διαφόρων τεχνολογιών και οι τεχνικοί περιορισμοί για την υιοθέτηση τους. Στο κείμενο που θα ακολουθήσει, παρατίθενται οι μαθηματικές διατυπώσεις για τον υπολογισμό της συνολικής ετήσιας ενεργειακής ζήτησης ανά τομέα και ανά καύσιμο και οι επιμέρους μαθηματικές σχέσεις. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται αναλυτικά ο κώδικας που υλοποιήθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τις προβλέψεις μαζί με τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από την λειτουργία του. Όλα τα στοιχεία των σημαντικών παραμέτρων καταγράφηκαν ηλεκτρονικά μέσω του λογισμικού προγράμματος Matlab και αυτόματα αποθηκεύτηκαν σε αρχεία Excel. Ακολούθως, εφαρμόστηκαν τρία υποθετικά σενάρια για διαφορετικές μελλοντικές τιμές πετρελαίου στον κώδικα που αναπτύχθηκε, το σενάριο αναφοράς, υψηλής τιμής πετρελαίου και χαμηλής τιμής πετρελαίου. Συγκεντρώθηκαν οι μεταβολές που προέκυψαν και έγινε ανάλυση της διαφοροποίησης της ενεργειακής ζήτησης. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που εξάχθηκαν είναι το γεγονός ότι όσο αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου, επηρεάζονται ανάλογα και οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων και μειώνεται η ζήτηση τελικής συνολικής ενέργειας. Επίσης, η αντικαταστάσιμη ενέργεια, επηρεάζεται αντιστρόφως ανάλογα σε σχέση με τη μεταβολή της τιμής του πετρελαίου. Από την άλλη μεριά όμως, η επίδραση της αύξησης της τιμής του πετρελαίου στην αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια είναι αμελητέα, αφού δεν υπάρχουν υποκατάστατα για την ηλεκτρική ενέργεια που θεωρείται και είδος πρώτης ανάγκης. Τέλος, παρατηρήθηκε μία τάση απόκλισης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και αύξηση της χρήσης πιο καθαρών πηγών, και στα τρία σενάρια εφαρμογής.

SUMMARY

This thesis concerns the implementation of a code, using the Matlab program, based on a mathematical model, which will be used for long-term annual forecasts of energy demand in Cyprus by the year 2040. The code is based on a mathematical model for energy demand forecasts, which is currently used from the government of Cyprus for the preparation of its national Action Plans on renewable energy sources and energy efficiency. The model takes into account macroeconomic variables, as well as the various energy prices depending on the type of fuel being used. Furthermore, the model calculates shares of fuels in each sector, depending on the cost of the technology, such as investment costs, operation/maintenance and fuel cost, and depending on each technology's maturity and relevant technical constraints for the adoption of new technologies. The thesis describes the mathematical formulations and individual mathematical equations that were used to calculate total annual energy demand by sector and fuel. Moreover, it presents the code that was implemented in the Matlab software program, which records all data of the required parameters and exports results automatically to Excel files. Subsequently, three different scenarios were applied on the code for future oil prices, in order to explore the sensitivity of the energy demand, baseline scenario, high oil price scenario and low oil price scenario. Based on the scenario results, some conclusions are summarized in the last part of the thesis. The main conclusion is that as price increases, fuel prices are affected accordingly and energy demand is affected inversely. On the other hand, the effect of oil price rising on irreplaceable electricity is negligible, since there are no substitutes for electricity. Finally, there is a deviation trend from conventional energy sources to cleaner sources, which is observed in all scenarios.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
SUMMARY	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	11
1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ	20
1.1 Ορισμός	20
1.2 Μορφές ενέργειας.....	20
1.3 Πηγές ενέργειας.....	21
1.3.1 Ορισμός.....	21
1.3.2 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	21
1.3.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	21
1.4 Αβεβαιότητα ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού.....	22
1.5 Ενέργεια και περιβάλλον.....	23
1.6 Κύπρος και Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ)	25
1.7 Κύπρος και Ενέργεια	26
1.8 Ενεργειακή πολιτική στην Κύπρο	33
2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ.....	35
2.1 Εισαγωγή	35
2.2 Διαδικασία πρόβλεψης	35
2.2.1 Βασικά Βήματα σε μια Διαδικασία Πρόβλεψης	36
2.2.2 Πλεονεκτήματα Μεθόδων Πρόβλεψης	36
2.2.3 Μειονεκτήματα Μεθόδων Πρόβλεψης	36
2.2.4 Σημασία απεικόνισης δεδομένων στον τομέα των προβλέψεων.....	37
2.3 Λόγοι ανακριβών αποτελεσμάτων των ενεργειακών μοντέλων προβλέψεων	37

2.4	Αναθεωρήσεις μοντέλων	38
2.5	Κατηγοριοποίηση μοντέλων προβλέψεων	38
2.5.1	Απλή προσέγγιση	38
2.5.2	Πολύπλοκη προσέγγιση.....	39
2.5.3	Μοντέλα προσέγγισης σεναρίων	40
2.6	Σύντομη ανασκόπηση υφιστάμενων μοντέλων προβλέψεων	41
2.6.1	Εκτεταμένο μοντέλο εισροών-εκροών για την εκτίμηση της ενεργειακής ζήτησης στην Ισπανία.	41
2.6.2	Μελλοντικά σενάρια και τάσεις στον τομέα παραγωγής ενέργειας στη Βραζιλία: παροχή, ζήτηση και προβλέψεις μετριασμού λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή του κλίματος.....	42
2.6.3	Μοντέλο πρόβλεψης κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές στο Ιράν	43
2.6.4	Συγκριτική μελέτη των μοντέλων της ζήτησης ενέργειας	43
3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	45
3.1	Εισαγωγή	45
3.2	Περιγραφή μοντέλου	45
3.3	Μαθηματικές εξισώσεις	47
3.4	Πρόγραμμα MATLAB	51
4	ΣΕΝΑΡΙΑ	53
4.1	Εισαγωγή	53
4.2	Δεδομένα και Παραδοχές	53
4.3	Περιγραφή Σεναρίων.....	59
4.3.1	Γενικά	59
4.3.2	Σενάριο αναφοράς	60
4.3.3	Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	63
4.3.4	Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	67

5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	70
5.1	Εισαγωγή	70
5.2	Σενάριο αναφοράς	70
5.3	Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	77
5.4	Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	85
5.5	Σύγκριση σεναρίων	92
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	100
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	108
	Κώδικας Matlab	108

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο (2002–2010)	54
Πίνακας 2: Διεθνείς τιμές του αργού πετρελαίου και η μετατροπή τους σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2002-2010).....	54
Πίνακας 3: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2002-2010).....	55
Πίνακας 4: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2002–2010).....	56
Πίνακας 5: Στοιχεία κόστους για τις τεχνολογίες ανά τομέα, καύσιμο και χρήση (Ιδρυμα Ενέργειας).....	56
Πίνακας 6: Συντελεστές εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα	57
Πίνακας 7: Ελαστικότητα εισοδήματος α1 για τις χρονιές 2010-2040.....	58
Πίνακας 8: Οικονομική δραστηριότητα ανά τομέα	59
Πίνακας 9: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	61
Πίνακας 10: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (20011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	61
Πίνακας 11: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	62
Πίνακας 12: Μακροοικονομικά μεγέθη (2011–2040)_Σενάριο αναφοράς.....	63
Πίνακας 13: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	64
Πίνακας 14: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (20011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου.....	65
Πίνακας 15: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	66
Πίνακας 16: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	67

Πίνακας 17: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (20011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	68
Πίνακας 18: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	69
Πίνακας 19: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	71
Πίνακας 20: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	73
Πίνακας 21: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	75
Πίνακας 22: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου.....	78
Πίνακας 23: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου.....	80
Πίνακας 24: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου.....	82
Πίνακας 25: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	85
Πίνακας 26: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	87
Πίνακας 27: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	90
Πίνακας 28: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040).....	94
Πίνακας 29: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040).....	94
Πίνακας 30: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040).....	96
Πίνακας 31: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040).....	98
Πίνακας 32: Διεθνής τιμή του μέσου όρου καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040).....	98

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε ολόκληρο τον κόσμο	24
Διάγραμμα 2: Εξέλιξη του ΑΕΠ και της προστιθέμενης αξίας ανά τομέα στην Κύπρο (1995-2013).....	25
Διάγραμμα 3: Γενικά Ενεργειακά Χαρακτηριστικά της Κύπρου	26
Διάγραμμα 4: Ενεργειακό Μίγμα-Τελική Κατανάλωση Ενέργειας.....	27
Διάγραμμα 5: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας, από το 1995 μέχρι το 2013	28
Διάγραμμα 6: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά πηγή ενέργειας το 2000 και το 2013.....	28
Διάγραμμα 7: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, από το 1995 μέχρι το 2013	29
Διάγραμμα 8: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα το 2000 και το 2013	29
Διάγραμμα 9: Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη στην Κύπρο.....	30
Διάγραμμα 10: Εισαγωγές προϊόντων πετρελαίου στην Κύπρο	31
Διάγραμμα 11: Τελική κατανάλωση ενέργειας 1999-2009.....	31
Διάγραμμα 12: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα	32
Διάγραμμα 13: ΑΠΕ στην Κύπρο: Φωτοβολταϊκά και Ανεμογεννήτριες	33
Διάγραμμα 14: Σενάρια για το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου	60
Διάγραμμα 15: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	72
Διάγραμμα 16: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	74
Διάγραμμα 17: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	74

Διάγραμμα 18: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	76
Διάγραμμα 19: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς.....	77
Διάγραμμα 20: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	79
Διάγραμμα 21: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	81
Διάγραμμα 22: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	81
Διάγραμμα 23: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	83
Διάγραμμα 24: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου	84
Διάγραμμα 26: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	86
Διάγραμμα 26: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	88
Διάγραμμα 27: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου.....	89
Διάγραμμα 28: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	91
Διάγραμμα 29: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου	92
Διάγραμμα 30: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040).....	93
Διάγραμμα 31: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040).....	95
Διάγραμμα 32: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)	96

Διάγραμμα 33: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040).....	97
Διάγραμμα 34: Διεθνής τιμή του μέσου όρου καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040)...	99

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΕΠ: Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

Η/Υ: Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

ΤΠΠ: τόνος ισοδύναμου πετρελαίου

GDP: Gross domestic product

IEA: International Energy Agency

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

IRENA: International Renewable Energy Agency

Matlab: Matrix Laboratory

TOE: tonne of oil equivalent

WEC: World Energy Council

3EP: Energy & Environmental Economics Policy Group

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Gross domestic product: Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν

International Energy Agency: Διεθνής Οργανισμός ενέργειας

Intergovernmental Panel on Climate Change: Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος

International Renewable Energy Agency: Διεθνής Οργανισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Tonne of oil equivalent: τόνος ισοδύναμου πετρελαίου

What if analysis: Ανάλυση ευαισθησίας

World Energy Council: Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τομέας της ενέργειας τα τελευταία χρόνια φαίνεται να προβληματίζει ιδιαίτερα τις διάφορες κυβερνήσεις. Παρατηρείται συνεχώς η λήψη μέτρων αλλά και η δημιουργία νομοθεσιών που αποβλέπουν στην επίτευξη ενεργειακών στόχων. Κάθε κράτος, ανάλογα με τις ανάγκες του, λαμβάνει αποφάσεις σχετικά με τις πολιτικές που θα υιοθετήσει για να κατορθώσει να επιτύχει την αναμενόμενη και μέγιστα εφικτή εξοικονόμηση ενέργειας που επιθυμείται. Έτσι και η Κύπρος, δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση σε αυτή την παγκόσμια προσπάθεια ενεργειακής ευαισθητοποίησης. Παρακολουθεί και συμμετέχει στη διαμόρφωση της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τα θέματα της ενέργειας. Επιπλέον, καταρτίζει και εφαρμόζει προγράμματα για εξοικονόμηση ενέργειας, για προώθηση της χρήσης ΑΠΕ και για ανάπτυξη τεχνολογιών για την εκμετάλλευσή τους. Για να προβεί όμως στην διαμόρφωση της ενεργειακής πολιτικής της, έρχεται σε συνεργασία με διάφορους εμπλεκόμενους φορείς έτσι ώστε να προωθείται η αποτελεσματική εφαρμογή της εκάστοτε πολιτικής.

Βασικά εργαλεία για τις προβλέψεις που θα βοηθήσουν στην λήψη αποφάσεων, αποτελούν τα διάφορα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται και μπορούν να θεωρηθούν ως μία από τις πλέον σύγχρονες μεθόδους στατιστικών προσεγγίσεων. Με την ανάλυση των χρονοσειρών που προκύπτουν, σε βασικές στατιστικές έννοιες και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορεί να παρατηρηθούν χρήσιμες πληροφορίες που θα συμβάλουν αποτελεσματικά στην επιλογή στοχευμένων ενεργειακών μέτρων. Επιπλέον, είναι σημαντικό να γίνεται η ενσωμάτωση της τεχνογνωσίας και των διαδικασιών πρόβλεψης σε ένα προηγμένο πληροφοριακό σύστημα επιχειρηματικών προβλέψεων το οποίο θα καταστήσει ακόμη πιο γρήγορη και αξιόπιστη την εφαρμογή της τεχνικής των προβλέψεων και ευκολότερη την επεξεργασία των δεδομένων. Όλα όσα προαναφέρθηκαν, οδήγησαν στην επιλογή του θέματος της ακόλουθης διατριβής, αφού είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη για αλλαγή στη δομή και την οργάνωση του ενεργειακού τομέα.

Η εν λόγω μεταπτυχιακή διατριβή αφορά την ανάπτυξη ενός κώδικα με τη βοήθεια του προγράμματος Matlab, που είναι βασισμένος σε υφιστάμενα μαθηματικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούν ήδη οι κυπριακές αρχές για τα Σχέδια Δράσης τους για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας. Ο κώδικας χρησιμοποιήθηκε για ενεργειακές προβλέψεις μέχρι το έτος 2040 στην Κύπρο και λαμβάνονται υπόψη μακροοικονομικές μεταβλητές, τα διάφορα καύσιμα και οι σημαντικοί τομείς της οικονομίας. Είναι απλός στον χειρισμό, αλλά

παράλληλα και εύχρηστος ακόμα και από μη γνώστες του λογισμικού της Matlab και παρουσιάζεται σε μία ευέλικτη μορφή που οι εκάστοτε αλλαγές δεν θα είναι δύσκολο να εφαρμοστούν, αλλά αντιθέτως το μοντέλο θα είναι σε θέση να επιφέρει τα ανάλογα αποτελέσματα σε μικρό χρονικό διάστημα. Συμπερασματικά, ο παρών κώδικας, με ορισμένες τροποποιήσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και μελλοντικά για ερευνητικούς σκοπούς και να συντελέσει σημαντικά στη λήψη αποφάσεων από κρατικές υπηρεσίες όσον αφορά τη χρήση ορθών προσεγγίσεων για την επίτευξη ενεργειακών στόχων.

Στην ακόλουθη μελέτη, παρατίθεται αρχικά μία ενότητα που εμπεριέχει τον ορισμό της ενέργειας, τις πηγές και τις μορφές της. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι αβεβαιότητες στις οποίες είναι εκτιθέμενος ο ενεργειακός εφοδιασμός. Ακολουθεί ένας συσχετισμός της ενέργειας με το περιβάλλον και τις επιπτώσεις που προκαλεί σε αυτό. Έπειτα, γίνεται μία τοποθέτηση όσον αφορά τα κυπριακά δεδομένα, κατά την οποία αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Κύπρου, το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π) της, οι οικονομικές της δραστηριότητες, το ενεργειακό κυπριακό ισοζύγιο και τέλος η ενεργειακή πολιτική που εφαρμόζεται στην Κύπρο.

Η επόμενη ενότητα αναφέρεται στα μοντέλα ενεργειακών προβλέψεων. Παρουσιάζεται η διαδικασία πρόβλεψης, οι λόγοι ανακριβών αποτελεσμάτων των ενεργειακών μοντέλων, οι αναθεωρήσεις των μοντέλων αυτών και μία γενική κατηγοριοποίηση τους. Στο τέλος της συγκεκριμένης ενότητας, μετά από μία διαδικασία βιβλιογραφικής ανασκόπησης σε διεθνή επίπεδο, παρατίθενται κάποια παραδείγματα υφιστάμενων μοντέλων ενεργειακής πρόβλεψης.

Ακολουθεί η μεθοδολογία της παρούσας διατριβής, που περιλαμβάνει την περιγραφή του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε, μαζί με τις μαθηματικές εξισώσεις από τις οποίες αποτελείται και γίνεται αναφορά στις δυνατότητες που παρέχονται μέσω του λογισμικού της Matlab και στους κύριους λόγους που επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του κώδικα αυτού. Ο κώδικας παρατίθεται σε παράρτημα μαζί με βοηθητικό πίνακα που αντιστοιχεί τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν και τα ονόματα των μεταβλητών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα δεδομένα και οι παραδοχές που έγιναν για την εφαρμογή των σεναρίων που περιγράφονται ακολούθως. Τα αποτελέσματα του κώδικα παρατίθενται τόσο ξεχωριστά για κάθε σενάριο, όσο και συγκριτικά και τέλος, γίνεται η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Ορισμός

Ενέργεια ονομάζεται η ικανότητα παραγωγής έργου ή ακόμη η ικανότητα οργάνωσης ή αλλαγής της ύλης. Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί για να επιζήσουν, αλλά και οι φυσικές όπως και οι ανθρωπογενείς διαδικασίες απαιτούν ενέργεια.

Η ζωή και η ενέργεια είναι δυο έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες. Συνεπώς, η ενέργεια είναι η κινητήρια δύναμη για όλες τις αλλαγές που βρίσκονται παντού. Μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή η σημασία της για τον άνθρωπο και την ύπαρξη του. Είναι απαραίτητη σχεδόν για κάθε καθημερινή δραστηριότητα. Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή, που μόνο η έλλειψή της καθιστά πρόδηλη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των αναπτυγμένων κρατών καταναλώνει ημερησίως πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας. Συνεπώς, και ένα κράτος που φροντίζει να παρέχει στους πολίτες τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την καθημερινότητα τους, οφείλει να διαθέτει ένα αξιόπιστο σύστημα εφοδιασμού ενέργειας.

1.2 Μορφές ενέργειας

Η ενέργεια διακρίνεται ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί. Μπορούμε να τη διαχωρίσουμε σε πολλές μορφές:

- Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, που συνδυάζει την ηλεκτρική και τη φωτεινή ή ενέργεια ακτινοβολίας,
- Μηχανική ενέργεια, που συνδυάζει την κινητική αλλά και τη δυναμική.
- Θερμική ενέργεια
- Πυρηνική ενέργεια
- Χημική ενέργεια

Γενικά, η παρουσία της ενέργειας μπορεί να ανιχνευτεί από έναν παρατηρητή κάθε φορά που υπάρχει αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές (ανανεώσιμες και μη) όμως σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ενέργειας, ούτε δημιουργείται αλλά ούτε και καταστρέφεται.

1.3 Πηγές ενέργειας

1.3.1 Ορισμός

Πηγή ενέργειας ονομάζεται κάθε φυσικός πόρος που μπορεί να δώσει ενέργεια. Οι πηγές αυτές χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις μη ανανεώσιμες.

1.3.2 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

1.3.2.1 Ορισμός

Μη ανανεώσιμες ονομάζονται οι πηγές που χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια εάν εξαντληθούν για να δημιουργήσουν ξανά την αποθηκευμένη τους ενέργεια και να αναδημιουργηθούν. Δημιουργούνται δηλαδή με φυσικό τρόπο αλλά με πολύ αργό ρυθμό.

1.3.2.2 Είδη μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

- Στερεά (άνθρακας)
- Υγρά (πετρέλαιο)
- Αέρια (φυσικό αέριο)

Στις μη ανανεώσιμες ανήκει και η Πυρηνική ενέργεια, καθότι για την παραγωγή της καίγεται το ορυκτό καύσιμο Ουράνιο 235 ή το τεχνητό Πλουτόνιο 238.

1.3.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

1.3.3.1 Ορισμός

Ανανεώσιμες ονομάζονται οι πηγές που μας τροφοδοτούν συνεχώς με ενέργεια από τη φύση. Αυτές οι πηγές μπορούν να ανανεώσουν την αποθηκευμένη τους ενέργεια πολύ γρήγορα, γι' αυτό ορίζονται και ως ανεξάντλητες.

1.3.3.2 Είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδραυλική ενέργεια

- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Ενέργεια από τη θάλασσα
 - παλίρροιες,
 - κύματα,
 - ωκεανούς,
- Ωσμωτική ενέργεια.

1.4 Αβεβαιότητα ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού

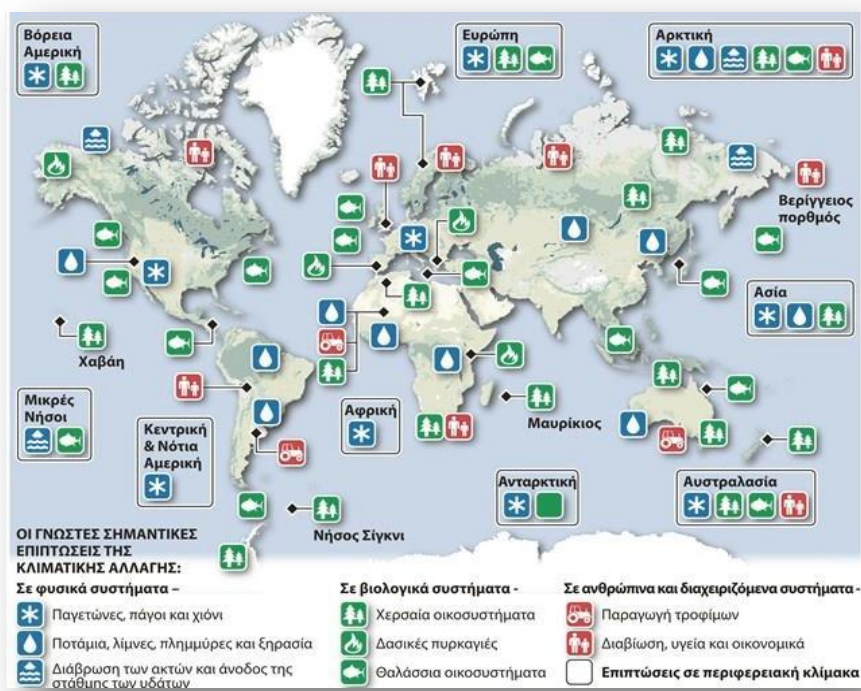
Οι ενεργειακές εξελίξεις, είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμηθούν με ικανοποιητική ακρίβεια, τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα. Σε κάθε περίπτωση η ενέργεια στο μέλλον θα καθορισθεί από την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τις περιβαλλοντικές μεταβολές και την ωρίμανση των νέων τεχνολογιών. Οι Asif και Muneer (2007) σε ένα άρθρο τους για τα θέματα της ζήτησης και της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού για τις ανεπτυγμένες και αναδυόμενες οικονομίες, τόνισαν το γεγονός ότι η ενέργεια είναι απαραίτητη και αναπόφευκτη για την ανθρώπινη ζωή και ένας ασφαλές και προσιτός ενεργειακός εφοδιασμός είναι ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα των σύγχρονων κοινωνιών. Παρόλα αυτά, η συνεχής χρήση των ορυκτών καυσίμων αναμένεται να αντιμετωπίσει πολλαπλές προκλήσεις όπως η μείωση των αποθεμάτων τους, η υπερθέρμανση του πλανήτη και άλλες περιβαλλοντικές αναταράξεις, γεωπολιτικές και στρατιωτικές συγκρούσεις, συνεχή και σημαντική άνοδο των τιμών των καυσίμων. Η ραγδαία, μέχρι στιγμής, αύξηση των τιμών άσκησε τεράστια πίεση στις ευρωπαϊκές οικονομίες και υπογράμμισε την ανάγκη για μια κοινή Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική, όπως ανέφεραν οι Verrastro και Ladislav (2007). Τα προβλήματα αυτά δείχνουν μια μη βιώσιμη κατάσταση αφού η παγκόσμια οικονομία είναι στενά συνδεδεμένη με το πετρέλαιο. Σύμφωνα με την IEA (2002), περίπου το 25% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για την ανάπτυξη των χωρών προέρχεται από βιομάζα και άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, αν και το ποσοστό αυτό ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή και τη χώρα. Παρά το γεγονός ότι καθώς αυξάνεται το εισόδημα τους, οι αναπτυσσόμενες οικονομίες αρχίζουν τη διέλευση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας στις σύγχρονες, η ταχύτητα με την οποία οι χώρες κινούνται ποικίλλει όπως και ο αριθμός των ανθρώπων που εξαρτώνται από τη συμβατική ενέργεια και το 2030 αναμένεται να είναι

περίπου 2,6 δισεκατομμύρια (IEA, 2002). Αυτό θα ήταν λιγότερο σημαντικό, αν τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου δεν ήταν συγκεντρωμένα σε λίγες μόνο χώρες. Η Μέση Ανατολή προμηθεύει σήμερα το 30% της παγκόσμιας αγοράς σε πετρέλαιο και παράλληλα διαθέτει περισσότερο από τα μισά αποθέματα. Επιπλέον, τα μισά από τα συνολικά αποθέματα φυσικού αερίου ανήκουν σε δύο μόνο χώρες, τη Ρωσία και το Ιράν. Σήμερα, το 50% των ενεργειακών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από εισαγωγές, ενώ περίπου 70% των αναγκών της αναμένεται να καλύπτονται επίσης με εισαγωγές το 2030, αν συνεχιστούν οι υπάρχουσες σημερινές τάσεις. Στα προηγούμενα χρόνια, η τιμή του πετρελαίου αυξήθηκε απότομα σε αρκετές περιόδους. Οι αναταράξεις στην παγκόσμια οικονομία, ιδιαίτερα των αναπτυσσομένων χωρών, πιθανότατα δεν έχουν ακόμα ξεπεραστεί. Επιπλέον, οι ελλείψεις ενεργειακού εφοδιασμού είναι συχνό φαινόμενο στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως όσον αφορά τον εμπορικό τομέα αλλά και γενικότερα την ανάγκη παροχής ηλεκτρισμού. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στις λανθασμένες πολιτικές και επενδυτικές αποφάσεις που λαμβάνονται κατά καιρούς από τις διάφορες κυβερνήσεις. Συνεπώς, δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι για την ασφάλεια του ενεργειακού μας εφοδιασμού. Ήδη, η ακραία αστάθεια των παγκόσμιων αγορών ενέργειας από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 ώθησε την Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων να εκδώσει νέα Πράσινη Βίβλο, «Ευρωπαϊκή στρατηγική για αειφόρο, ανταγωνιστική και ασφαλή ενέργεια». (Bahgat, 2006). Πρέπει να αναγνωριστεί ότι η ενεργειακή ασφάλεια δεν μπορεί να υπάρξει από μόνη της, αλλά στηρίζεται και εξαρτάται στις σχέσεις μεταξύ των εθνών και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση, όπως πολύ εύστοχα ανέφερε ο Yergin (2006)''.

1.5 Ενέργεια και περιβάλλον

Ο Pindyck (1979), δήλωσε πως από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, η ενέργεια τράβηξε την προσοχή για τη λήψη αποφάσεων σε πολιτικό επίπεδο, μετά το τέλος της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Υπηρεσίας Ενέργειας, μέχρι και το 2020 η παγκόσμια πρωτογενή ενέργεια αναμένεται να καλύπτεται σε ποσοστό 90% από τα ορυκτά καύσιμα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Ταυτοχρόνως, η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα αυξάνεται, ιδίως στις μεγάλες χώρες όπως η Ινδία και η Κίνα και οι μη βιώσιμες πρακτικές χρήσης των πόρων

εφαρμόζουν αντίθετες πιέσεις για την ανάπτυξη και την αειφορία (Pandey, 2002). Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς κελσίου έως τα τέλη του αιώνα. Σε σχετικό άρθρο για την ενέργεια, το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη, αναφέρεται πως υπάρχουν ισχυρά επιστημονικά στοιχεία ότι η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της γης αυξάνεται και αυτό είναι ένα αποτέλεσμα της αυξημένης συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτή η υπερθέρμανση θα οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στο κλίμα του πλανήτη, οι οποίες θα επηρεάσουν άμεσα την ανθρώπινη ζωή και το δομημένο περιβάλλον (Omer, 2007). Όλες οι περιοχές του κόσμου, θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους. Αν αναλογισθούμε, ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε λοιπόν, την αναγκαιότητα για ενεργειακή ευαισθητοποίηση και δημιουργία μίας ορθής πολιτικής που θα στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας και θα συνεισφέρει παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος.

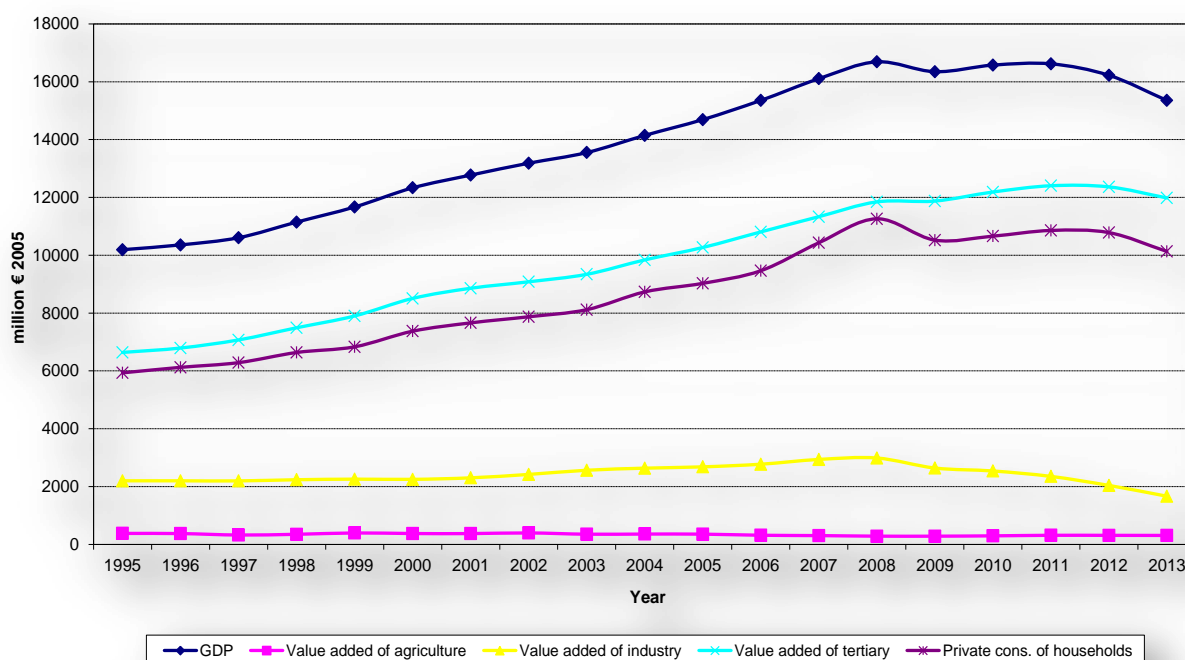


Διάγραμμα 1:Σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε ολόκληρο τον κόσμο

Πηγή: (IPCC-Κλιματική αλλαγή 2014, Επιπτώσεις, Προστασία και ευπάθεια)

1.6 Κύπρος και Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ)

Η Κύπρος είναι μία ανεξάρτητη νησιωτική χώρα της ανατολικής Μεσογείου με πληθυσμό 900000 περίπου κατοίκων και καλύπτει έκταση 9250 τετραγωνικών μέτρων (m²). Το 2004 έγινε μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και το 2008 εντάχθηκε στην Ευρωζώνη. Σύμφωνα με την Εθνική έκθεση για τις τάσεις και τις πολιτικές για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στην Κύπρο (Σεπτέμβριος 2015), η χώρα παρουσίασε σταθερή οικονομική ανάπτυξη από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανάπτυξη των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών και του τουρισμού. Συγκεκριμένα, στην χρονική περίοδο 1980 μέχρι το 2010 η ανάπτυξη ήταν κατά μέσο όρο 5,6% ετησίως σε πραγματικές τιμές και 5,3% μεταξύ των ετών 1995 και 2010. Το 2011, η τιμή του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) είχε υπερβεί τις 22 000 ευρώ (βλ. διάγραμμα 2). Η οικονομία της Κύπρου όμως, ακολούθησε την ίδια πορεία με τις παγκόσμιες αλλαγές, αφού η οικονομική κρίση επηρέασε όλο τον πλανήτη. Η Κύπρος βίωσε ένα έτος ύφεσης, συγκεκριμένα το 2009, το οποίο ακολουθήθηκε από δύο χρόνια αργής αύξησης του ΑΕΠ. Η οικονομική δραστηριότητα δέχτηκε την μεγαλύτερη πληγή το 2011, από ένα ατύχημα που κατέστρεψε το ήμισυ της συνολικής ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.



Διάγραμμα 2: Εξέλιξη του ΑΕΠ και της προστιθέμενης αξίας ανά τομέα στην Κύπρο (1995-2013)

Πηγή: (Kitsios et al., (2015))

Η επιδείνωση του εξωτερικού περιβάλλοντος και των αυστηρότερων οικονομικών και δημοσιονομικών συνθηκών ενίσχυσε την αρνητική επίδραση στην οικονομική δραστηριότητα. Ως αποτέλεσμα, η κυβέρνηση ζήτησε οικονομική βοήθεια από τον Ευρωπαϊκό Μηχανισμό Σταθερότητας και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο το 2012 και συμφώνησαν ένα πρόγραμμα οικονομικής και χρηματοπιστωτικής προσαρμογής για την Κύπρο. Αυτό οδήγησε σε μια ισχυρή συρρίκνωση της εθνικής οικονομίας κατά τα έτη 2013-2014 και σύμφωνα με τις επίσημες προβλέψεις, το εθνικό ΑΕΠ δεν αναμένεται να φτάσει σε επίπεδα προ της κρίσης, πριν από το έτος 2021.

1.7 Κύπρος και Ενέργεια

Η χώρα μας, όχι μόνο δεν έχει οποιεσδήποτε διασυνδέσεις με άλλα δίκτυα ενέργειας, αλλά ούτε και εγχώριες πηγές, γεγονός που οδηγεί στην πλήρη εξάρτηση της από ένα μικρό και απομονωμένο σύστημα ενέργειας, λόγω των εθνικών της ιδιαιτεροτήτων (βλ. διάγραμμα 3).

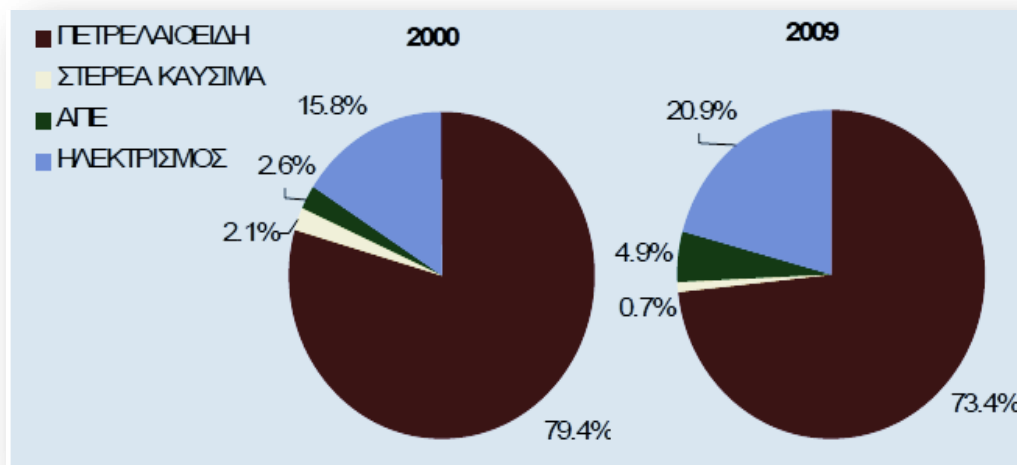


Διάγραμμα 3: Γενικά Ενεργειακά Χαρακτηριστικά της Κύπρου

Πηγή: (Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο (ΕΒΕ) Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

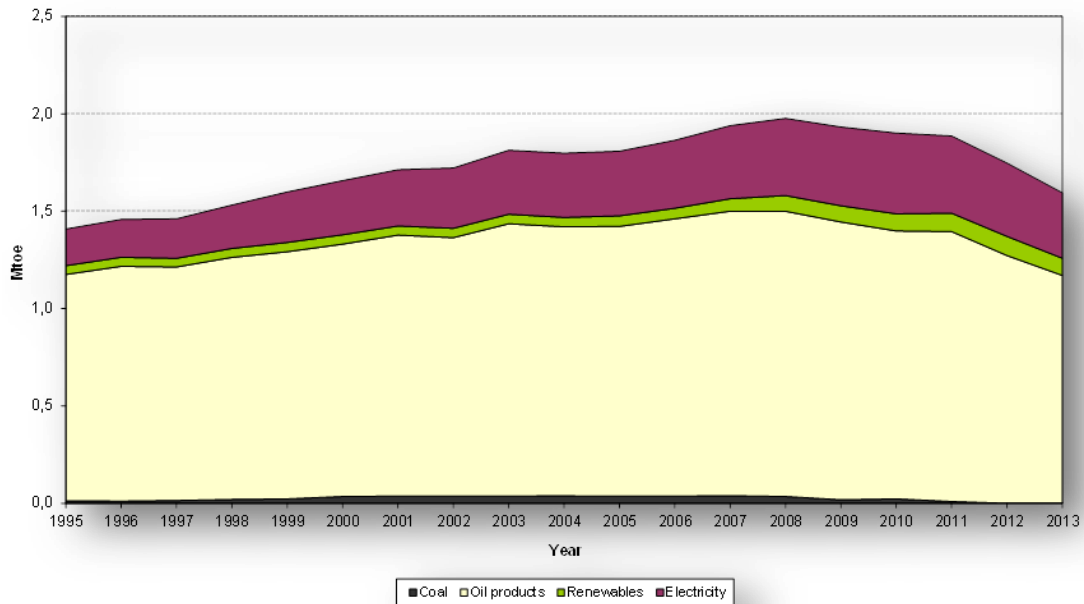
Από το 2004 έγινε μία προσπάθεια προώθησης και ενθάρρυνσης των επενδύσεων σε ΑΠΕ με την παροχή οικονομικών κινήτρων, αλλά παρά το γεγονός ότι υπάρχει μία μικρή συνεισφορά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η χώρα μας εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από τις εισαγωγές πετρελαιοειδών, το κόστος των οποίων είναι δυσβάστακτο και επηρεάζει αρνητικά το ισοζύγιο πληρωμών. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4, όπου παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο της Κύπρου, συγκεκριμένα το έτος 2009, η ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας ανήλθε στους 2,8 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΠΠ), γεγονός που

υποδηλώνει αύξηση κατά 17,7% σε σχέση με το έτος 2000. Επίσης, η τελική κατανάλωση ενέργειας ανήλθε στους 1,92 εκατομμύρια TΠΠ, συνεπώς αυξήθηκε κατά 9% σε σχέση με το έτος 2000. Το μερίδιο που καλύπτουν τα ορυκτά καύσιμα στο σύνολο της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας ανέρχεται στο 96,5%, γεγονός που επιβεβαιώνει την πλήρη εξάρτηση από αυτά. Φαίνεται ακόμη μία μικρή αύξηση της τάξης του 2,3% όσον αφορά το μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας, συγκεκριμένα από 2,6% ανέρχεται στο 4,9% σε διάστημα 9 χρόνων. Τέλος η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, παρουσιάζει σημαντική αύξηση της τάξης του 5,1% σε σύγκριση με το έτος 2000.

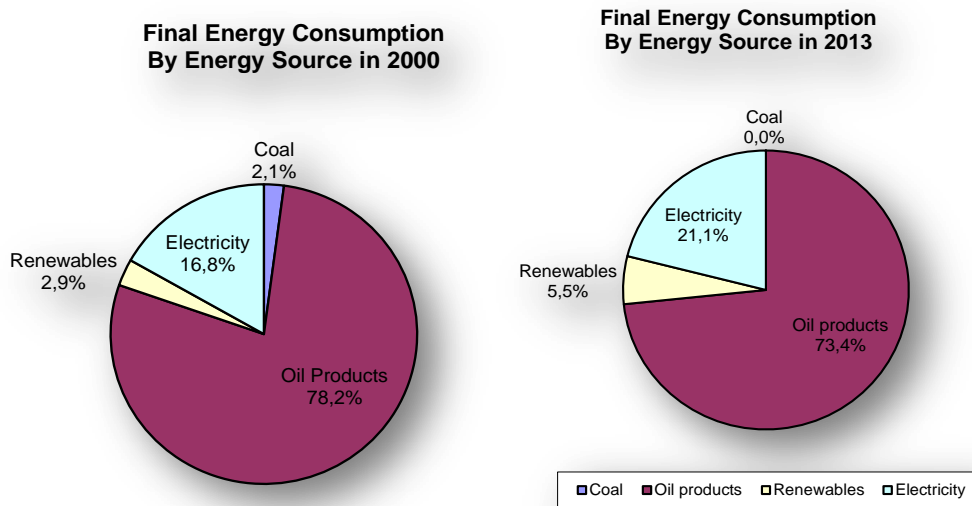


Διάγραμμα 4: Ενεργειακό Μίγμα-Τελική Κατανάλωση Ενέργειας
Πηγή: (ΕΒΕ Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

Η κατανάλωση ενέργειας ιστορικά αναπτύσσεται σύμφωνα με το εθνικό εισόδημα. Μετά την εμφάνιση της οικονομικής κρίσης, η τάση αυτή έχει αναστραφεί, αλλά τα μερίδια των καυσίμων έχουν παραμείνει ουσιαστικά αμετάβλητα (βλ. διάγραμμα 5&6). Υπάρχει μια σαφής τάση ηλεκτροδότησης σε ολόκληρη την οικονομία, η οποία θα ήταν ακόμη πιο έντονη, εάν η μεταφορά που εξαρτάται εξ ολοκλήρου από το πετρέλαιο, δεν αντιπροσώπευε περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής τελικής ζήτησης ενέργειας. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κυρίως των ηλιοθερμικών εγκαταστάσεων για τη θέρμανση του νερού, έχει επίσης αυξηθεί σημαντικά, από 2,9% (2000) σε 5,5% (2013). Η πρωτοβάθμια και η τελική ενεργειακή ένταση έχουν μειωθεί σημαντικά, περισσότερο από 25%, κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών. Αυτή η πτωτική τάση υποδηλώνει τόσο τις βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση, όσο και τις διαρθρωτικές αλλαγές στην οικονομία.



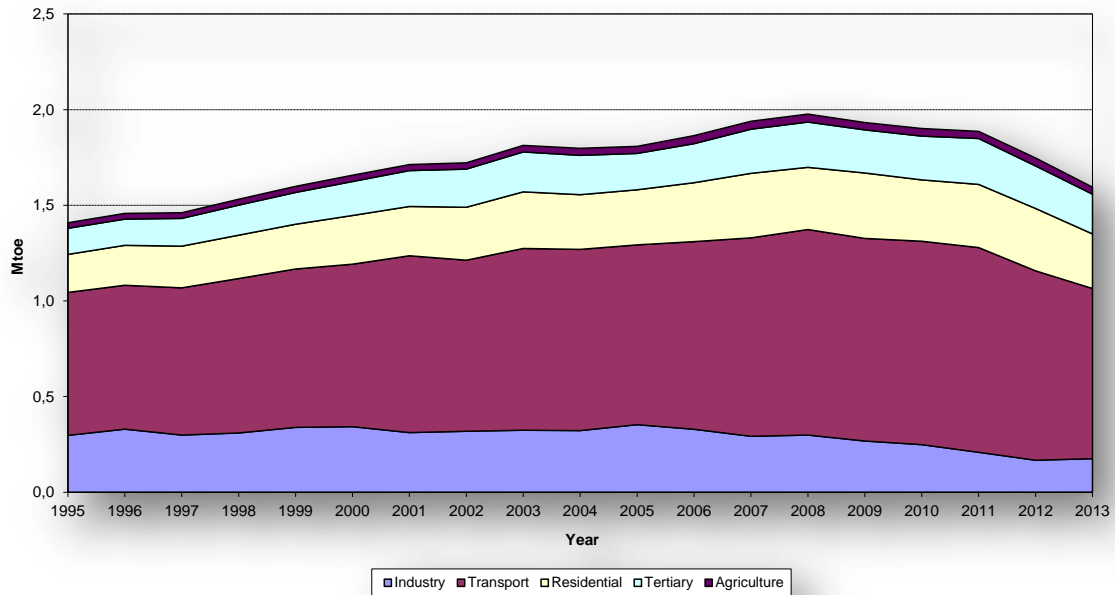
Διάγραμμα 5: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας, από το 1995 μέχρι το 2013
Πηγή: (Kitsios et al., (2015))



Διάγραμμα 6: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά πηγή ενέργειας το 2000 και το 2013
Πηγή: (Kitsios et al., (2015))

Στο διάγραμμα 7 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η τάση στη χρήση ενέργειας ανά τομέα. Η βιομηχανία έχει βιώσει μια σταθερή μείωση στην κατανάλωση ενέργειας, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 8, από 21% της συνολικής χρήσης ενέργειας κατά το έτος 2000, μειώθηκε σε

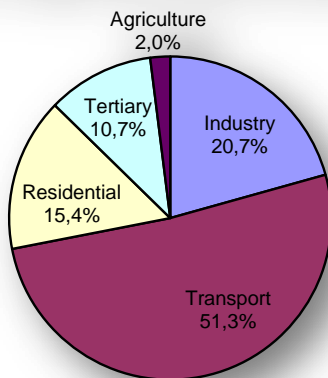
μόλις 11% μέχρι το έτος 2013. Οι μεταφορές ευθύνονται σταθερά για περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής χρήσης ενέργειας, ενώ ο οικιακός και τριτογενής τομέας είναι υπεύθυνος για το ένα τρίτο της χρήσης της ενέργειας (13% και 17% αντίστοιχα κατά το έτος 2013).



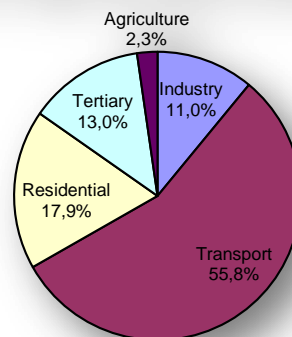
Διάγραμμα 7: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, από το 1995 μέχρι το 2013

Πηγή: (Kitsios et al., (2015))

Final Energy Consumption by Sector 2000



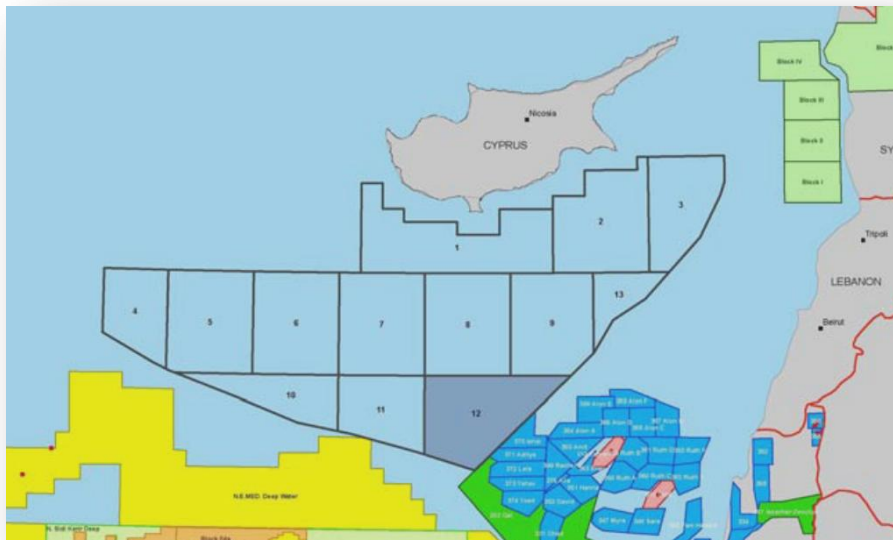
Final Energy Consumption by Sector 2013



Διάγραμμα 8: Ποσοστό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα το 2000 και το 2013

Πηγή: (Kitsios et al., (2015))

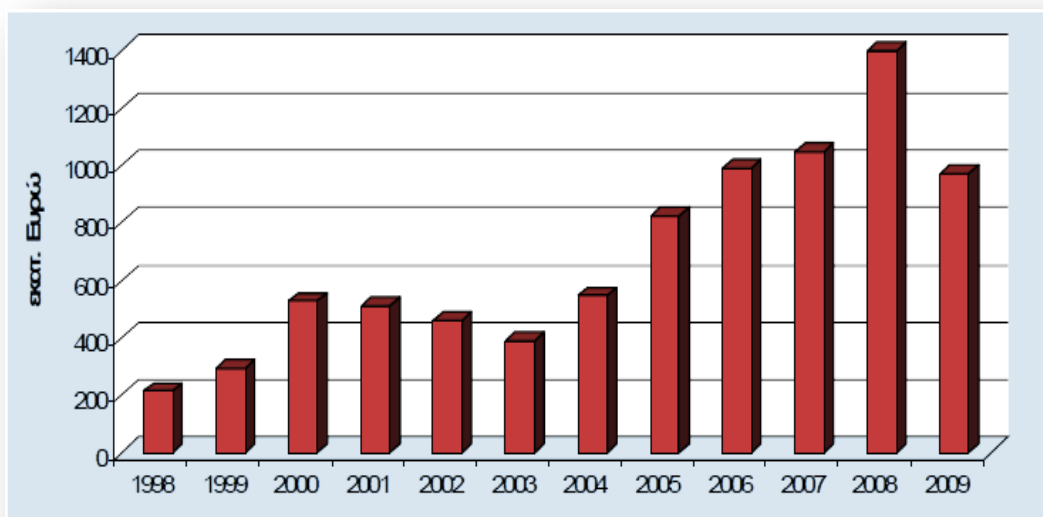
Στοχεύοντας στην ενδυνάμωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτόαρκειας καθώς και στη θωράκιση του γεωστρατηγικού ρόλου της χώρας, τα τελευταία χρόνια, η Κυπριακή Δημοκρατία, αναπτύσσει συστηματικά δράσεις έρευνας, αξιολόγησης και αξιοποίησης του ορυκτού ενεργειακού δυναμικού που πιθανόν να βρίσκεται εντός της Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης της.



Διάγραμμα 9: Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη στην Κύπρο

Πηγή: (ΕΒΕ Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

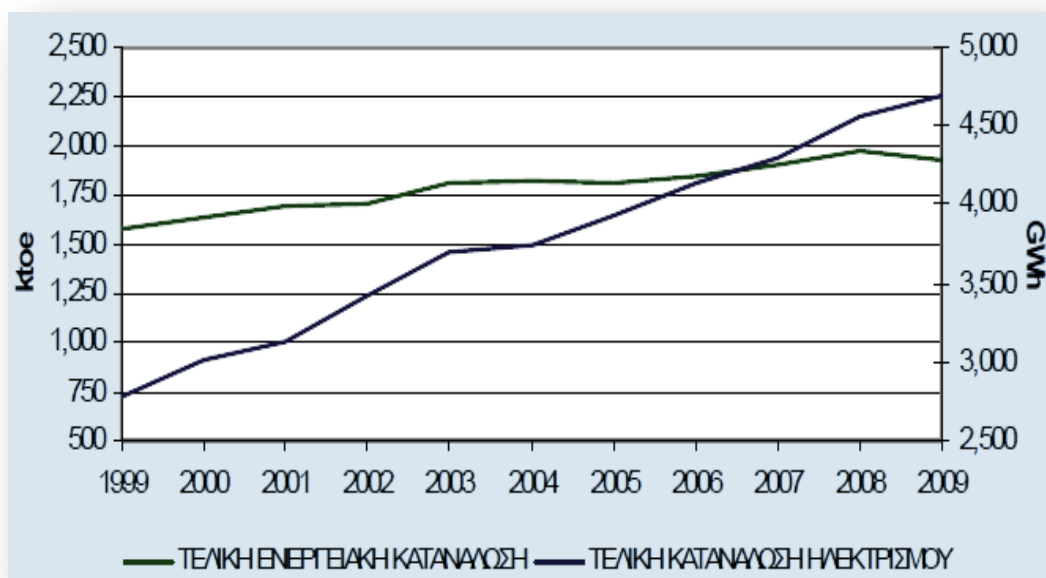
Στα χωρικά ύδατα της Κυπριακής Δημοκρατίας, έχουν εντοπιστεί κοιτάσματα φυσικού αερίου, τα οποία όμως δεν έχουν ακόμη αξιοποιηθεί. Μέχρι στιγμής τα επαληθευμένα αποτελέσματα από την έρευνα των γεωτρήσεων έχουν δείξει ότι υπάρχουν σημαντικά αποθέματα φυσικού αερίου, και αναμένεται ότι θα αρχίσουν να εξάγονται από το 2020. Οι συμφωνίες με το Ισραήλ και την Αίγυπτο είναι σε εξέλιξη για το σκοπό αυτό. Έχει εγκαταλειφθεί η επιλογή της οικοδόμησης ενός τερματικού σταθμού υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Κύπρο, και διερευνούνται οι εναλλακτικοί τρόποι ως προς το πώς θα πραγματοποιείται η μεταφορά φυσικού αερίου στο νησί. Μέχρι να ληφθεί η πολιτική απόφαση για εξόρυξη του φυσικού αερίου και να διατεθεί για εγχώρια κατανάλωση, η Κύπρος βασίζεται απόλυτα στην εισαγωγή καυσίμων για την κάλυψη των αναγκών της. Ενδεικτικά, όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 10, το κόστος αυτών των εισαγωγών ενέργειας το 2009 ανήλθε στα 970 εκατομμύρια ευρώ το οποίο αντιπροσωπεύει το ποσοστό 17,2% των συνολικών εισαγωγών της χώρας.



Διάγραμμα 10: Εισαγωγές προϊόντων πετρελαίου στην Κύπρο

Πηγή: (ΕΒΕ Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

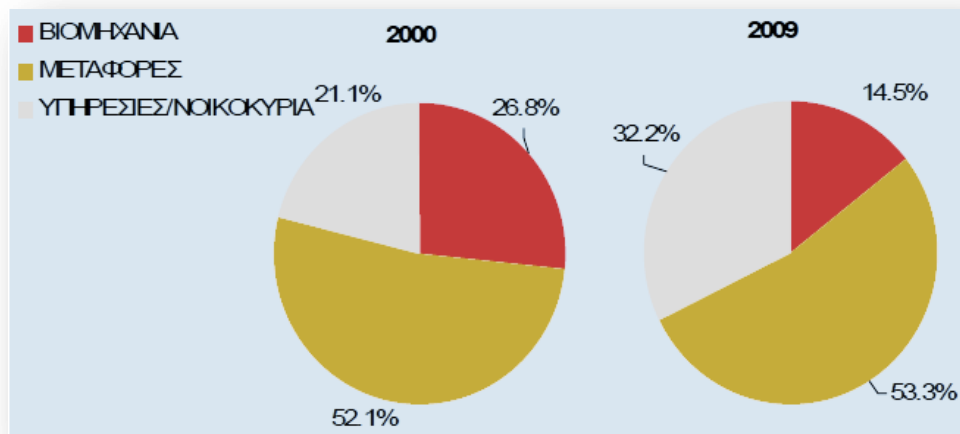
Επιπλέον, κατά τη δεκαετία 1999-2009, σύμφωνα με τα στατιστικά, η τελική κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό 2,2% και η κατανάλωση ηλεκτρισμού αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό 6,8% (βλ. διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 11: Τελική κατανάλωση ενέργειας 1999-2009

Πηγή: (ΕΒΕ Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

Ο δείκτης ενεργειακής έντασης, ο οποίος μετράει το μέγεθος των ενεργειακών αναγκών ανά μονάδα δραστηριότητας είναι από τους πιο υψηλούς στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Δεδομένου ότι για τον υπολογισμό του, θέτουμε στον αριθμητή το ποσοστό ενέργειας (τελικής ή ωφέλιμης) και στον παρονομαστή του την δραστηριότητα σε ειδικές μονάδες, μπορούμε να πούμε ότι η τιμή του δείκτη ενεργειακής έντασης, εκφράζει το συνδυασμό τόσο των δομικών όσο και των τεχνολογικών χαρακτηριστικών του ενεργειακού συστήματος της εκάστοτε χώρας για την οποία υπολογίζεται. Στην περίπτωση της Κύπρου, η τιμή που λαμβάνει ο δείκτης οφείλεται και εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την έλλειψη επαρκών μέσων δημόσιων μεταφορών, στην μέχρι πρόσφατα, απουσία των απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και στην αποκλειστική εξάρτηση από τις αεροπορικές μεταφορές για διεθνή ταξίδια. Ο κλάδος των μεταφορών είναι ο σημαντικότερος τομέας ζήτησης ενέργειας και διανέμεται με 73% για τις οδικές μεταφορές και 26,7% για τις αερομεταφορές. Σύμφωνα με το διάγραμμα 12, υπάρχει μέση ετήσια αύξηση της ζήτησης ενέργειας για τις μεταφορές 2,3% και για οικιακό τομέα και υπηρεσίες 8,9%.



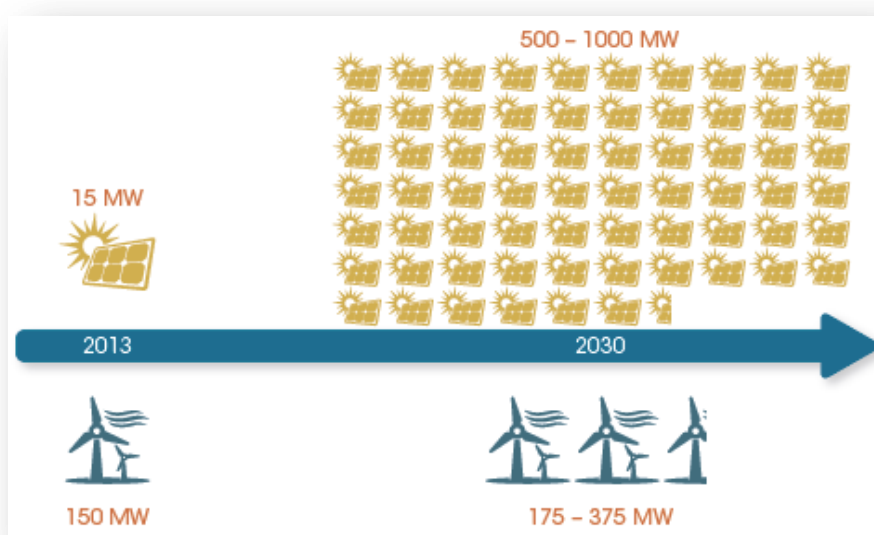
Διάγραμμα 12: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα

Πηγή: (ΕΒΕ Λεμεσού, 19 Οκτωβρίου 2010, Ο Ενεργειακός Τομέας της Κύπρου)

Συμπερασματικά, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί αν όχι τον βασικότερο πυλώνα της ενεργειακής πολιτικής κάθε χώρας, σίγουρα ένα από τους βασικότερους, αφού θεωρείται ως μια από τις πλέον αξιόλογες εγχώριες-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι και για την Κύπρο δεν θα μπορούσε να αποτελέσει εξαίρεση, αλλά αντιθέτως, έχει ιδιαίτερη σημασία αφού τα τελευταία χρόνια, λόγω της Οδηγίας Εξοικονόμησης Ενέργειας από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αποδίδεται μεγάλη σημασία στην εξοικονόμηση ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση.

1.8 Ενεργειακή πολιτική στην Κύπρο

Ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), η Κύπρος έχει εφαρμόσει πολιτικές για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μέτρων ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία της ΕΕ. Ο Διεθνής Οργανισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), ο οποίος είναι ένας διακυβερνητικός οργανισμός που υποστηρίζει τις χώρες κατά τη μετάβαση τους σε ένα βιώσιμο ενεργειακά μέλλον, το 2014 υποστήριξε τη Κυπριακή Δημοκρατία για την ανάπτυξη του οδικού χάρτη της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.



Διάγραμμα 13: ΑΠΕ στην Κύπρο: Φωτοβολταϊκά και Ανεμογεννήτριες

Πηγή: (IRENA (2015))

Αξιίζει επίσης να σημειωθεί, ότι αυτό κρίνεται ιδιαίτερα αναγκαίο διότι η χώρα βρίσκεται σε μία κρίσιμη κατάσταση λόγω των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος, αφού έχει ήδη ένα ημίξηρο κλίμα και βρίσκεται σε μια περιοχή που αναμένεται να βιώσει τις πιο αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη, με σημαντικές αυξήσεις της θερμοκρασίας και κάποια μείωση των ήδη χαμηλών επιπέδων βροχόπτωσης (Lelieveld κ.ά., 2012). Ως αποτέλεσμα, ο ενεργειακός εφοδιασμός και η ζήτηση αναμένεται να επηρεαστούν σημαντικά σε μακροπρόθεσμη βάση (Zachariadis and Hadjinicolaou, 2014). Αυτό ενισχύει την ανάγκη για μακροπρόθεσμο ενεργειακό σχεδιασμό, δεδομένου ότι αποτελεί σημαντικό μέρος μιας πολιτικής για την προσαρμογή της κλιματικής αλλαγής στο νησί. Σε αυτό το πλαίσιο, ο ενεργειακός τομέας υφίσταται σημαντικές αλλαγές όσον αφορά τις παγκόσμιες

προσπάθειες μεταρρύθμισης και αναδιάρθρωσης. Είναι εμφανές λοιπόν ότι τα σχέδια δράσης πρέπει να εστιάσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών αφού για κάθε ποσότητα ενέργειας που κατορθώνεται να εξοικονομηθεί, υπάρχει αντίστοιχη μείωση στις κυπριακές εισαγωγές. Αυτό έχει ως επακόλουθο, όλα τα ευεργετικά αποτελέσματα που προκύπτουν τόσο για την οικονομία του τόπου όσο και για το περιβάλλον. Όπως έδειξε και ο Pandey (2002), η δυναμική μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορεί να επιφέρει σημαντικές συνέπειες στην ενεργειακή ζήτηση λόγω των αλλαγών που θα επέλθουν στον τρόπο ζωής, τις τεχνολογικές επιλογές και το μείγμα καυσίμων, οι οποίες θα συνδράμουν θετικά τόσο στην αειφορία όσο και στο περιβάλλον. Κατά συνέπεια, η κατάσταση μετάβασης υπερέχει τόσο ως προς την προσφορά όσο και ως προς την ζήτηση στον ενεργειακό τομέα. Επιπρόσθετα, η αξιοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας βοηθά τόσο στην απεξάρτηση του ενεργειακού μας συστήματος, όσο και στην μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου. Η κυπριακή ενεργειακή πολιτική στοχεύει κυρίως στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας και την αειφόρο ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με το 2^ο εθνικό σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης της Κύπρου, με μια στοχευμένη σειρά μέτρων που λήφθηκαν κατά την περίοδο 2004-2010 και σε συνδυασμό με την εναρμόνιση με την Οδηγία των Κτιρίων, η χώρα ξεπέρασε το στόχο που είχε θέσει για εξοικονόμηση ενέργειας το 2010 και έθεσε τις βάσεις για επίτευξη του στόχου του 2016 και του εθνικού ενδεικτικού στόχου για εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μέχρι το 2020. Ο Zachariadis (2014), παρουσιάζει τη μελέτη των ενεργειακών προοπτικών της Κύπρου μέχρι το έτος 2020 και την μεσοπρόθεσμη επίδραση τους, αποδίδοντας ποσοτικά το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας ανάλογα με το βαθμό υλοποίησης των ενεργειακών πολιτικών καθώς και τη χρήση φυσικού αερίου στην παραγωγή ενέργειας. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες ενδείξεις, η οικονομική κρίση δεν φαίνεται να εμποδίζει την πρόοδο της χώρας προς μια ενεργειακά αποδοτικότερη οικονομία και η υλοποίηση όλων των ενεργειακών μέτρων που προωθούνται από την ΕΕ μαζί με τις δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστικές βελτιώσεις στην ενεργειακή παραγωγικότητα. Η Κύπρος τα τελευταία χρόνια με τα μέτρα που έλαβε κατόρθωσε να ευαισθητοποιήσει σε μεγάλο βαθμό το ευρύτερο καταναλωτικό κοινό σε θέματα ενέργειας. Διαπιστώνεται λοιπόν, ότι τα νομοθετικά μέσα της ΕΕ που βρίσκονται σε ισχύ έχουν συμβάλει αποφασιστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας με ταυτόχρονα οφέλη στην οικονομία και την απασχόληση.

2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Το πεδίο των προβλέψεων έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων τόσο σε θεωρητικό αλλά και σε πρακτικό επίπεδο με την εμπειρία που έχει συσσωρευτεί από την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών. Οι Wirl και Szirucsek (1990), υποστήριξαν πως η έντονη συζήτηση μεταξύ μηχανικών και οικονομολόγων της εποχής, οδήγησε σημαντικά στην εξέλιξη των μεθοδολογιών με αποτέλεσμα να εμπλουτιστεί η διαδικασία λήψης ενεργειακών αποφάσεων, λαμβάνοντας υπόψη ποικιλία διαθέσιμων μοντέλων για την ανάλυση και την πρόβλεψη της ενεργειακής ζήτησης. Ταυτόχρονα, έχει παρατηρηθεί μια επαναστατική πρόοδος στην ανάπτυξη του υλικού των υπολογιστών σε ταχύτητα και μνήμη, καθώς και του λογισμικού που δίνει τη δυνατότητα για τη χρησιμοποίηση της δύναμης των προβλέψεων, τη βελτίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας και τη δημιουργία πρακτικών κατάλληλων για επιχειρήσεις και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς.

2.2 Διαδικασία πρόβλεψης

Η μεγαλύτερη πρόκληση στην ανάλυση χρονοσειρών είναι η πρόβλεψη, δηλαδή πώς η ακολουθία των παρατηρήσεων θα συνεχιστεί στο μέλλον. Το ζητούμενο είναι να ακολουθεί μια διαδικασία που θα εξασφαλίσει ότι θα παραχθούν όσο τον δυνατόν πιο ακριβείς προβλέψεις, αξιοποιώντας στο έπακρο όλη την διαθέσιμη ιστορική πληροφορία. Επικρατούν ανησυχίες για την ακρίβεια των μοντέλων προβλέψεων, για τα μεγάλα σφάλματα και την αδυναμία των μοντέλων να υποδείξουν επερχόμενες αλλαγές που αιφνιδίασαν όλο τον επιχειρηματικό κόσμο. Ο βασικότερος λόγος για την κριτική είναι οι εσφαλμένες απαιτήσεις των χρηστών των προβλέψεων. Τα σφάλματα στις προβλέψεις είναι αναπόφευκτα. Οι προβλέψεις των ενεργειακών απαιτήσεων συχνά αποκλίνουν από τις πραγματικές απαιτήσεις λόγω των περιορισμών στη δομή του μοντέλου ή των μη στοχευμένων υποθέσεων. Για παράδειγμα, οι Craig et al. (2002), επανεξέτασαν τις προβλέψεις ενεργειακής ζήτησης των Ηνωμένων Πολιτειών, και αποδείχθηκε ότι οι περισσότερες από αυτές υπερεκτίμησαν τη ζήτηση κατά 100%. Τα μοντέλα αυτά συμπεριλάμβαναν ένα μεγάλο αριθμό περιορισμών. Συχνά χρησιμοποιούνται παραδοχές για όσα είναι δύσκολο να αξιολογηθούν. Η αντίληψη ότι

ένα σύνθετο μοντέλο με εκτενή δεδομένα εισόδου, παράγει πιο ακριβή αποτελέσματα, μπορεί να μην ισχύει πάντα. Τα απλά μοντέλα, μερικές φορές, μπορούν να αποφέρουν αποτελέσματα τόσο ακριβή όσο και οι πιο πολύπλοκες τεχνικές, όπως δήλωσε ο Armstrong (2001). Όπως επισημαίνει και ο Koomey (2002), τα μοντέλα ζήτησης ενέργειας θα πρέπει να εξετάζονται εάν μπορούν να υποστηρίξουν τη διαδικασία ανάπτυξης σεναρίων και αν είναι αξιόπιστα όσον αφορά την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων. Ιδιαίτερα σημαντικό, από πρακτικής απόψεως, είναι να κατανοήσουν οι χρήστες των προβλέψεων τα ρεαλιστικά πλεονεκτήματα αλλά και τα όρια των μεθόδων προβλέψεων και να τα λάβουν υπόψη τους όταν τις χρησιμοποιούν στον σχεδιασμό και στην λήψη αποφάσεων.

2.2.1 Βασικά Βήματα σε μια Διαδικασία Πρόβλεψης

- Καθορισμός του προβλήματος.
- Συγκέντρωση των πληροφοριών που απαιτούνται.
- Προετοιμασία των κατάλληλων χρονοσειρών.
- Επιλογή και προσαρμογή του κατάλληλου μοντέλου.
- Χρήση και αποτίμηση του μοντέλου πρόβλεψης.

2.2.2 Πλεονεκτήματα Μεθόδων Πρόβλεψης

- Συμβάλλουν στη σωστή λήψη αποφάσεων.
- Συμβάλλουν στο σχεδιασμό.
- Αν τα δεδομένα είναι υψηλής ποιότητας, μπορούν και οι προβλέψεις να είναι ακριβείς.

2.2.3 Μειονεκτήματα Μεθόδων Πρόβλεψης

- Τα δεδομένα δεν είναι πάντα ακριβή και αξιόπιστα.
- Το παρελθόν δεν είναι πάντα ο σωστός οδηγός για το μέλλον.
- Επίδραση απρόβλεπτων εξωτερικών παραγόντων (π.χ νομοθεσία, πολιτική, φυσικές καταστροφές, κλπ)

2.2.4 Σημασία απεικόνισης δεδομένων στον τομέα των προβλέψεων

Η γραφική αναπαράσταση των δεδομένων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την ανάλυση της χρονοσειράς αλλά και τη διαδικασία της πρόβλεψης. Η αναπαράσταση ουσιαστικά έγκειται σε δισδιάστατη γραφική απεικόνιση των πραγματικών τιμών των διαθέσιμων δεδομένων ως προς το χρόνο. Από την αναπαράσταση των δεδομένων καθίστανται εμφανή τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της χρονοσειράς (τάση, εποχιακότητα, κύκλος, τυχαιότητα, ασυνέχειες) και βοηθούν τον αναλυτή να επιλέξει μεταξύ των εναλλακτικών μεθοδολογιών και εργαλείων, τα πλέον κατάλληλα για την κάθε περίπτωση ώστε να έχει τα βέλτιστα αποτελέσματα και το μικρότερο σφάλμα. Επιπλέον, η γραφική απεικόνιση των δεδομένων ενδέχεται να αποκαλύψει ακραίες, εσφαλμένες τιμές. Ο αναλυτής μπορεί, κατόπιν, να προχωρήσει σε κατάλληλες κινήσεις ώστε να διορθώσει τις εσφαλμένες τιμές.

2.3 Λόγοι ανακριβών αποτελεσμάτων των ενεργειακών μοντέλων προβλέψεων

Το γεγονός ότι τα αποτελέσματα που προέρχονται από τη μοντελοποίηση της ενεργειακής ζήτησης απέχουν πολύ από τις πραγματικές απαιτήσεις θα μπορούσε να οφείλεται σε διάφορους λόγους.

Οι Laitner κ.ά (2003). ανέφεραν ορισμένους από αυτούς:

- ανακριβής χαρακτηρισμός της συμπεριφοράς των οικονομικών παραγόντων - τα περισσότερα μοντέλα ομαδοποιούν τους καταναλωτές σε μερικά αντιπροσωπευτικά μέσα για να «εκπροσωπούν τα εκατομμύρια των αποφάσεων που λαμβάνονται από εκατομμύρια άτομα», και παρέχουν σχετικά σχηματοποιημένες περιγραφές λήψης των αποφάσεών τους
- ελλιπής κάλυψη των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- η ανεπάρκεια τεχνολογικών λεπτομερειών
- μη ρεαλιστικές οικονομικές υποθέσεις, όπως η πλήρως αποτελεσματική χρήση των διατιθέμενων πόρων, τα ορθολογικά άτομα, οι βελτιστοποιημένες επιχειρήσεις και η τέλεια λειτουργία των αγορών.

2.4 Αναθεωρήσεις μοντέλων

Οι περισσότερες αναθεωρήσεις των μοντέλων ενεργειακών προβλέψεων εστίασαν κατά κύριο λόγο στα εξής:

- σε μια ενιαία προσέγγιση οικονομετρική ή τελικής χρήσης
- ανάλυση της ζήτησης εστιάζοντας κυρίως στην ελαστικότητα της ζήτησης και της μεταβλητότητας μεταξύ των μελετών
- σύγκριση των προβλέψεων με την πραγματική ζήτηση στο πλαίσιο των ανεπτυγμένων χωρών.

2.5 Κατηγοριοποίηση μοντέλων προβλέψεων

Η ανασκόπηση των προσεγγίσεων πρόβλεψης της ζήτησης υποδηλώνει την ύπαρξη μιας μεγάλης ποικιλίας τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικά σύνολα χρηστών. Ο Lipinsky (1990), πρότεινε μια τρισδιάστατη κατηγοριοποίηση των μοντέλων προβλέψεων της ζήτησης που βασίζονται σε τρεις τομείς. Ο πρώτος τομέας είναι η πολυπλοκότητα και διαχωρίζει τα μοντέλα σε απλά και πολύπλοκα, ο δεύτερος τομέας είναι η δυναμική και διαχωρίζει τα μοντέλα σε στατικά και δυναμικά και ο τρίτος η αβεβαιότητα και έχουμε τα ντετερμινιστικά και πιθανολογικά μοντέλα. Στη συνέχεια, ακολουθεί ο ορισμός και η χρήση μόνο της απλής ταξινόμησης των δύο ευρέων κατηγοριών: των απλών προσεγγίσεων και των πιο σύνθετων προσεγγίσεων. Τέλος, θα γίνει ξεχωριστή ανάλυση όσον αφορά τα μοντέλα προσέγγισης σεναρίων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν και στη μετέπειτα εργασία για τις προβλέψεις των ενεργειακών αναγκών της Κύπρου μέχρι το 2040.

2.5.1 Απλή προσέγγιση

Οι απλές προσεγγίσεις είναι αρκετά κατανοητές διότι συμπεριλαμβάνουν τη χρήση δεικτών. Οι συγκεκριμένες τεχνικές προσεγγίσεων δεν συναντώνται αρκετά συχνά στις ανασκοπήσεις της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας, αν και οι επαγγελματίες στηρίζονται σε αυτές, σε αρκετές περιπτώσεις. Τέσσερις περιπτώσεις απλών δεικτών που χρησιμοποιούνται συνήθως για τις προβλέψεις είναι: ο ρυθμός ανάπτυξης, οι ελαστικότητες (ειδικά η εισοδηματική ελαστικότητα), η ειδική κατανάλωση ή η μονάδα κατανάλωσης και ο δείκτης ενεργειακής έντασης. Επιπλέον, χρησιμοποιείται ευρέως η ανάλυση των τάσεων έτσι ώστε να βρεθεί η αυξητική τάση. Όλες αυτές οι προσεγγίσεις βασίζονται σε ένα ενιαίο δείκτη και η πρόβλεψη

ενημερώνεται σύμφωνα με τις αλλαγές των παραδοχών στο δείκτη, κατά τη διάρκεια της περιόδου των προβλέψεων. Είναι σαφές ότι αυτές οι μέθοδοι βασίζονται σε κατά προσέγγιση υπολογισμούς ή αυθαίρετες παραδοχές, συνεπώς δε συνιστάται η χρήση τους για οποιαδήποτε μακροπρόθεσμη πρόβλεψη. Θα μπορούσαν όμως να χρησιμοποιηθούν τόσο για εμπορική ή συμβατική ενέργεια, όσο και για αστικές ή και αγροτικές περιοχές. Επιπλέον, οι απλές προσεγγίσεις, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για να συμπεριληφθούν οι επιπτώσεις των άτυπων δραστηριοτήτων και της ανικανοποίητης ζήτησης. Παρόλα αυτά, δεν εξηγούν τους οδηγούς της ζήτησης, ούτε εξετάζουν ειδικές τεχνολογίες. Στηρίζονται μόνο στις κρίσεις του μοντελιστή, όπου έγκειται και το πρόβλημα. Επιπλέον, αυτές οι μέθοδοι δεν στηρίζονται σε καμία θεωρητική θεμελίωση και ως εκ τούτου, είναι ad-hoc προσεγγίσεις.

2.5.2 Πολύπλοκη προσέγγιση

Τα εξελιγμένα μοντέλα χρησιμοποιούν πιο προηγμένες μεθοδολογίες. Τα μοντέλα αυτά μπορεί να ταξινομούνται χρησιμοποιώντας εναλλακτικά κριτήρια: όπως για παράδειγμα, μια κοινή μέθοδο ταξινόμησης η οποία διαχωρίζει τα μοντέλα σε:

- top-down μοντέλα (τείνουν να επικεντρώνονται σε επίπεδο συγκεντρωτικής ανάλυσης)
- bottom-up μοντέλα (εστιάζουν στον εντοπισμό των ομοιογενών δραστηριοτήτων ή των τελικών αναγκών για τις οποίες προβλέπεται η ζήτηση).

Άλλες ταξινομήσεις που βασίζονται στη φιλοσοφία μοντελοποίησης:

- Τα οικονομετρικά μοντέλα (Αποτελούν μία τυπική ποσοτική προσέγγιση για την οικονομική ανάλυση που θεσπίζει τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και ορισμένων επιλεγμένων ανεξάρτητων μεταβλητών με στατιστική ανάλυση των ιστορικών δεδομένων. Βασίζονται στις οικονομικές θεωρίες και προσπαθούν να επικυρώσουν εμπειρικά τους οικονομικούς κανόνες.)
- Μοντέλα μηχανικής-οικονομίας (Προσπαθούν να δημιουργήσουν μια λογιστική συνοχή χρησιμοποιώντας λεπτομερείς μηχανικές αναπαραστάσεις του ενεργειακού συστήματος. Διαχωρίζονται επίσης σε μοντέλα τελικής χρήσης, μοντέλα εισόδου-εξόδου και μοντέλα προσέγγισης σεναρίων.)

- Συνδυασμένα ή υβριδικά μοντέλα (Βασίζονται σε συνδυασμό δύο ή περισσότερων μεθόδων και αποσκοπούν στην καλυτέρευση των μελλοντικών προβλέψεων. Προσπαθούν να μειώσουν τη μεθοδολογική διαφορά μεταξύ των οικονομετρικών και των μηχανικών μοντέλων, συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά τους.)

2.5.3 Μοντέλα προσέγγισης σεναρίων

Η προσέγγιση σεναρίων έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί για τη χάραξη πολιτικής ενεργειακής απόδοσης και για την κλιματική αλλαγή, όπως επισήμαναν οι Ghanadan και Koomey (2005). Η προσέγγιση σεναρίων έχει τις ρίζες της στη στρατηγική διαχείριση, η οποία χρησιμοποιείται από το 1960. Στον τομέα της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής, η χρήση σεναρίων από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην πολιτική συζήτηση. Παρομοίως, οι μελέτες του Παγκόσμιου Συμβουλίου Ενέργειας (WEC), του Inter-laboratory Working Group των ΗΠΑ και παρόμοιες μελέτες στην Αυστραλία έχουν φέρει στο προσκήνιο την εν λόγω προσέγγιση. Τα σενάρια αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της προσέγγισης τελικής χρήσης, συνεπώς δεν είναι καινούργια η εμφάνισή τους στην ενεργειακή ανάλυση. Ένα σενάριο είναι μια ιστορία που περιγράφει ένα πιθανό μέλλον αλλά δεν αποτελεί πρόβλεψη όπως δήλωσε ο Shell, (2003). Προφανώς, δεν θα προσπαθήσει να συλλάβει όλα τα πιθανά ενδεχόμενα, αλλά θα προσπαθήσει να δείξει πώς τα πράγματα θα μπορούσαν να εξελιχθούν. Είναι ένα ιδιαίτερα κατάλληλο μέσο προσέγγισης σε ένα μεταβαλλόμενο και αβέβαιο κόσμο (Leydon, κ.ά., 1996). "Τα σενάρια δίνουν στον αναλυτή την ευκαιρία να αναδείξει διαφορετικούς συνδυασμούς διαφόρων επιδράσεων, έτσι ώστε να μπορούν να σκιαγραφηθούν τα μελλοντικά εναλλακτικά πλαίσια, και να εξεταστούν οι ενεργειακές επιπτώσεις" (Leydon κ.ά., 1996, σελ.5). Το πλεονέκτημα της προσέγγισης σεναρίων είναι η ικανότητά της να συλλάβει διαρθρωτικές μετατροπές εξετάζοντας ξαφνικές ή απότομες αλλαγές στην ανάπτυξη. Το πραγματικό επίπεδο διαχωρισμού και ένταξης των συμβατικών πηγών ενέργειας και του τομέα των άτυπων δραστηριοτήτων εξαρτάται από την εφαρμογή του μοντέλου. Θεωρητικά, είναι δυνατό να συμπεριληφθούν οι πιο πάνω πτυχές, αλλά δεν μπορεί να γενικευθεί κατά πόσο αυτό είναι εφικτό και στην πραγματικότητα. Επιπλέον, η ανάπτυξη ευλογοφανή σεναρίων που θα μπορούσε να αποτυπώσει τις διαρθρωτικές αλλαγές, την εμφάνιση νέων οικονομικών δραστηριοτήτων ή την εξαφάνιση κάποιων δραστηριοτήτων, δεν είναι καθόλου εύκολο έργο.

2.5.3.1 Ανάλυση ευαισθησίας

Μια ανάλυση ευαισθησίας, γνωστή και ως What-If ανάλυση, χρησιμοποιεί τα υφιστάμενα δεδομένα, σε συνδυασμό με τα αναμενόμενα δεδομένα, για να υπολογίσει μια σειρά πιθανών αποτελεσμάτων. Ο ακριβής ορισμός της ευαισθησίας, υπό τη στενή έννοια της ευαισθησίας μιας απόφασης με βάση μία μεταβλητή, σημαίνει ότι σε κάποια τιμή αυτής της μεταβλητής, η απόφαση θα αναστραφεί. Σύμφωνα με τον γενικό ορισμό της ευαισθησίας, η ευαισθησία μπορεί να μετρηθεί από την επίδραση σε μια μεταβλητή απόδοσης ή από την αλλαγή μίας ή περισσότερων εσωτερικών μεταβλητών. Η αλλαγή ενδέχεται είτε να επηρεάσει την απόφαση, είτε όχι. Η ανάλυση ευαισθησίας με πολλές μεταβλητές έχει γίνει αποδεκτή για χρόνια ως μία περιοχή οικονομικής ανάλυσης όπου η δημιουργία μαθηματικών εξισώσεων που να αναπαριστούν καταστάσεις είναι μια γόνιμη εργασία. Αυτή η ανάλυση χαρακτηρίζεται από τη διαδικασία αλλαγής των τιμών στις διάφορες μεταβλητές για να γίνει εμφανές πώς αυτές οι αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν την έκβαση των υπολοίπων. Αυτή η πληροφορία επιτρέπει στον εκάστοτε χρήστη τη λήψη ορθότερων αποφάσεων. Η συγκεκριμένη ανάλυση βοηθά στην εξεύρεση λύσης ακόμα και όταν τα δεδομένα είναι περιορισμένα. Οι συγκεκριμένες αναλύσεις μπορούν εύκολα να αναπαρασταθούν σε προγράμματα σε ηλεκτρονικών υπολογιστών (H/Y) και να αξιοποιηθούν από τους χρήστες για την αξιολόγηση της κάθε περίπτωσης και τη λήψη των ανάλογων μέτρων.

2.6 Σύντομη ανασκόπηση υφιστάμενων μοντέλων προβλέψεων

2.6.1 Εκτεταμένο μοντέλο εισροών-εκροών για την εκτίμηση της ενεργειακής ζήτησης στην Ισπανία.

Οι Dejuan κ.ά. (2003), δημοσίευσαν στο Economic Systems Research ένα άρθρο κατά το οποίο περιγράφεται η ανάπτυξη ενός εκτεταμένου μοντέλου εισροών-εκροών για την εκτίμηση της ενεργειακής ζήτησης και των συναφών θεμάτων στην Ισπανία. Έχει δοκιμαστεί για την περίοδο 2005-2008 και χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη της ζήτησης ενέργειας για την περίοδο 2009-2012 υπό διαφορετικά οικονομικά σενάρια. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, οι μεταβλητές της ποσότητας και της τιμής είναι απόλυτα συνυφασμένες. Το ποσοτικό σύστημα βασίζεται στην Αρχή αποτελεσματικής ζήτησης του Keynes, ενώ το σύστημα τιμών βασίζεται στη κλασική θεωρία των τιμών παραγωγής. Η εξέλιξη των συντελεστών ενέργειας φάνηκε να παρέχει τη βασική σχέση μεταξύ του συστήματος των τιμών και της ποσότητας και λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πρόσφατα στοιχεία σχετικά με την

κατανάλωση ενέργειας εξακριβώθηκε η ιστορική τάση. Οι τάσεις κατέληξαν αρνητικές, δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις και τα νοικοκυριά ενδιαφέρονται για την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτές οι κοσμικές τάσεις μπορεί να επιταχυνθούν ή να επιβραδυνθούν όταν υπάρχουν ισχυρές και μόνιμες μεταβολές των σχετικών τιμών. Οι εμπειρικές μελέτες έδειξαν ότι, με εξαίρεση το πετρέλαιο, οι βραχυπρόθεσμες ελαστικότητες των τιμών είναι σχεδόν αμελητέες. Το μοντέλο έχει εφαρμοστεί για την πρόβλεψη της ζήτησης, σε μια ποικιλία πηγών ενέργειας, υπό διαφορετικά οικονομικά σενάρια. Η ακρίβεια των προβλέψεων έχει αποδειχθεί ότι ήταν αρκετά καλή. Αυτό υποδηλώνει ότι τα μοντέλα στην εποχή μας έχουν αιχμαλωτίσει τους καθοριστικούς παράγοντες της ζήτησης ενέργειας, που συγκεκριμένα είναι η τεχνολογική εξέλιξη και η οικονομική ανάπτυξη.

2.6.2 Μελλοντικά σενάρια και τάσεις στον τομέα παραγωγής ενέργειας στη Βραζιλία: παροχή, ζήτηση και προβλέψεις μετριασμού λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή του κλίματος.

Οι Baltazar κ.ά (2014), δημοσίευσαν μία έρευνα τους σχετικά με τη δομή του ενεργειακού συστήματος της Βραζιλίας, που περιλάμβανε μελλοντικά σενάρια και τάσεις στον τομέα παραγωγής ενέργειας στη Βραζιλία: παροχή, ζήτηση και προβλέψεις μετριασμού λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή του κλίματος. Σύμφωνα με την έρευνα, το 2011, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της Βραζιλίας ανήλθε στο 88,8%, λόγω της εξαιρετικής συμμετοχής της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά, παρουσιάζεται μια ισχυρή δυνατότητα επέκτασης, για την αξιοποίηση και άλλων ανανεώσιμων πηγών, όπως είναι η αιολική ενέργεια, η ηλιακή και η βιομάζα. Το άρθρο αναφέρεται στην τάση της εξέλιξης της ενεργειακής δομής της Βραζιλίας και εκθέτει τα πιθανά σενάρια, λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή του κλίματος. Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί στη μοντελοποίηση περιλαμβάνει την υλοποίηση ενός προγράμματος, που αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης, το οποίο επιτρέπει την εφαρμογή διάφορων κοινωνικοοικονομικών σεναρίων που θα παρουσιάσουν τις τάσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Βραζιλία, την προβλεπόμενη ζήτηση και την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2030. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Βραζιλία έχει μια εξαιρετική θέση για αποδοτική και καθαρή παραγωγή ενέργειας και το γεγονός αυτό θα την κατατάξει στις χώρες με τη χαμηλότερη εκπομπή άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανάπτυξη τεχνολογιών για χρήση της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας αλλά και της βιομάζας αναμένεται να αυξηθεί σε μελλοντικά στάδια. Επίσης, διαθέτουν το πυρίτιο, το

οποίο αποτελεί την πρώτη ύλη για την κατασκευή φωτοβολταϊκών. Συνεπώς, η εγχώρια παραγωγή ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί κατά 67%. Παρόλα αυτά η κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων δεν φαίνεται να παρουσιάζει μείωση. Εξετάστηκε επιπλέον και δυνατότητα εισαγωγής μέτρων για να ενισχυθούν τα έργα που στοχεύουν στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην αύξηση της χρηματοδότησης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά παράλληλα και η εκπαίδευση των πολιτών όπως και οι προσπάθειες για εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών ρύπων. Συμπερασματικά, υπάρχει η δυνατότητα να παρουσιαστεί μείωση στην ενεργειακή ζήτηση κατά 38% μέχρι το 2030.

2.6.3 Μοντέλο πρόβλεψης κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές στο Ιράν

Οι Forouzanfar κ.ά (2012), κοινοποίησαν μία μελέτη τους αναφορικά με την προσέγγιση για την πρόβλεψη κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές στο Ιράν και το μοντέλο που εφάρμοσαν. Χρησιμοποιήθηκαν ιστορικά ενεργειακά δεδομένα από το 1968 μέχρι το 2002 και βασίστηκαν σε τρεις παραμέτρους, το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, τον πληθυσμό και τον αριθμό των οχημάτων. Περιορίστηκαν σε αυτές τις σειρές δεδομένων, έτσι ώστε να μπορούν να συγκρίνουν τα αποτελέσματά με την υφιστάμενη βιβλιογραφία. Στο πρόγραμμα εφαρμόστηκε ένα μοντέλο μη γραμμικών χρονοσειρών με τις τρεις προαναφερθέντες παραμέτρους και στη συνέχεια ένα μοντέλο προβλέψεων μη γραμμικής παλινδρόμησης. Συγκριτικά, τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από το πρώτο μοντέλο παρατηρήθηκαν να είναι πιο βελτιωμένα από τα αποτελέσματα του μοντέλου μη γραμμικής παλινδρόμησης. Για την εν λόγω έρευνα, οι ερευνητές ανέφεραν ότι θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη πρόσθετες παράμετροι όπως για παράδειγμα ο πληθωρισμός, η οδική ασφάλεια, και το κόστος της ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση, τα αποτελέσματα που θα εξάγονταν θα ήταν σαφώς βελτιωμένα.

2.6.4 Συγκριτική μελέτη των μοντέλων της ζήτησης ενέργειας

Οι Subhes C. Bhattacharyya και Govinda R. Timilsina (2009), δημοσίευσαν σε επιστημονικό έντυπο την ανάλυση τους που περιλάμβανε διαφορετικά μοντέλα ζήτησης ενέργειας για διαμόρφωση πολιτικής με σκοπό να υλοποιήσουν μία συγκριτική μελέτη των μοντέλων αυτών. Στα πλαίσια της μελέτης τους, ερευνήθηκαν διαφορετικά υπάρχοντα μοντέλα της ζήτησης ενέργειας τα οποία εφαρμόστηκαν τις τελευταίες δεκαετίες, με απώτερο σκοπό να διερευνηθεί η καταλληλότητα τους στο να ενσωματώσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ανεπτυγμένων χωρών.

Κατέληξαν ότι στις ανεπτυγμένες χώρες:

(α) Προκύπτουν άλυτα εννοιολογικά ζητήματα από την μη ύπαρξη αποτιμημένων συναλλαγών σε χρήμα και την εξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας.

β) Τα περισσότερα από τα υπάρχοντα μοντέλα της ενεργειακής ζήτησης δεν είναι ικανά να αντικατοπτρίσουν τα ειδικά χαρακτηριστικά των ενεργειακών συστημάτων τους.

Οι μελέτες έχουν εξελιχθεί κατά πολύ τα τελευταία τριάντα χρόνια. Ενώ αυτές οι μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί για τις αναπτυσσόμενες χώρες, τα προβλήματα του αγροτικού-αστικού χάσματος, οι συμβατικές μορφές ενέργειας, η άτυπη οικονομία, οι τεχνολογικές διαφορές και ανισότητες που επικρατούν δεν λαμβάνονται επαρκώς υπόψη. Επιπλέον, έχει δοθεί ελάχιστη προσοχή στις διαρθρωτικές αλλαγές και τη μετάβαση στις σύγχρονες μορφές ενέργειας. Οι άτυπες δραστηριότητες δύσκολα καλύπτονται από οποιοδήποτε μοντέλο, ενώ η χωρική διαφορά όσο και οι αποκλίσεις στην καταναλωτική συμπεριφορά από τις εισοδηματικές ομάδες δεν αποτυπώνεται επαρκώς. Οι αναπτυσσόμενες χώρες περιορίζονται στην εφαρμογή μοντέλων ενεργειακής ζήτησης διότι επικρατεί κυρίως η έλλειψη των επαρκών δεδομένων και της απαιτούμενης θεσμικής ικανότητας. Εκτός αυτού, τα τυπικά χαρακτηριστικά των ενεργειακών τους συστημάτων, όπως η ύπαρξη του άτυπου τομέα, η προ-δεσπόζουσα χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας χωρίς χρηματικές συναλλαγές και οι ελλείψεις των τεχνολογιών ενεργειακού εφοδιασμού απαιτούν προσεκτική εκτίμηση. Εάν δεν αντιπροσωπεύουν αυτά τα χαρακτηριστικά, η μοντελοποίηση της ζήτησης ενέργειας εκτίθεται σε πρόσθετους κινδύνους που παράγουν εσφαλμένα αποτελέσματα και κατ' επέκταση οδηγούν σε λανθασμένες πολιτικές αποφάσεις.

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Εισαγωγή

Το μαθηματικό μοντέλο που θα παρουσιαστεί στην παρούσα ενότητα αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται από την ομάδα 3EP του ΤΕΠΑΚ (Energy & Environmental Economics Policy Group) για τις προβλέψεις της τελικής ζήτησης ενέργειας σε κάθε σημαντικό τομέα της οικονομίας, για την Κυπριακή Δημοκρατία. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία βασίζεται σε ένα απλουστευμένο ενεργειακό μοντέλο και παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Μιχαήλ (2012) και όπως ο ίδιος ανέφερε οι εξισώσεις αυτές προέρχονται από μοντέλα αυτοπαλινδρόμησης που χρησιμοποιούνται για την οικονομετρική ανάλυση της ζήτησης ενέργειας στο παρελθόν. Το εν λόγω μοντέλο αναπτύχθηκε κατά την χρονική περίοδο 2000 με 2002, από τον πρώτο του συγγραφέα στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, και χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια των έργων μοντελοποίησης της ενέργειας που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τις προβλέψεις της ενέργειας των χωρών της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης.

3.2 Περιγραφή μοντέλου

Το μοντέλο υπολογίζει την μελλοντική ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε κάθε σημαντικό τομέα της κυπριακής οικονομίας. Η ενεργειακή κατανάλωση μεταβάλλεται ως συνάρτηση των τιμών της ενέργειας και των μελλοντικών μακροοικονομικών μεταβλητών όπως είναι για παράδειγμα οι διάφορες ελαστικότητες (π.χ ελαστικότητα εισοδήματος) που ενδέχεται να την επηρεάσουν. Οι οκτώ (8) τομείς της οικονομίας της Κύπρου που συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο είναι:

- αεροπορικές μεταφορές
- οδικές εμπορευματικές μεταφορές
- οδικές μεταφορές επιβατών
- υπηρεσίες
- νοικοκυριά
- βιομηχανία τσιμέντου
- άλλες βιομηχανίες
- γεωργία

Οι ακόλουθες μαθηματικές σχέσεις χρησιμοποιούνται επίσης για τον υπολογισμό των μεριδίων των καυσίμων σε κάθε τομέα ανάλογα με το κόστος της τεχνολογίας (π.χ κόστος επένδυσης, κόστος λειτουργίας, κόστος συντήρησης και κόστος των καυσίμων), τη δυνατότητα διείσδυσης των διαφόρων τεχνολογιών και των τεχνικών περιορισμών για την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνεται μαθηματική διατύπωση που επιτρέπει τον υπολογισμό της μελλοντικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα και ανά καύσιμο και για τον υπολογισμό της συνολικής ενεργειακής ζήτησης τόσο ανά τομέα, όσο και τη ζήτηση ενέργειας ανά τομέα και ανά καύσιμο. Τα δεκαεννέα (19) είδη καυσίμων που συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου είναι:

- Βενζίνη
- Ντίζελ
- ATF
- Καύσιμο θέρμανσης
- Ελαφρού Μαζούτ
- Βαρύ Μαζούτ
- Υγραέριο
- Ηλεκτρική ενέργεια Βιομηχανίας
- Ηλεκτρική ενέργεια Νοικοκυριών
- Ηλεκτρική ενέργεια Γεωργίας
- Ηλεκτρισμός Υπηρεσιών
- Άλλα στερεά καύσιμα
- Βιοκαύσιμα
- Βιομάζα
- Γεωθερμία
- Ηλιακή θερμική ενέργεια
- Υδρογόνο
- Υβριδικό Ντίζελ
- Υβριδική Βενζίνη

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εξισώσεις του μοντέλου είναι αναδρομικές, συνεπώς λαμβάνουν υπόψη την ενεργειακή κατανάλωση του προηγούμενου έτους.

3.3 Μαθηματικές εξισώσεις

Οι μαθηματικές εξισώσεις που θα παρουσιαστούν στην συγκεκριμένη ενότητα βασίζονται στο μοντέλο πρόβλεψης της τελικής ζήτησης ενέργειας που χρησιμοποιούν ήδη οι κυπριακές αρχές για τα Σχέδια Δράσης τους για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας. (Πηγή εξισώσεων: Μιχαήλ, 2012)

Η τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$EN_{i,t} = E_{i,t} + ELCNS_{i,t}$$

Εξίσωση 1: Τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

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

Η αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας δίνεται από τη σχέση:

$$E_{i,t} = E_{i,t-1} \cdot (1 - eff_{i,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{ap_{i,t}}{ap_{i,t-1}} \right)^{\beta_1} \cdot \left(\frac{ap_{i,t-1}}{ap_{i,t-2}} \right)^{\beta_2} \cdot \prod_{r=2}^7 \left(\frac{ap_{i,t-r}}{ap_{i,t-r-1}} \right)^{\varphi \left(\frac{r}{n} \right) \cdot \gamma}$$

Εξίσωση 2: Αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

όπου $E_{i,t}$ η αντικαταστάσιμη τελική ζήτηση ενέργειας ανά τομέα για συγκεκριμένο έτος, eff η πιθανή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, 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 και γ_1 η μακροπρόθεσμη ελαστικότητα τιμής.

Ο όρος $\varphi(r/n)$ βοηθά στη μείωση της επίδρασης των μακροπρόθεσμων τιμών.

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

Εξίσωση 3: Επίδραση μακροπρόθεσμων τιμών

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Η μέση τιμή της ενέργειας ανά τομέα υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$ap_{i,t} = \sum_j (W_{i,j,t-1} \cdot P_{j,t})$$

Εξίσωση 4: Μέση τιμή ενέργειας ανά τομέα

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Όπου p_j η τιμή κάθε καυσίμου και W_i το μερίδιο της κατανάλωσης του συγκεκριμένου καυσίμου στην συνολική κατανάλωση.

Η τιμή του κάθε καυσίμου δίνεται από τη σχέση:

$$P_{j,t} = P_{j,t-1} + ppa_j \cdot (P_{oi,t} - P_{oi,t-1}) + r_{j,t}$$

Εξίσωση 5: Τιμή καυσίμου

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

όπου p η τιμή του κάθε καυσίμου κάθε συγκεκριμένο έτος, $poil$ 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 ο συντελεστής προσαρμογής.

Ο υπολογισμός για τον μη αντικαταστάσιμο ηλεκτρισμό γίνεται με την εξής εξίσωση:

$$ELCNS_{i,t} = ELCNS_{i,t-1} \cdot (1 - eff_{i,e,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}}\right)^{\alpha_e} \cdot \left(\frac{pelc_{i,t}}{pelc_{i,t-1}}\right)^{\beta_{e1}} \cdot \left(\frac{pelc_{i,t-1}}{pelc_{i,t-2}}\right)^{\beta_{e2}} \cdot \prod_{r=2}^7 \left(\frac{pelc_{i,t-r}}{pelc_{i,t-r-1}}\right)^{\varphi\left(\frac{r}{n}\right) \cdot \gamma_e}$$

Εξίσωση 6: Μη αντικαταστάσιμη ζήτηση ενέργειας από ηλεκτρισμό

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

όπου ELCNS ο μη αντικαταστάσιμος ηλεκτρισμός, $relc_{i,t}$ η τιμή του ηλεκτρισμού για το έτος t , A η μεταβλητή της οικονομικής δραστηριότητας του τομέα i για το έτος t , $aels$ η ελαστικότητα του εισοδήματος και $belc1$ και $belc2$ η βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα τιμής του ηλεκτρισμού.

Η κατανάλωση ενέργειας σε κάθε τομέα, ανά καύσιμο δίνεται από την πιο κάτω σχέση:

$$\overline{E}_{i,j,t} = E_{i,j,t-1} \cdot (1 - eff_{i,t}) \cdot \left(\frac{A_{i,t}}{A_{i,t-1}} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{ap_{i,t}}{ap_{i,t-1}} \right)^{\beta_1} \cdot \left(\frac{ap_{i,t-1}}{ap_{i,t-2}} \right)^{\beta_2} \cdot \prod_{r=2}^7 \left(\frac{ap_{i,t-r}}{ap_{i,t-r-1}} \right)^{\phi \left(\frac{r}{n} \right) \cdot \gamma} \cdot \frac{LF_{i,j} - 1}{LF_{i,j}}$$

Εξίσωση 7: Κατανάλωση ενέργειας σε κάθε τομέα, ανά καύσιμο

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

όπου \bar{E} είναι η κατανάλωση ενέργειας του εναπομείναντος εξοπλισμού σε κάθε τομέα και LF είναι ο χρόνος ζωής της εγκατεστημένης τεχνολογίας

Η νέα τεχνολογία που θα εισέλθει υπολογίζεται από την σχέση:

$$NEW_{i,t} = E_{i,t} - \sum_j \overline{E}_{i,j,t}$$

Εξίσωση 8: Εισαγωγή νέας τεχνολογίας

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Για να υπολογιστεί η νέα κατανάλωση ανά τομέα και ανά καύσιμο χρησιμοποιούνται οι πιο κάτω τύποι αφού γίνει πρώτα ο απαιτούμενος έλεγχος που φαίνεται πιο κάτω:

$$\text{If } NEW_{i,t} > 0 \text{ then } E_{i,j,t} = \overline{E}_{i,j,t} + s_{i,j,t} \cdot NEW_{i,t}$$

Εξίσωση 9: Εισαγωγή νέας τεχνολογίας

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

$$\text{If } NEW_{i,t} \leq 0 \text{ then } E_{i,j,t} = E_{i,j,t-1} \frac{E_{i,t}}{E_{i,t-1}}$$

Εξίσωση 10: Εισαγωγή νέας τεχνολογίας

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Ο όρος s_{ijt} ορίζεται ως το μερίδιο του καυσίμου ανά τεχνολογία για την κατανάλωση ενέργειας από την νέα τεχνολογία κάθε έτος και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$S_{i,j,t} = w_{i,j,t} \frac{\left(\frac{d_i \cdot e^{d_i L F_{i,t}}}{e^{d_i L F_{i,t}} - 1} \cdot CC_{i,j,t} + FC_{i,j,t} + \frac{\left(VC_{i,j,t} + \frac{P_j}{eff_{i,j,t}} \right)}{CONV_{i,j,t}} \right)^\eta}{SUM_{i,t}}$$

Εξίσωση 11: Μερίδιο καυσίμου ανά τεχνολογία για την κατανάλωση ενέργειας από τη νέα τεχνολογία

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

όπου CC το αρχικό κόστος εγκατάστασης, FC το κόστος λειτουργίας ανά έτος, VC το ετήσιο κόστος κατανάλωσης ενέργειας και eff η απόδοση της νέας τεχνολογίας.

Ο παράγοντας SUM υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$SUM_{i,t} = \sum_j w_{i,j,t} \cdot \left(\frac{d_i \cdot e^{d_i L F_{i,t}}}{e^{d_i L F_{i,t}} - 1} \cdot CC_{i,j,t} + FC_{i,j,t} + \frac{\left(VC_{i,j,t} + \frac{P_j}{eff_{i,j,t}} \right)}{CONV_{i,j,t}} \right)^\eta$$

Εξίσωση 12: Συνολικά καύσιμα ανά τεχνολογία για την κατανάλωση ενέργειας από τη νέα τεχνολογία

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

3.4 Πρόγραμμα MATLAB

Το πρόγραμμα Matlab είναι ένα σύγχρονο ολοκληρωμένο μαθηματικό λογισμικό πακέτο που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται σε πανεπιστημιακά μαθήματα αλλά και σε ερευνητικές και άλλες εφαρμογές με επιστημονικούς υπολογισμούς. Είναι επίσης, ένα αριθμητικό υπολογιστικό περιβάλλον και μια τέταρτης γενιάς γλώσσα προγραμματισμού. Αναπτύχθηκε από τη Mathworks. Το MATLAB προέρχεται από τα αρχικά γράμματα των λέξεων MATrix LABoratory. Επιτρέπει τη σχεδίαση των λειτουργιών και των δεδομένων, την εφαρμογή αλγορίθμων, τη δημιουργία διεπαφών χρήστη και τη διασύνδεση με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες (Andrew Knight, 2000). Είναι ένα διαδραστικό (interactive) πρόγραμμα για αριθμητικούς υπολογισμούς και οπτικοποίηση δεδομένων. Στις νεώτερες εκδοχές του, περιλαμβάνονται εργαλείοι όπου μπορεί να επιτραπούν συμβολικοί υπολογισμοί (Γ. Γεωργίου & Χ. Ξενοφώντος, 2007). Οι δυνατότητες προγραμματισμού που το χαρακτηρίζουν, το καθιστούν ένα ισχυρό και χρήσιμο εργαλείο στους τομείς των φυσικομαθηματικών επιστημών. Όπως υποδηλώνεται και από το όνομά του, το MATLAB είναι ειδικά σχεδιασμένο για υπολογισμό πινάκων, επίλυση γραμμικών συστημάτων, εύρεση ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων, αντιστροφή τετραγωνικών πινάκων κ.ο.κ. Παράλληλα, προσφέρει ποικίλες εντολές για την κατασκευή γραφικών όπως π.χ ιστογράμματα, τομεογράμματα, ραβδοδιαγράμματα, εμβοδογράμματα και μπορεί να υλοποιήσει συναρτήσεις πραγματικές, μιγαδικές, πεπλεγμένες συναρτήσεις δύο μεταβλητών και άλλες. Ακόμη, το MATLAB είναι εφοδιασμένο με πολλές επιλογές και προγράμματα, για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων, όπως η εύρεση των ριζών μη γραμμικών εξισώσεων, η επίλυση μη γραμμικών συστημάτων και η επίλυση προβλημάτων αρχικών τιμών με συνήθεις διαφορικές εξισώσεις (Γεωργίου & Ξενοφώντος, 2007). Το 2004 είχε περίπου ένα εκατομμύριο χρήστες σε όλη την βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό κόσμο και χρησιμοποιείται σε διάφορους χώρους της εφαρμοσμένης μηχανικής της επιστήμης και της οικονομίας. Το Matlab χρησιμοποιείται ευρέως σε ακαδημαϊκά και ερευνητικά ιδρύματα (Goering, 2004). Είναι ένα πολύ καλό λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αριθμητική μοντελοποίηση οπτικών συστημάτων επικοινωνίας. Παράλληλα, είναι ένα δημοφιλές διδακτικό εργαλείο για επιστημονικούς υπολογισμούς (Kiousalaas, 2005). Το MATLAB προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να κατασκευάσει δικές του γραφικές διεπιφάνειες, (GUI). Η χρησιμότητα της λειτουργίας αυτής είναι μεγάλη, επειδή τα προγράμματα - εφαρμογές που περιέχουν γραφική διεπιφάνεια γίνονται πιο φιλικά προς τον τελικό χρήστη

(Βαρσάμης, 2010). Η γλώσσα προγραμματισμού του Matlab η οποία περιέχει εντολές από την C++ όπως την while, την switch και την if δίνει την ευχέρεια στον χρήστη να το επεκτείνει με δικά του προγράμματα.

Για όλα όσα έχουν προαναφερθεί επιλέχθηκε το Matlab στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ως αρμόδιο για την υλοποίηση του κώδικα που θα πραγματοποιεί τις ενεργειακές προβλέψεις. Μέσα από την πληθώρα των εφαρμογών που μας προσφέρει, χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα της δημιουργίας ενός προγράμματος που να είναι σε θέση να διαβάζει από αρχεία τύπου excel τα δεδομένα που απαιτούνται για την υλοποίηση της πρόβλεψης. Εκτός από αυτό, το συγκεκριμένο λογισμικό έχει τη δυνατότητα να γράφει σε αρχεία excel τα αποτελέσματα που εξάγει. Με αυτό τον τρόπο, τα αποτελέσματα μας είναι αρκετά πιο προσιτά στον εκάστοτε χρήστη, αφού οργανώνονται με τάξη στις ανάλογες θέσεις που τους αντιστοιχούν και μπορείς να έχεις εύκολη πρόσβαση σε αυτά χωρίς να χρειάζεται να ενεργοποιήσεις το πρόγραμμα Matlab. Επιπλέον, προσφέρει την απαραίτητη ευελιξία στην αλλαγή των τιμών των διαφόρων παραμέτρων που ενδέχεται να επηρεάσουν την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση, για να μπορούν να γίνονται αναλύσεις ευαισθησίας, αλλάζοντας μόνο την τιμή των δεδομένων που διαβάζει, χωρίς να αλλοιώνεται ο αρχικός κώδικας. Συνεπώς, ο κώδικας γίνεται πολύ πιο εύχρηστος, για να μπορεί ο κάθε χρήστης να έχει στη διάθεση του ένα εργαλείο που να τον ευκολύνει στην πραγματοποίηση ενεργειακών προβλέψεων και την εφαρμογή υποθετικών, μελλοντικών σεναρίων γρήγορα και με ακρίβεια. Ο κώδικας που υλοποιήθηκε για τις μακροχρόνιες ενεργειακές προβλέψεις στην Κύπρο, παρατίθεται στο κεφάλαιο των παραρτημάτων. Εκτός από τον κώδικα στο λογισμικό της Matlab, χρησιμοποιήθηκαν και αρχεία excel τόσο για να διαβάζονται από αυτά τα αρχικά δεδομένα, όσο και για να καταγράφονται οι τιμές που προκύπτουν κάθε φορά που τρέχει ο κώδικας.

4 ΣΕΝΑΡΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ορθή δημιουργία ενός αναλυτικού μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού αποτελεί η εφαρμογή ποσοτικών σεναρίων εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος της χώρας. Στα εν λόγω σενάρια, είναι προτιμότερο να περιλαμβάνονται όλοι οι τομείς κατανάλωσης, παραγωγής και προμήθειας ενέργειας, καθώς και όλες οι μορφές ενέργειας για να λαμβάνονται πιο αντικειμενικά αποτελέσματα.

Στο κεφάλαιο που έπεται, παρουσιάζονται αναλυτικά τα τρία σενάρια που εφαρμόστηκαν όπως επίσης και οι υποθέσεις στις οποίες στηρίχθηκε η ποσοτική ανάλυση. Οι υποθέσεις που συμπεριλήφθηκαν, αποτελούν αντικειμενικά δεδομένα κυρίως από τους διάφορους αρμόδιους φορείς, έτσι ώστε να είναι σε θέση να δημιουργηθεί το Σενάριο Αναφοράς. Για τα εναλλακτικά σενάρια παρουσιάζονται μόνο οι υποθέσεις που διαφοροποιούνται σε σχέση με το Σενάριο Αναφοράς.

Στην προκειμένη περίπτωση, κάθε σενάριο που εφαρμόστηκε περιλαμβάνει προβολή στο μέλλον του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρα μέχρι και το έτος 2040, εκτιμήσεις του κόστους και των τιμών της ενέργειας, της αναμενόμενης ζήτησης της αντικαταστάσιμης, της μη αντικαταστάσιμης και της συνολικής ενέργειας.

4.2 Δεδομένα και Παραδοχές

Αρχικά, θα παρατεθούν εκτός από τα δεδομένα που λαμβάνει ο κώδικας και οι παραδοχές που έγιναν και ενσωματώθηκαν και στα τρία σενάρια που εφαρμόστηκαν.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, πάρθηκαν από τις προβλέψεις που έγιναν με μαθηματικό μοντέλο για μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό στην Κύπρο από τον Μιχαήλ (2012).

Χρησιμοποιήθηκαν κάποια απαραίτητα δεδομένα, από έγκυρες, διεθνείς αλλά και εγχώριες πηγές, για την υλοποίηση των προβλέψεων. Τα μακροοικονομικά μεγέθη (ΑΕΠ (GDP), ιδιωτική κατανάλωση (private consumption)) λήφθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία του Υπουργείου Οικονομικών.

Στον πίνακα που έπεται (πίνακας 1) παρατίθενται τα δεδομένα για τα μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο για την χρονική περίοδο 2002 μέχρι 2010.

Πίνακας 1: Μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο (2002–2010)

Ai (millions of Euros'2005)									
Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GDP	12153	12380	12904	13402	13955	14666	15192	14910	15106
Private consumption	7692	7878	8392	8682	9087	10017	10798	9984	10135
Value Added of Total Industries	1308	1349	1362	1343	1320	1363	1384	1337	1339
Value Added of Cement Industries	42	42	42	42	42	42	42	40	40
Value Added of Other Industries	1266	1306	1319	1300	1277	1321	1342	1297	1300
Value Added of Services	8125	8230	8625	9027	9472	9959	10401	10494	10764
Value Added of Agriculture	386	343	348	347	307	296	276	276	285

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Η τιμή του αργού πετρελαίου που χρησιμοποιήθηκε είναι η πρόβλεψη του U.S Energy Information Association. Η τιμή είναι σε δολάρια ανά βαρέλι σε τιμές του 20011, έτσι χρησιμοποιήθηκε ο αποπληθωρισμός και η συναλλαγματική ισοτιμία Ευρώ/Δολαρίου μετατράπηκε σε Ευρώ ανά τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, που παρατίθενται στον πίνακα 2 που ακολουθεί. (Μιχαήλ, 2012)

Πίνακας 2: Διεθνείς τιμές του αργού πετρελαίου και η μετατροπή τους σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2002-2010)

Crude oil price (Euros'2005 per toe)									
Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oil Prices (USD/Barrel) 2011	31.29	35.25	45.57	62.80	72.69	78.53	101.61	64.66	82.00
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005	205.97	193.96	228.03	314.20	360.36	356.71	430.05	288.58	385.06
exchange rate USD/EURO	0,95	1,13	1,24	1,24	1,26	1,37	1,47	1,39	1,33

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Η κυριότερη πηγή για τις τιμές των καυσίμων ήταν η Στατιστική Υπηρεσία η οποία παρέχει στοιχεία για τη μέση ετήσια τιμή. Στην τιμή της βενζίνης παρουσιάζεται μία μέση τιμή της αμόλυβδης 95 και 98 οκτανίων. Το καύσιμο του ηλεκτρισμού συμπεριλαμβάνει τα έξοδα καυσίμου (αργού πετρελαίου) αλλά και τα έξοδα λειτουργίας του. Να αναφερθεί ότι για όσα καύσιμα δεν υπήρχαν ετήσια δεδομένα, έγινε παραδοχή ότι ακολουθούν την τιμή του αργού πετρελαίου (π.χ στερεά καύσιμα, βιομάζα). Το βιοκαύσιμο ακολουθεί την τιμή του πετρελαίου κίνησης πολλαπλασιασμένο 120%, σύμφωνα με τη συνεχή διαφορά των δύο τιμών σε συγκριτική γραφική παράσταση στην ιστοσελίδα του Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA). Οι ανανεώσιμες πηγές (γεωθερμική, ηλιοθερμική και υδρογόνο) έχουν μηδενική τιμή στην παρούσα φάση. Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 3), παρατίθενται οι τιμές των διαφόρων καυσίμων. (Μιχαήλ, 2012)

Πίνακας 3: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2002-2010)

Fuel prices (Euros'2005 per toe)									
Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gasoline	1109	918	880	1041	1087	1074	1111	958	1214
Diesel	511	614	763	876	902	883	1014	776	922
ATF	285	261	291	382	429	421	495	349	453
Heating fuel**	443	578	720	748	788	758	802	566	692
Light Fuel Oil	147	216	258	316	360	374	506	380	468
Heavy Fuel Oil	153	151	131	175	221	231	314	220	331
LPG	447	548	686	793	875	899	970	783	946
Electricity Industry	1100	1133	1028	1163	1273	1275	1585	1285	1531
Electricity Households	1201	1218	1170	1266	1432	1417	1696	1388	1655
Electricity Agriculture	1135	1110	1042	1180	1310	1297	1622	1324	1579
Electricity Services	1376	1374	1263	1395	1491	1482	1801	1480	1729
Other solid fuels**	53	47	44	45	46	44	43	46	49
Biofuels	614	736	915	1051	1082	1059	1216	931	1107
Biomass	53	47	44	45	46	44	43	46	49
Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hybrid Diesel	511	614	763	876	902	883	1014	776	922
Hybrid Gasoline	1109	918	880	1041	1087	1074	1111	958	1214

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Τα μερίδια κάθε καυσίμου στην τελική κατανάλωση ενέργειας διατίθενται από τη Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου στα αρχεία της για το ενεργειακό ισοζύγιο. Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακα 4), παρατίθενται οι τιμές των διαφόρων καυσίμων. (Μιχαήλ, 2012)

Πίνακας 4: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2002–2010)

AP (mean fuel price per sector)									
Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
air transport	285	261	291	382	429	421	495	349	453
freight transport	527	622	766	881	907	888	1023	787	937
road passenger transport	1018	871	863	1016	1059	1044	1097	930	1167
households	371	443	516	553	598	588	635	487	570
cement industry	90	86	82	90	97	96	103	96	109
other industries	186	208	221	251	274	274	663	571	686
services	468	518	551	598	638	630	692	566	647
agriculture	464	573	685	723	768	744	802	585	725

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Για την εισαγωγή των τεχνολογιών χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία από το Ίδρυμα Ενέργειας από μελέτες για εγκατάσταση νέων τεχνολογιών και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτές που τοποθετούνται περισσότερο στις εγκαταστάσεις για κάθε τομέα και καύσιμο. Τα στοιχεία από το Ίδρυμα Ενέργειας για τις τεχνολογίες παρατίθενται στον πίνακα 5. (Μιχαήλ, 2012)

Πίνακας 5: Στοιχεία κόστους για τις τεχνολογίες ανά τομέα, καύσιμο και χρήση (Ίδρυμα Ενέργειας)

Νοικοκυριά (πρότυπος οικία 200 τμ) χρήση: Θέρμανση χώρου						
Τεχνολογία	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)	Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/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

Τριτογενής/Υπηρεσίες						
χρήση: Θέρμανση χώρου						
Τεχνολογία	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)	Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/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
Βιομηχανία						
χρήση: Θερμικές Διεργασίες (τυπική γαλακτοβιομηχανία)						
Τεχνολογία	Κόστος Εγκατάστασης (€)	Κόστος λειτουργίας (€/year)	Διάρκεια Ζωής (year)	Ώρες Λειτουργίας (hours/year)	Ετήσια Κατανάλωση καυσίμου (ποσότητα/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

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Για τις εκπομπές αέριων διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές περιεκτικότητας του κάθε καυσίμου σε άνθρακα σύμφωνα με τις οδηγίες της διακυβερνητικής ομάδας της κλιματικής αλλαγής (IPCC). Οι τιμές των συντελεστών παρατίθενται στον πίνακα 6. (Μιχαήλ, 2012)

Πίνακας 6: Συντελεστές εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα

Fuel	Emission factor
Hard coal (Ανθρακας)	3,941
Coke (ΚΟΚ)	4,438
Gasoline (Βενζίνη)	2,872
Diesel oil & Kerosene (Πετρέλαιο θέρμανσης)	3,069
LPG (Υγραέριο)	2,613
Aviation fuel (Κηροζίνη)	2,964
Fuel oil (Μαζούτ)	3,207
Natural gas (Φυσικό Αέριο)	2,336
Biomass (Βιομάζα)	0
Biofuel (Βιοκαύσιμο)	0

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

Η ελαστικότητα είναι ο δείκτης που εκφράζει το βαθμό στον οποίο η ζητούμενη ποσότητα ενέργειας ανταποκρίνεται στη μεταβολή μιας άλλης μεταβλητής. Οι τιμές της προέκυψαν από διεθνή βιβλιογραφία και οικονομετρικές εκτιμήσεις από αντίστοιχα κυπριακά δεδομένα.

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 7) παρατίθενται οι τιμές για τις διάφορες μορφές ελαστικότητας, με a1 παρουσιάζεται η ελαστικότητα εισοδήματος, με b1 και b2 η βραχυπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής της ενέργειας και με c η μακροπρόθεσμη ελαστικότητα μέσης τιμής της ενέργειας. Για κάθε τύπο ελαστικότητας υπάρχει και η ακριβώς αντίστοιχη ελαστικότητα ηλεκτρισμού.

Στις τιμές της εισοδηματικής ελαστικότητας του ηλεκτρισμού να αναφερθεί ότι εκτιμάται ότι θα υπάρξει σταδιακή μεταβολή με την πάροδο του χρόνου, στον τομέα των νοικοκυριών και των υπηρεσιών. Συγκεκριμένα παρατηρείται μία μικρή πτώση από το έτος 2021 που η τιμή της ελαστικότητας ανέρχεται στο 1,10, μέχρι το έτος 2040 που η τιμή καταλήγει στο 1,05. Οι υπόλοιπες μορφές ελαστικότητας θεωρήθηκαν σταθερές μέχρι και το έτος 2040 για το οποίο πραγματοποιήθηκαν οι προβλέψεις.

Πίνακας 7: Ελαστικότητα εισοδήματος a1 για τις χρονιές 2010-2040

SECTOR	ELASTICITIES	a1	b1	b2	c
air transport		1,2	-0,07	-0,20	-0,80
freight transport		1,1	-0,15	-0,15	-0,60
road passenger transport		0,9	-0,15	-0,15	-0,60
households		0,7	-0,15	-0,15	-0,60
cement industry		0,7	-0,20	-0,20	-0,80
other industries		0,7	-0,20	-0,20	-0,80
services		0,7	-0,20	-0,20	-0,80
agriculture		0,7	-0,15	-0,15	-0,60
electricity, air transport		1,2	-0,07	-0,07	-0,28
electricity, freight transport		0,9	0,15	-0,15	-0,60
electricity, road passenger transport		0,8	-0,15	-0,15	-0,60
electricity, households		1,1	-0,10	-0,10	-0,40
electricity, cement industry		0,9	-0,10	-0,10	-0,40
electricity, other industries		0,9	-0,10	-0,10	-0,40
electricity, services		1,1	-0,05	-0,05	-0,20
electricity, agriculture		0,8	-0,15	-0,15	-0,60

Πηγή: (διεθνή βιβλιογραφία και οικονομετρικές εκτιμήσεις από αντίστοιχα κυπριακά δεδομένα)

Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 8) παρουσιάζονται οι τομείς της οικονομίας και η αντίστοιχη μεταβλητή οικονομικής δραστηριότητας ανά τομέα.

Πίνακας 8: Οικονομική δραστηριότητα ανά τομέα

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

Πηγή: (Μιχαήλ, 2012)

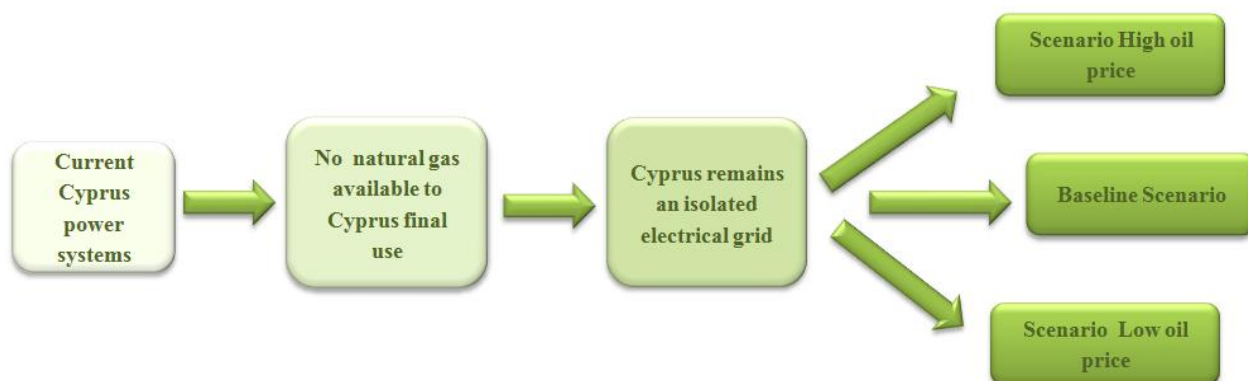
4.3 Περιγραφή Σεναρίων

4.3.1 Γενικά

Κάθε σενάριο είναι συνεκτικό ως προς την εσωτερική του λογική και είναι συνεπές σε σχέση με ένα σύνολο υποθέσεων σχετικά με τις μελλοντικές εξελίξεις και τους οικονομικούς μηχανισμούς της αγοράς από τους οποίους προκύπτουν οι επιχειρηματικές και καταναλωτικές συμπεριφορές έτσι όπως προβάλλονται στο μέλλον στο πλαίσιο κάθε σεναρίου. Κάθε σενάριο πρέπει να ερμηνευθεί ως μία πιθανή εξέλιξη στο μέλλον του κυπριακού ενεργειακού συστήματος παραγωγής και κατανάλωσης. Κανένα σενάριο δεν αποτελεί πρόγνωση του μέλλοντος (δηλαδή κανένα δεν είναι πιο πιθανό από άλλο) και κανένα από τα σενάρια δεν προτείνεται ως επιθυμητή ή βέλτιστη εξέλιξη του ενεργειακού μας συστήματος. Κατά συνέπεια ο ρόλος των ενεργειακών σεναρίων είναι περιγραφικός για το πιθανό μέλλον και αναλυτικός ώστε να εξυπηρετηθεί η ανάγκη εξαγωγής συμπερασμάτων για την ενεργειακή στρατηγική.

Κάνοντας την παραδοχή ότι το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου θα παραμείνει ως έχει, δηλαδή δεν θα υπάρχει φυσικό αέριο διαθέσιμο για τελικές χρήσεις ενέργειας, και ότι - ανεξάρτητα αν θα χρησιμοποιείται φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή - οι τιμές του ηλεκτρισμού δεν θα αλλάξουν αισθητά. Βάση αυτής της παραδοχής εφαρμόστηκαν τρία σενάρια για το κυπριακό ενεργειακό σύστημα για την περίοδο 2002-2040, το σενάριο

αναφοράς, το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου και το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, όπως παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 14: Σενάρια για το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου

4.3.2 Σενάριο αναφοράς

Το πρώτο σενάριο που εφαρμόστηκε στον κώδικα που υλοποιήθηκε για τις προβλέψεις είναι το σενάριο αναφοράς. Στο σενάριο αυτό, οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν δεν τυγχάνουν κάποιας εξωτερικής παρέμβασης, δηλαδή ταυτίζονται πλήρως οι τιμές του με αυτές που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο των δεδομένων και παραδοχών. Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν βάση του σεναρίου αναφοράς. Θεωρήθηκε ότι δεν θα προκύψει κάποια αλλαγή στις διάφορες παραμέτρους που συμπεριλήφθηκαν, αλλά θα συνεχίσουν να συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο όπως και στο παρελθόν. Επιπλέον, σε αυτό το σενάριο δεν συμπεριλαμβάνεται η πιθανότητα ότι πρόκειται να γίνει λήψη κάποιων επιπρόσθετων μέτρων για την αλλαγή του κυπριακού ενεργειακού ισοζυγίου είτε από τις αρμόδιες αρχές είτε από κάποιο νομοθετικό περιορισμό που ενδέχεται να ενσωματωθεί στο κυπριακό νομοθετικό πλαίσιο. Τέλος, αποκλείεται το ενδεχόμενο κάποιο απρόσμενο γεγονός να προκαλέσει αλλαγές στο ενεργειακό σύστημα της χώρας και να πρέπει να γίνει κάποια τροποποίηση για να αντιμετωπιστεί η οποιαδήποτε επερχόμενη συνέπεια.

Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 9) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις τιμές του πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι η τιμή του πετρελαίου ακολουθεί μια ομοιόμορφη και ελαφρώς ανοδική πορεία ανά έτος και στο τέλος όλης της χρονικής περιόδου, μέχρι το 2040 παρουσιάζει αύξηση στην τιμή του συγκριτικά με το έτος 2011, με ποσοστό της τάξεως του 33%.

Πίνακας 9: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

Crude oil price (Euros'2005 per toe)							
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005	498.25	263.02	555.49	570.24	594.82	629.23	663.64

Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 10) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι οι μέσες τιμές των καυσίμων ανά τομέα ακολουθούν μια ομοιόμορφη και ελαφρώς ανοδική πορεία ανά έτος.

Συγκεκριμένα παρατηρείται αύξηση στις τιμές όλων των καυσίμων μέχρι το έτος 2040, το ποσοστό της οποίας αναγράφεται στην τελευταία στήλη του πίνακα. Η κηροζίνη έχει την μεγαλύτερη αύξηση της τάξεως του 34%, ενώ ακολουθεί με αρκετά μεγάλη διαφορά η βιομάζα και τα άλλα στερεά καύσιμα με 25% αύξηση στην τιμή τους σε σχέση με το 2011. Το υδρογόνο, η ηλιοθερμική και η γεωθερμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή σε όλα τα έτη.

Πίνακας 10: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

Fuel prices (Euros'2005 per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Gasoline	1418	1113	1522	1543	1577	1625	1674	↑18%
Diesel	1120	439	1125	1159	1217	1298	1379	↑23%
ATF	569	285	633	651	680	721	762	↑34%
Heating fuel**	864	714	926	936	954	979	1004	↑16%
Light Fuel Oil	578	522	628	634	643	655	668	↑16%
Heavy Fuel Oil	373	370	415	418	421	427	432	↑16%
LPG	1102	977	1162	1171	1187	1208	1230	↑12%
Electricity Industry	1760	1522	1915	1935	1968	2014	2060	↑17%
Electricity Households	1901	1427	2100	2134	2191	2270	2349	↑24%
Electricity Agriculture	1874	1390	2025	2057	2110	2184	2259	↑21%
Electricity Services	1983	1598	2101	2126	2169	2228	2287	↑15%
Other solid fuels**	48	31	52	53	55	58	60	↑25%
Biofuels	1344	527	1350	1391	1460	1557	1654	↑23%
Biomass	48	31	52	53	55	58	60	↑25%
Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	-
Hybrid Diesel	1120	439	1125	1159	1217	1298	1379	↑23%
Hybrid Gasoline	1418	1113	1522	1543	1577	1625	1674	↑18%

Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται οι προβλέψεις για τις μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα για τα έτη 2011-2040. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι οι μέσες τιμές των καυσίμων ανά τομέα σε γενικά πλαίσια ακολουθούν μια ομοιόμορφη και ελαφρώς ανοδική πορεία. Εξαιρέση αποτελεί μόνο ο τομέας της γεωργίας, που ενώ όπως φαίνεται κατά την διάρκεια των υπόλοιπων ετών είχε παρουσιάσει αύξηση, τελικά συγκριτικά με το έτος 2011 παρουσιάζει μία αμελητέα μείωση της τάξεως του 1%. Την πιο μεγάλη αύξηση σε μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ από το έτος 2011 μέχρι το 2040 παρουσιάζει ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας με ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 66% και ακολουθεί ο τομέας των αερομεταφορών με 57%, έπεται ο τομέας των οδικών εμπορευματικών μεταφορών με 30%, ακολουθούν οι οδικές μεταφορές επιβατών και οι άλλες βιομηχανίες με 18% και τα νοικοκυριά με 16%. Μία αμελητέα αύξηση παρουσιάζει ο τομέας των υπηρεσιών με ποσοστό μόλις 2%.

Πίνακας 11: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

AP (mean fuel price per sector)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	569	285	665	702	752	818	892	↑57%
freight transport	1137	484	1154	1194	1263	1364	1478	↑30%
road passenger transport	1402	1062	1472	1481	1520	1586	1661	↑18%
households	675	538	734	741	745	763	780	↑16%
cement industry	122	116	170	178	184	192	202	↑66%
other industries	805	678	880	893	910	931	949	↑18%
services	764	630	806	802	798	794	782	↑2%
agriculture	884	705	954	965	972	957	875	↓1%

Στον πίνακα που έπεται (πίνακας 12) παρατίθενται οι προβλέψεις για τα μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο για τα έτη 2011-2040. Παρατηρείται αύξηση σε όλους τους τομείς. Ο τομέας της γεωργίας παρουσιάζει τη μικρότερη αύξηση με ποσοστό 21%, ακολουθούν ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας και των άλλων βιομηχανιών με 29%, ο τομέας της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς και της αεροπορικής μεταφοράς με 49%, ο τομέας των υπηρεσιών με 50% και τέλος τα νοικοκυριά με τις οδικές μεταφορές επιβατών με το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης της τάξεως του 60%.

Πίνακας 12: Μακροοικονομικά μεγέθη (2011–2040)_Σενάριο αναφοράς

Ai (millions of Euros'2005)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	15172	13442	14884	16472	18445	20562	22569	↑49%
freight transport	15172	13442	14884	16472	18445	20562	22569	↑49%
road passenger transport	10271	8958	10348	11701	13375	15000	16464	↑60%
households	10271	8958	10348	11701	13375	15000	16464	↑60%
cement industry	38	31	34	37	41	45	49	↑29%
other industries	1231	1002	1103	1214	1351	1480	1594	↑29%
services	10995	10143	11109	12158	13463	15018	16494	↑50%
agriculture	301	281	292	302	315	342	365	↑21%

4.3.3 Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Οι υποθέσεις σχετικά με το διεθνές ενεργειακό σύστημα και τη μελλοντική διαμόρφωση των διεθνών τιμών του πετρελαίου είναι μεγάλης σημασίας για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας. Για τον λόγο αυτό, διενεργήθηκαν ενεργειακές προβλέψεις με δύο επιπλέον σενάρια εξέλιξης των τιμών του πετρελαίου. Τα σενάρια αυτά προήλθαν από την πιο πρόσφατη έκδοση του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (International Energy Agency - IEA 2015). Το δεύτερο σενάριο που εφαρμόστηκε στον κώδικα που υλοποιήθηκε για τις προβλέψεις είναι το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου. Τα εναλλακτικά σενάρια χρησιμοποιούν κατά βάση το σύστημα υποθέσεων και δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο του σεναρίου αναφοράς. Κάθε εναλλακτικό σενάριο διαφοροποιεί σχετικά μικρό αριθμό υποθέσεων έτσι ώστε να μπορεί να περιγράψει τις επιπτώσεις του στην εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος. Στο σενάριο αυτό, έγιναν οι ίδιες παραδοχές με το σενάριο αναφοράς. Στο μόνο σημείο που τυγχάνουν κάποιες τροποποιήσεις, είναι στον ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου, που είναι το αποκλειστικό καύσιμο για την ηλεκτροπαραγωγή στο κυπριακό ενεργειακό σύστημα. Το γεγονός αυτό βέβαια επηρεάζει και όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους οι οποίες εξαρτώνται από την τιμή του πετρελαίου. Κατά αυτό το σενάριο υιοθετήθηκε η υπόθεση ότι πλέον οι τιμές έχουν φτάσει σε επίπεδα, που μεγάλο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής είναι στο κόστος ισορροπίας και ειδικά η οριακή παραγωγή έχει ζημίες. Ο αριθμός των γεωτρήσεων θα μειωθεί. Το αποτέλεσμα θα είναι ότι οι εταιρείες που χάνουν

λεφτά θα κλείσουν, μειώνοντας την παραγωγή, και σαν επακόλουθο οι τιμές θα αρχίσουν να ανεβαίνουν και πάλι. Οι υπόλοιποι θα αποθηκεύσουν το πετρέλαιο, αφαιρώντας το πλεόνασμα από την αγορά, και θα το πωλήσουν μελλοντικά σε υψηλότερες τιμές.

Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 13) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις τιμές του πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040 βάση του δεύτερου σεναρίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι η τιμή του πετρελαίου αυξάνεται, και στο τέλος όλης της χρονικής περιόδου, μέχρι το 2040 παρουσιάζει αύξηση στην τιμή του συγκριτικά με το έτος 2011, με ποσοστό της τάξεως του 51% πολύ μεγαλύτερο από το 33%, το ποσοστό του σεναρίου αναφοράς.

Πίνακας 13: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Crude oil price (Euros'2005 per toe)							
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005	498.25	263.02	561.81	619.93	673.20	711.95	750.7

Στον επόμενο πίνακα (πίνακας 14) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040, βάση του δεύτερου σεναρίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι οι μέσες τιμές των καυσίμων ανά τομέα ακολουθούν μια ομοιόμορφη και αρκετά ανοδική πορεία ανά έτος, αν εξαιρέσουμε την πτώση που παρατηρείται μόνο την χρονική περίοδο από το 2011 μέχρι το 2015 σε όλους τους τύπους καυσίμων. Συγκεκριμένα, παρατηρείται αύξηση στις τιμές όλων των καυσίμων μέχρι το έτος 2040, το ποσοστό της οποίας αναγράφεται στην τελευταία στήλη του πίνακα και κυμαίνεται από 17%-52%. Η κηροζίνη έχει την μεγαλύτερη αύξηση στην τιμή της με ένα ποσοστό της τάξεως του 52%, ενώ στο πρώτο σενάριο το ποσοστό αύξησης ήταν 34%. Επίσης, ενώ πριν ακολουθούσε με μεγαλύτερη αύξηση η βιομάζα και τα άλλα στερεά καύσιμα, τώρα έχουμε το ντίζελ, το υβριδικό ντίζελ και τα βιοκαύσιμα με ποσοστό 41%, αρκετά μεγαλύτερο από το ποσοστό αύξησης 23% που είχαν στο σενάριο αναφοράς. Η βιομάζα και τα άλλα στερεά καύσιμα που κατείχαν τη δεύτερη μεγαλύτερη θέση σε ποσοστό αύξησης στο σενάριο αναφοράς, έπονται με ποσοστό 39%, και πάλι όμως μεγαλύτερο από το 25% που είχαν στο σενάριο αναφοράς. Σε όλα τα υπόλοιπα καύσιμα υπάρχει μία αύξηση από τουλάχιστον 4% μέχρι και 10%. Γενικά το ποσοστό αύξησης είναι αισθητά μεγαλύτερο σε όλα τα καύσιμα, συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς. Το υδρογόνο, η ηλιοθερμική και η

γεωθερμική ενέργεια όπως και στο σενάριο αναφοράς, έχει μηδενική τιμή σε όλα τα έτη αφού είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πίνακας 14: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (20011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Fuel prices (Euros'2005 per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Gasoline	1418	1113	1531	1612	1687	1741	1795	↑27%
Diesel	1120	439	1140	1276	1401	1492	1583	↑41%
ATF	569	285	641	710	773	819	865	↑52%
Heating fuel**	864	714	930	972	1011	1039	1067	↑24%
Light Fuel Oil	578	522	631	652	671	686	700	↑21%
Heavy Fuel Oil	373	370	416	425	433	439	445	↑20%
LPG	1102	977	1166	1203	1236	1261	1285	↑17%
Electricity Industry	1760	1522	1924	2002	2073	2125	2177	↑24%
Electricity Households	1901	1427	2115	2249	2371	2461	2550	↑34%
Electricity Agriculture	1874	1390	2038	2164	2280	2364	2448	↑31%
Electricity Services	1983	1598	2112	2212	2303	2370	2437	↑23%
Other solid fuels**	48	31	53	57	61	64	67	↑39%
Biofuels	1344	527	1368	1531	1681	1790	1899	↑41%
Biomass	48	31	53	57	61	64	67	↑39%
Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	-
Hybrid Diesel	1120	439	1140	1276	1401	1492	1583	↑41%
Hybrid Gasoline	1418	1113	1531	1612	1687	1741	1795	↑27%

Στον πίνακα που έπεται παρατίθενται οι προβλέψεις για τις μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα για τα έτη 2011-2040. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι οι μέσες τιμές των καυσίμων ανά τομέα σε γενικά πλαίσια

ακολουθούν μια μεγάλη ανοδική πορεία. Ενώ στο σενάριο αναφοράς, ο τομέας της γεωργίας, παρουσιάζει μία αμελητέα μείωση της τάξεως του 1%, εδώ έχει 4% αύξηση. Την πιο μεγάλη αύξηση σε μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ από το έτος 2011 μέχρι το 2040 παρουσιάζει ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας με ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 82% έναντι του 66%, που είχε στο σενάριο αναφοράς, και ακολουθεί ο τομέας των αερομεταφορών με 79% έναντι 57%, έπεται ο τομέας των οδικών εμπορευματικών μεταφορών με 48% έναντι του 30%, ακολουθούν οι οδικές μεταφορές επιβατών με 29% έναντι 18% και οι άλλες βιομηχανίες με 25% έναντι 18% και τα νοικοκυριά με αύξηση 24% έναντι του 16%. Μία μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάζει και ο τομέας των υπηρεσιών που στο σενάριο αναφοράς είχε ποσοστό 2%, ενώ σε αυτό το σενάριο 9%.

Πίνακας 15: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

AP (mean fuel price per sector)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	569	285	677	760	855	932	1017	↑79%
freight transport	1137	484	1168	1305	1445	1560	1684	↑48%
road passenger transport	1402	1062	1479	1565	1653	1727	1810	↑29%
households	675	538	738	783	801	818	835	↑24%
cement industry	122	116	164	183	197	209	221	↑82%
other industries	805	678	884	926	961	985	1003	↑25%
services	764	630	809	840	849	844	831	↑9%
agriculture	884	705	959	1008	1037	1018	921	↑4%

Τα μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο για την χρονική περίοδο 2011 μέχρι 2040 δεν έχουν καμία απολύτως διαφοροποίηση από τις τιμές που αναγράφονται στον πίνακα 12 του σεναρίου αναφοράς. Ο λόγος είναι προφανώς ότι δεν επηρεάζονται από τον διαφορετικό ρυθμό αύξησης του πετρελαίου.

4.3.4 Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Οι υποθέσεις σχετικά με το διεθνές ενεργειακό σύστημα και τη μελλοντική διαμόρφωση των διεθνών τιμών του πετρελαίου είναι μεγάλης σημασίας για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας. Το τρίτο σενάριο που εφαρμόστηκε στον κώδικα που υλοποιήθηκε για τις προβλέψεις είναι το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου. Στο σενάριο αυτό, έγιναν οι ίδιες παραδοχές με το σενάριο αναφοράς. Στο μόνο σημείο που τυγχάνουν κάποιες τροποποιήσεις, είναι στον ρυθμό με τον οποίο μειώνεται η τιμή του πετρελαίου, που είναι το αποκλειστικό καύσιμο για την ηλεκτροπαραγωγή στο κυπριακό ενεργειακό σύστημα. Το γεγονός αυτό βέβαια επηρεάζει και όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους οι οποίες εξαρτούνται από την τιμή του πετρελαίου. Κατά αυτό το σενάριο υιοθετήθηκε η υπόθεση ότι ακολουθεί νέα εποχή για το πετρέλαιο και την ενέργεια γενικότερα. Ο συνδυασμός της επακόλουθης αυξημένης παραγωγής και της μειωμένης κατανάλωσης, ίσως λόγω μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, προβλημάτων οικονομίας κ.τ.λ, το πλέον πιθανό να οδηγήσουν σε μία μακροχρόνια σταθερότητα των τιμών σε γενικά χαμηλά επίπεδα. Η ευκολία της ανάπτυξης μεθόδων παραγωγής θα επιφέρει τη δημιουργία μεγάλου αριθμού μικρών πετρελαϊκών εταιρειών. Η τεχνολογία της άντλησης που ενδέχεται να εξελιχθεί με επιτυχία, αναμένεται να ξεκλειδώσει τεράστια αποθέματα φθηνού πετρελαίου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα γίνουν όλο και πιο αποδοτικές και διαδεδομένες, πιέζοντας περαιτέρω την ζήτηση για ορυκτά καύσιμα. Συνεπώς οι τιμές θα παραμείνουν χαμηλές για τα δεδομένα της εποχής με σκοπό να αυξηθεί η ζήτηση.

Στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 16) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις τιμές του πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040 βάση του τρίτου σεναρίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι η τιμή του πετρελαίου μετά από την απότομη πτώση από το 2011-2015, και την απότομη αύξηση από το 2015-2020, γενικά διατηρείται σε σταθερά περίπου επίπεδα. Στο τέλος όλης της χρονικής περιόδου, μέχρι το 2040 παρουσιάζει μείωση στην τιμή του συγκριτικά με το έτος 2011, με ποσοστό της τάξεως του 3%.

Πίνακας 16: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Crude oil price (Euros'2005 per toe)							
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Crude Oil Prices (EURO/toe)2005	498.25	263.02	508.54	503.69	494.01	489.16	484.32

Στον επόμενο πίνακα (πίνακας 17) παρατίθενται οι προβλέψεις για τις διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ για τα έτη 2011-2040, βάση του τρίτου σεναρίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι μέσες τιμές των καυσίμων ανά τομέα δεν ακολουθούν τις ίδιες τάσεις και έχουν μεγάλες διαφορές σε σχέση με τα προηγούμενα σενάρια. Σε όλα τα καύσιμα παρατηρείται μία απότομη πτώση την χρονική περίοδο από το 2011 μέχρι το 2015 και μία απότομη άνοδος από το 2015 μέχρι το 2020. Στα επόμενα χρόνια, στην πλειοψηφία των καυσίμων παρατηρείται μία σταθερή πορεία συγκριτικά με το αρχικό έτος, που χαρακτηρίζεται από μία ελαφριά μείωση ή αύξηση της τιμής όπως φαίνεται στην τελευταία στήλη του πίνακα. Εξαιρούνται οι εξής τύποι καυσίμων: ντίζελ, υβριδικό ντίζελ και βιοκάυσιμα με 14% μείωση στην τιμή και το βαρύ μαζούτ με 8% άνοδο στην τιμή του. Το υδρογόνο, η ηλιοθερμική και η γεωθερμική ενέργεια έχουν μηδενική τιμή σε όλα τα έτη.

Πίνακας 17: Διεθνείς τιμές των καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Fuel prices (Euros'2005 per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Gasoline	1418	1113	1456	1450	1436	1429	1423	-
Diesel	1120	439	1015	1003	981	969	958	↓14%
ATF	569	285	577	571	560	554	548	↓4%
Heating fuel**	864	714	892	888	881	878	874	↑1%
Light Fuel Oil	578	522	611	610	606	604	602	↑4%
Heavy Fuel Oil	373	370	408	407	406	405	404	↑8%
LPG	1102	977	1132	1129	1123	1120	1117	↑1%
Electricity Industry	1760	1522	1852	1846	1833	1826	1820	↑3%
Electricity Households	1901	1427	1992	1981	1959	1948	1936	↑2%
Electricity Agriculture	1874	1390	1923	1912	1891	1881	1870	-
Electricity Services	1983	1598	2020	2012	1995	1987	1979	-
Other solid fuels**	48	31	49	48	48	47	47	↓2%
Biofuels	1344	527	1218	1204	1177	1163	1149	↓14%
Biomass	48	31	49	48	48	47	47	↓2%
Geothermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Solar Thermal	0	0	0	0	0	0	0	-
Hydrogen	0	0	0	0	0	0	0	-
Hybrid Diesel	1120	439	1015	1003	981	969	958	↓14%
Hybrid Gasoline	1418	1113	1456	1450	1436	1429	1423	-

Στον πίνακα που έπεται παρατίθενται οι προβλέψεις για τις μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα για τα έτη 2011-2040. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πρόβλεψης φαίνεται ότι κάποιες τιμές καυσίμων ακολουθούν μια ανοδική πορεία και κάποιες μία καθοδική. Συγκεκριμένα, αύξηση των μέσων τιμών παρατηρείται στους τομείς της τσιμεντοβιομηχανίας (37%), των αερομεταφορών (12%) και των άλλων βιομηχανιών (4%). Όλοι οι υπόλοιποι τομείς παρουσιάζουν πτώση των μέσων τιμών καυσίμων τους, ο τομέας της γεωργίας με ποσοστό 13%, των υπηρεσιών με 11%, των οδικών εμπορευματικών μεταφορών με 8%, των οδικών μεταφορών επιβατών με 3% και των νοικοκυριών με 1%.

Πίνακας 18: Μέσες τιμές καυσίμου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ ανά τομέα (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

AP (mean fuel price per sector)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	569	285	610	610	615	624	634	↑12%
freight transport	1137	484	1044	1035	1024	1030	1050	↓8%
road passenger transport	1402	1062	1394	1374	1351	1347	1354	↓3%
households	675	538	703	704	684	675	667	↓1%
cement industry	122	116	156	163	165	166	167	↑37%
other industries	805	678	849	849	844	841	834	↑4%
services	764	630	775	766	740	714	683	↓11%
agriculture	884	705	915	910	890	853	767	↓13%

Τα μακροοικονομικά μεγέθη σε χιλιάδες Ευρώ'2005 για τις οικονομικές δραστηριότητες στην Κύπρο για την χρονική περίοδο 2011 μέχρι 2040 δεν έχουν καμία απολύτως διαφοροποίηση από τις τιμές που αναγράφονται στον πίνακα 12 του σεναρίου αναφοράς. Ο λόγος είναι προφανώς ότι δεν επηρεάζονται από τον διαφορετικό ρυθμό αλλαγής της τιμής του πετρελαίου.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται ομαδοποιημένα τα αποτελέσματα και των τριών σεναρίων (baseline scenario, scenario high oil price, scenario low oil price) που εφαρμόστηκαν στον κώδικα που υλοποιήθηκε. Η αναπαράσταση των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται με δισδιάστατη γραφική απεικόνιση των τιμών που προέκυψαν από την εκάστοτε πρόβλεψη, ως προς το χρόνο. Η γραφική αναπαράσταση των δεδομένων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την ανάλυση της χρονοσειράς αλλά και τη διαδικασία της πρόβλεψης. Αρχικά βοηθά τον αναλυτή να αντιληφθεί την παρουσία εσφαλμένων τιμών αφού καθίστανται εμφανή τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών. Στην προκειμένη περίπτωση, δεν γνωρίζουμε τις πραγματικές τιμές αφού υλοποιούμε μία διαδικασία πρόβλεψης, όμως και πάλι μπορείς να διακρίνεις αποτελέσματα τα οποία παρεκκλίνουν από την αναμενόμενη τάση που θα έπρεπε να ακολουθούν, και να προβείς στις απαραίτητες διορθώσεις. Ο στόχος χρήσης της γραφικής αναπαράστασης ήταν κατά κύριο λόγο να βοηθηθεί ο αναγνώστης στην δημιουργία μίας εικόνας που θα τον οδηγήσει στο να αντιληφθεί την πορεία των τιμών. Επίσης, γίνεται συνδυασμός των αποτελεσμάτων των τριών σεναρίων για να μπορούμε να τα συγκρίνουμε μεταξύ τους, να δούμε τις διαφορές και να γίνει καταληκτικά μία εξαγωγή συμπερασμάτων.

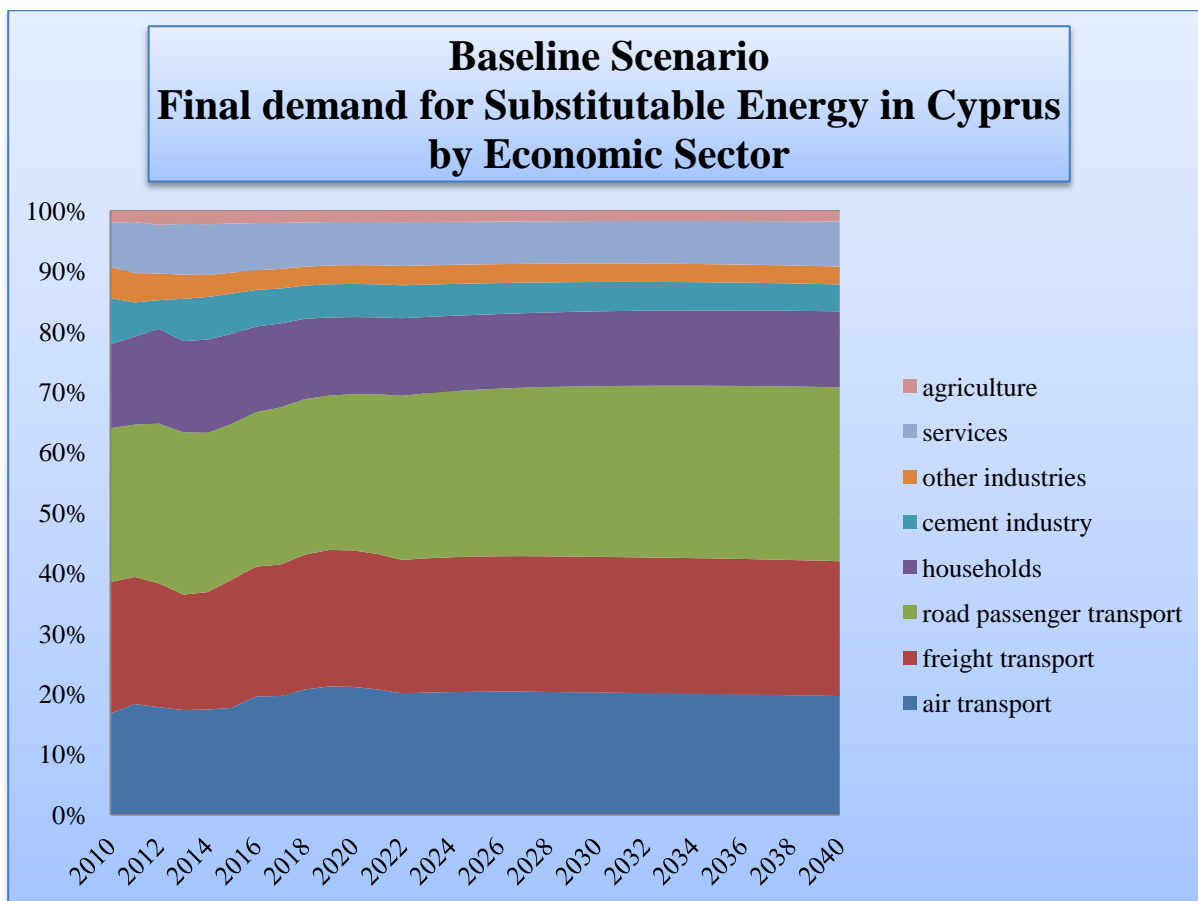
5.2 Σενάριο αναφοράς

Η τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ που προέκυψε από τις προβλέψεις που υλοποιήθηκαν, με βάση την εφαρμογή του σεναρίου αναφοράς, παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 19). Κατά την χρονική περίοδο 2011-2040 δεν παρατηρείται η ίδια ζήτηση στους διάφορους τομείς της οικονομίας. Συγκεκριμένα με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό, ο τομέας των οδικών μεταφορών επιβατών (31%), της αεροπορικής μεταφοράς (23%), της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς (22%), της γεωργίας (9%) και των υπηρεσιών (1%) παρουσιάζουν αύξηση στην κατανάλωση αντικαταστάσιμης ενέργειας. Αντιθέτως οι τομείς των άλλων βιομηχανιών (30%), της τσιμεντοβιομηχανίας (10%) και τα νοικοκυριά (1%) παρουσιάζουν μείωση. Αυτό συμβαίνει διότι καλύπτουν τις ανάγκες τους από την ηλεκτρική ενέργεια, όπως θα δούμε μετέπειτα.

Πίνακας 19: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

Ei,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	329902	324806	351548	367707	373471	↑23%
freight transport	348323	291771	352017	356960	390412	412778	424115	↑22%
road passenger transport	417937	354266	402982	440157	490873	525802	546980	↑31%
households	241273	204907	198856	197737	215129	229684	238850	↓1%
cement industry	93679	91193	85642	82975	84599	85300	84582	↓10%
other industries	80668	47705	48512	50300	53312	55107	56338	↓30%
services	139876	111607	111217	112812	121845	131761	141632	↑1%
agriculture	30771	29030	28660	28729	29402	31001	33648	↑9%

Στο γράφημα που ακολουθεί απεικονίζεται η ζήτηση για αντικαταστάσιμη ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου αναφοράς. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών. Ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά στα μερίδια ζήτησης ο τομέας των εμπορευματικών μεταφορών και ο τομέας των αερομεταφορών. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει, διότι οι τρεις αυτοί τομείς χρησιμοποιούν μόνο την αντικαταστάσιμη ενέργεια και φαίνεται ότι με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια τους στη ζήτηση αυξάνονται ελαφρώς. Στην συνέχεια έπονται με τα μικρότερα μερίδια ο τομέας των νοικοκυριών και των υπηρεσιών, των οποίων τα ποσοστά μειώνονται ελαφρώς στην τριανταετία. Ακολουθούν, ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας και ο τομέας των άλλων βιομηχανιών που και αυτών τα μερίδια μειώνονται ελαφρώς με την πάροδο του χρόνου. Ένα σχετικά σταθερό μερίδιο κατέχει ο τομέας της γεωργίας που έχει το μικρότερο ποσοστό ζήτησης. Γενικά δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διακυμάνσεις, αφού αν και ποσοτικά αυξάνονται οι τιμές σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, τα ποσοστά ζήτησης επί του συνόλου παραμένουν σχετικά σταθερά.



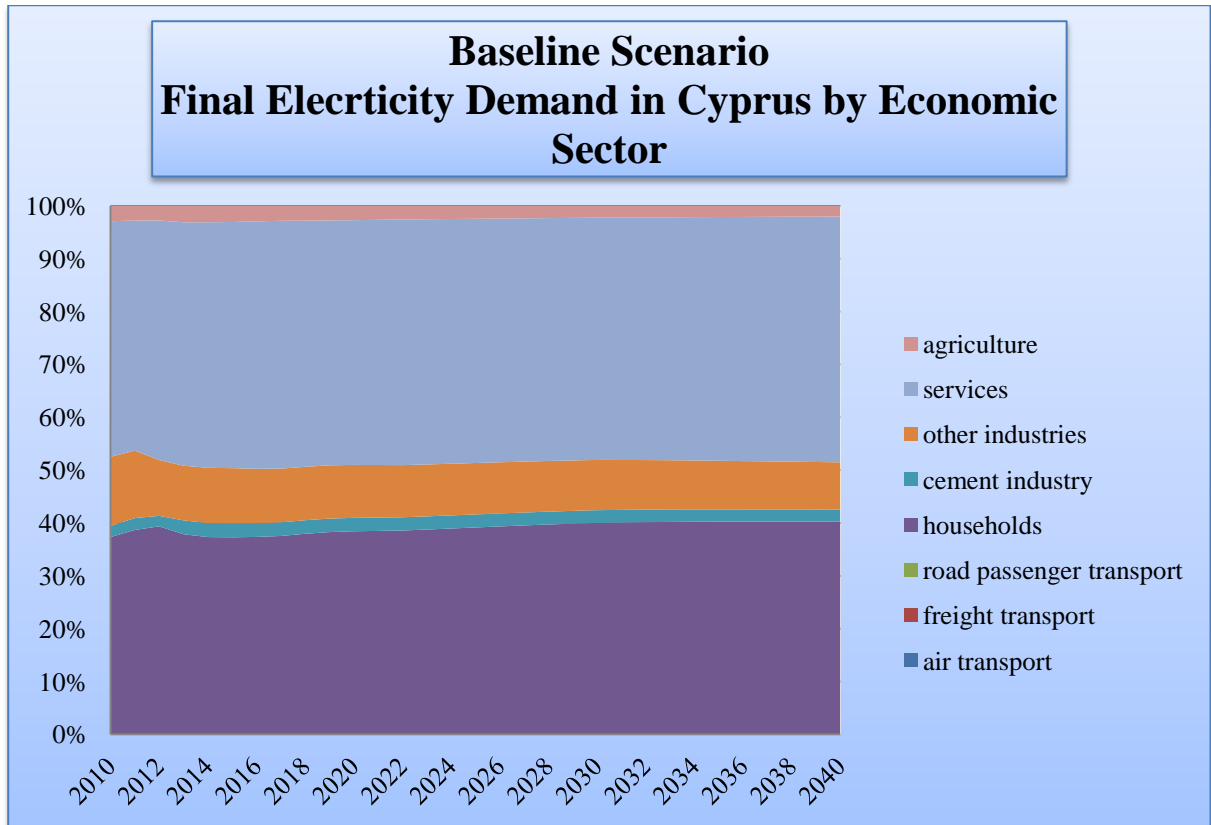
Διάγραμμα 15: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η τελική ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια ανά τομέα σε ΤΠΠ που προέκυψε από τις προβλέψεις για τα έτη 2011-2040. Τα αποτελέσματα με βάση το σενάριο αναφοράς για την αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια, παρουσιάζονται αριθμητικά στον πίνακα 20. Σύμφωνα με τις ακόλουθες τιμές, παρατηρούμε ότι οι τομείς των αερομεταφορών, των οδικών εμπορευματικών μεταφορών και των οδικών μεταφορών επιβατών δεν χρησιμοποιούν ως καύσιμο την ηλεκτρική ενέργεια αλλά την αντικαταστάσιμη ενέργεια που αναγράφεται στον προηγούμενο πίνακα, γι' αυτό και δεν παρουσιάζουν οποιεσδήποτε τιμές στον πίνακα 20. Όλοι οι υπόλοιποι τομείς που χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζουν αύξηση στην ζήτηση της αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας με το πέρασμα των τριάντα χρόνων. Συγκεκριμένα μέχρι το έτος 2040, ο τομέας των άλλων βιομηχανιών παρουσιάζει αύξηση του ποσοστού ζήτησης του κατά 30%, ο τομέας της γεωργίας κατά 34%, ο τομέας των νοικοκυριών και των υπηρεσιών παρουσιάζουν πολύ μεγάλο ποσοστό αύξησης της ζήτησης ενέργειας, της τάξεως του 87%, 93% και 98% αντίστοιχα.

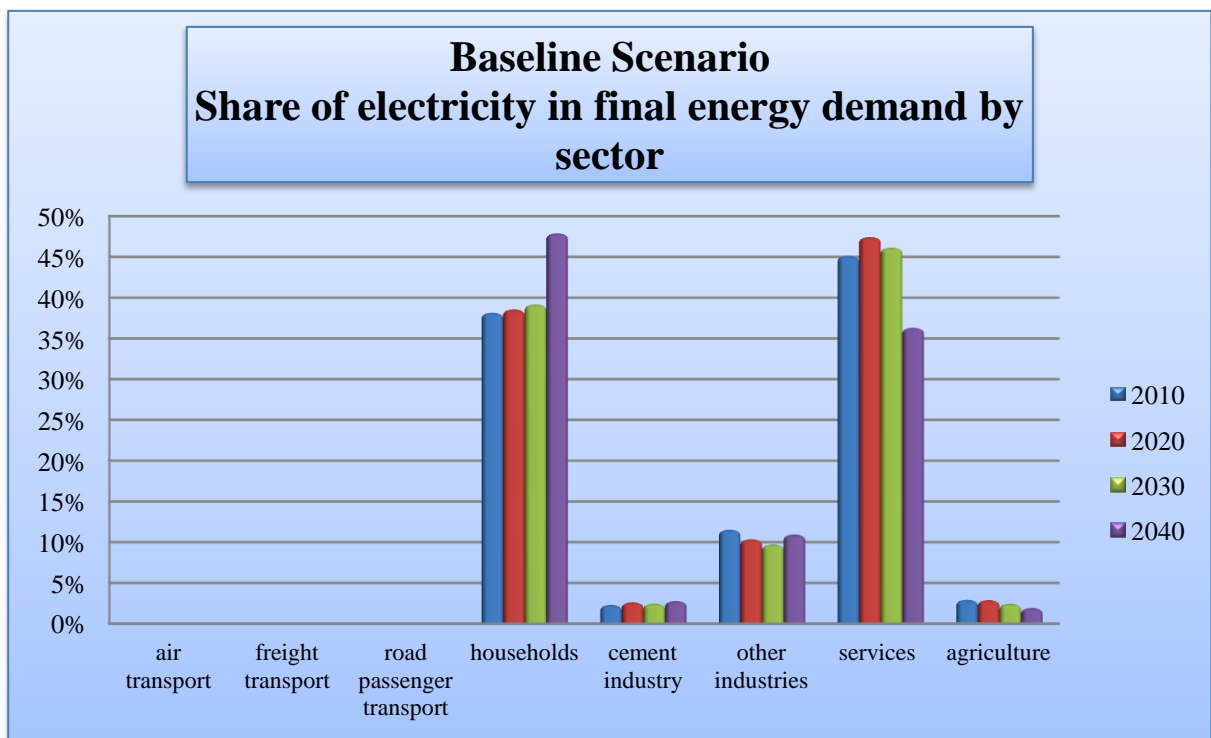
Πίνακας 20: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

ELCNSi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	0	0	0	0	0	0	0	-
freight transport	0	0	0	0	0	0	0	-
road passenger transport	0	0	0	0	0	0	0	-
households	88931	78267	103588	125032	142929	158530	171573	↑93%
cement industry	5170	5558	6846	7882	8615	9191	9649	↑87%
other industries	29341	21903	26975	31061	33946	36217	38020	↑30%
services	100101	97747	124800	147538	163720	181634	198058	↑98%
agriculture	6391	6425	7321	7836	8006	8357	8586	↑34%

Στο ακόλουθα γράφηματα (Διάγραμμα 16 & Διάγραμμα 17) απεικονίζεται η ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου αναφοράς. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των υπηρεσιών που κατέχει ποσοστό που αντιπροσωπεύει σχεδόν τη μισή από τη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, με εξαίρεση τη τελευταία δεκαετία που την μεγαλύτερη ζήτηση έχει ο τομέας των νοικοκυριών. Για τις υπόλοιπες δεκαετίες, μετά τις υπηρεσίες, έπεται ο τομέας των νοικοκυριών με ένα επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό ζήτησης που ξεπερνά το 35% της συνολικής ζήτησης. Στη συνέχεια ακολουθεί με ένα αρκετά μικρότερο ποσοστό ο τομέας άλλων βιομηχανιών που μειώνεται με το πέρασμα των χρόνων και φτάνει περίπου το 10% της συνολικής ζήτησης. Τέλος, με αρκετά μικρά μερίδια εμφανίζονται οι τομείς της τσιμεντοβιομηχανίας και της γεωργίας. Σε γενικές γραμμές τα μερίδια ζήτησης, παρουσιάζουν πολύ μικρές διακυμάνσεις με το πέρασμα των χρόνων. Οι υπόλοιποι τομείς που δεν εμφανίζονται στο διάγραμμα (οδικές μεταφορές επιβατών, εμπορευματικές μεταφορές, αερομεταφορές) δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, γι' αυτό και στο προηγούμενο διάγραμμα κατέχουν τα μεγαλύτερα μερίδια στην ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας.



Διάγραμμα 16: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς



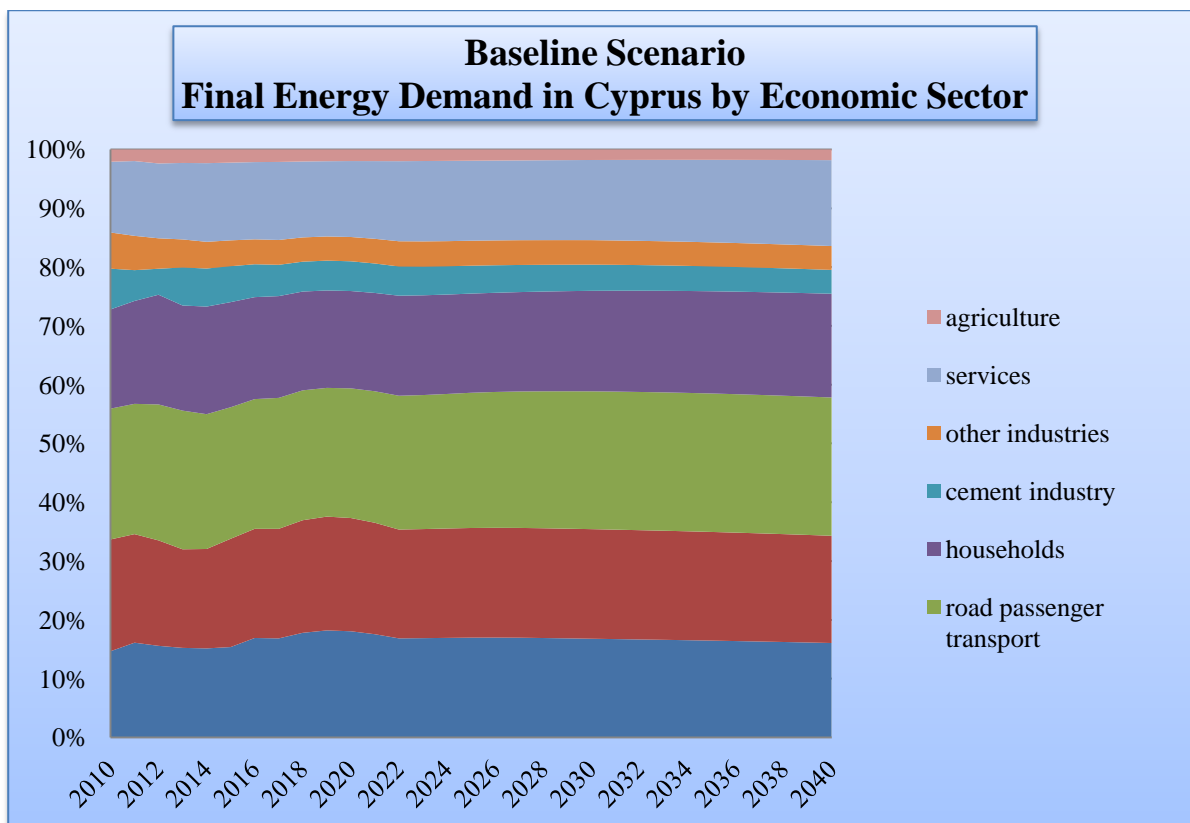
Διάγραμμα 17: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς

Στον πίνακα 21, αναγράφονται οι τιμές που προέκυψαν από την πρόβλεψη για την συνολική τελική ζήτηση ενέργειας σε ΤΠΠ για την χρονική περίοδο 2011-2040 ανά τομέα. Δεν παρατηρείται η ίδια ζήτηση στους διάφορους τομείς της οικονομίας. Συγκεκριμένα με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό, ο τομέας των υπηρεσιών (42%), των νοικοκυριών (24%), των οδικών μεταφορών επιβατών (31%), της αεροπορικής μεταφοράς (23%), της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς (22%), και της γεωργίας (14%) παρουσιάζουν αύξηση στην τελική ζήτηση ενέργειας. Αντιθέτως οι τομείς των άλλων βιομηχανιών (14%) και της τσιμεντοβιομηχανίας (5%) παρουσιάζουν μείωση.

Πίνακας 21: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο αναφοράς

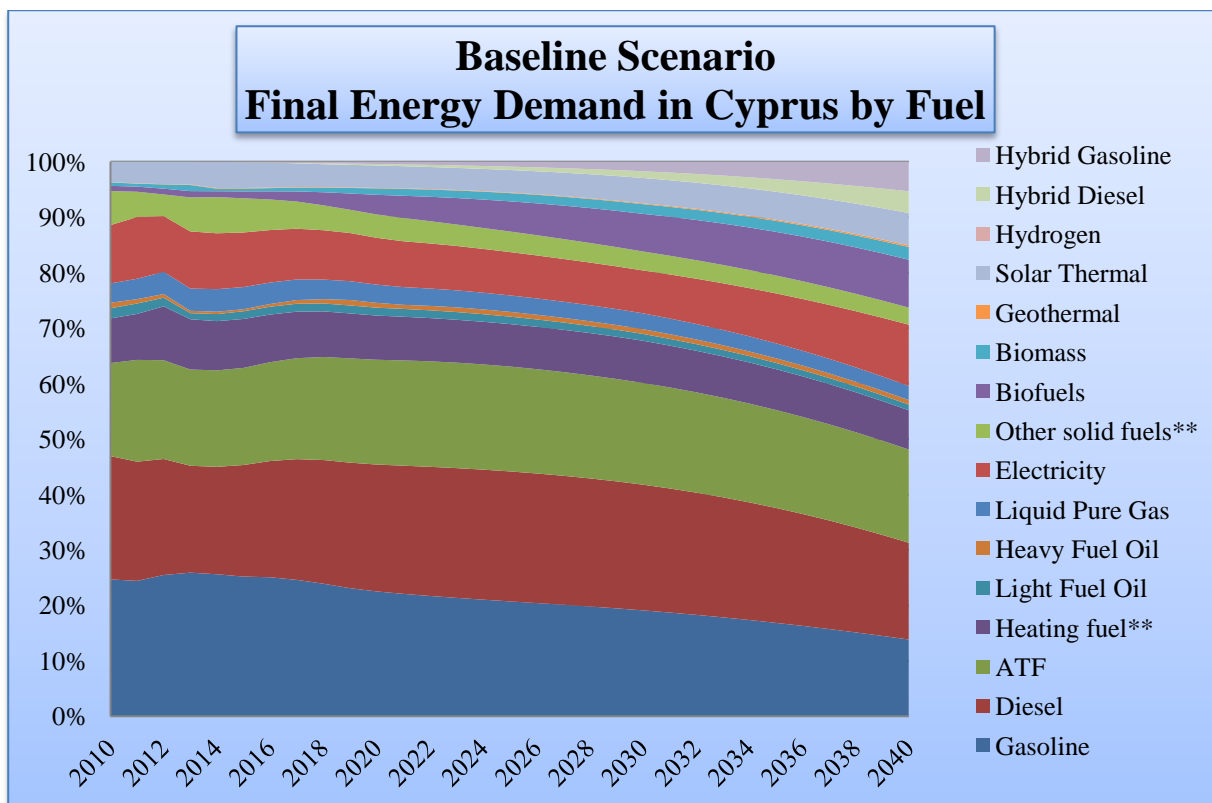
ENi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	329902	324806	351548	367707	373471	↑23%
freight transport	348323	291771	352017	356960	390412	412778	424115	↑22%
road passenger transport	417937	354266	402982	440157	490873	525802	546980	↑31%
households	330204	283175	302445	322769	358058	388214	410423	↑24%
cement industry	98849	96751	92488	90858	93214	94491	94230	↓5%
other industries	110009	69608	75487	81360	87258	91324	94359	↓14%
services	239976	209354	236017	260350	285566	313395	339690	↑42%
agriculture	37161	35455	35981	36565	37408	39358	42234	↑14%

Στο ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζεται η ζήτηση για τη συνολική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου αναφοράς. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών. Ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά στα μερίδια ζήτησης ο τομέας των εμπορευματικών μεταφορών, ο τομέας των νοικοκυριών, ο τομέας των αερομεταφορών και των υπηρεσιών. Στην συνέχεια έπονται με τα μικρότερα μερίδια, ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας, ο τομέας των άλλων βιομηχανιών και τέλος της γεωργίας. Με το πέρασμα των χρόνων δεν παρατηρείται μεγάλη διαφορά στα ποσοστά και οι ανάλογες τάσεις ζήτησης μπορούν να χαρακτηριστούν σχετικά σταθερές με πολύ μικρές διακυμάνσεις.



Διάγραμμα 18: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς

Στο διάγραμμα που έπεται (διάγραμμα 19), παρουσιάζεται η τελική ζήτηση ενέργειας στην Κύπρο ανά καύσιμο, κατά την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου αναφοράς. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε καύσιμο στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Την πρώτη θέση στην ζήτηση καυσίμου κατέχουν το ντίζελ, η κηροζίνη και η βενζίνη. Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται μία αισθητή μείωση στο μερίδιο της βενζίνης, μία μικρή μείωση στο ποσοστό ντίζελ και μία σταθερότητα στο μερίδιο της κηροζίνης. Τα επόμενα μεγαλύτερα μερίδια παρατηρούνται στην ηλεκτρική ενέργεια, στο καύσιμο θέρμανσης, το υγραέριο, στα άλλα στερεά καύσιμα, στην ηλιακή θερμική ενέργεια, στο υγραέριο, στο ελαφρύ μαζούτ και στο βαρύ μαζούτ. Όλα αυτά τα καύσιμα συγκριτικά με το έτος έναρξης, παρουσιάζουν μειωμένο μερίδιο στο τέλος της τριακονταετίας εκτός από την ηλιακή θερμική ενέργεια που παρουσιάζει αύξηση. Τα υπόλοιπα καύσιμα, τα βιοκαύσιμα, η βιομάζα, η γεωθερμία, το υδρογόνο, το υβριδικό ντίζελ και η υβριδική βενζίνη, ενώ το 2010 έχουν όλα μαζί ένα μερίδιο 5% στη συνολική ζήτηση, μέχρι το 2040 καταλήγουν με αθροιστικό ποσοστό 20% επί του συνόλου της ζήτησης. Φαίνεται μία τάση απόκλισης από την συμβατική ενέργεια με την πάροδο του χρόνου.



Διάγραμμα 19: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο αναφοράς

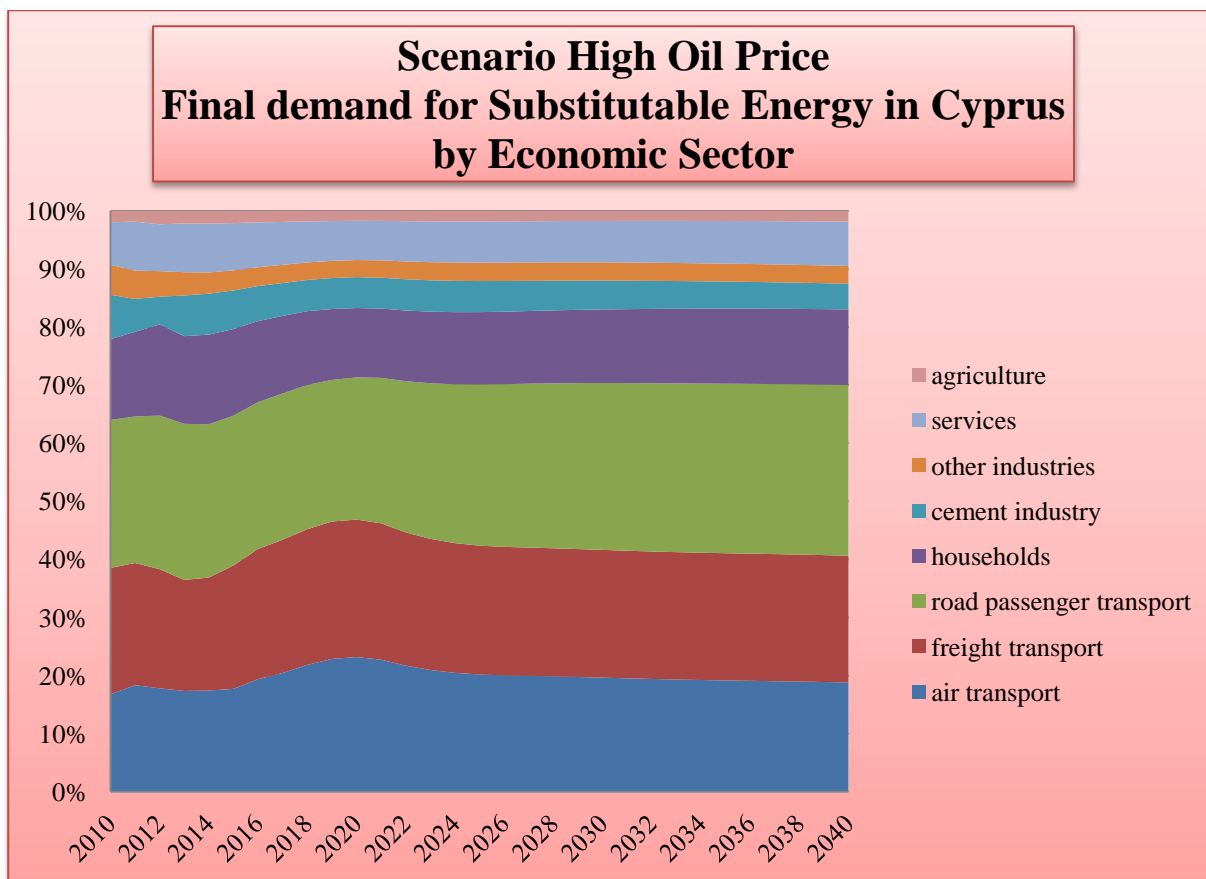
5.3 Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Η τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα που προέκυψε από τις προβλέψεις παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 22). Κατά την χρονική περίοδο 2011-2040 δεν παρατηρείται η ίδια ζήτηση στους διάφορους τομείς της οικονομίας και η ζήτηση σε γενικές γραμμές έχει δεχτεί μείωση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς. Συγκεκριμένα παρουσιάζουν αύξηση, με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό στη ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας, ο τομέας των οδικών μεταφορών επιβατών με 21% έναντι του 31% που είχε στο σενάριο αναφοράς (↓10%), ο τομέας της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς με ποσοστό ζήτησης 8% έναντι του 23% (↓15%), της αεροπορικής μεταφοράς με 7% έναντι του 23% (↓16%) και ο τομέας της γεωργίας με ποσοστό 4% έναντι του 10% (↓6%). Αντιθέτως ο τομέας των υπηρεσιών ενώ στο σενάριο αναφοράς είχε αύξηση 2%, σε αυτό το σενάριο παρουσιάζει 6% μείωση. Μείωση επίσης έχουν και οι τομείς καλύπτουν τις ανάγκες τους κυρίως από την ηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή των άλλων βιομηχανιών με ποσοστό 35%, της τσιμεντοβιομηχανίας με 19% και των νοικοκυριών με 7%.

Πίνακας 22: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Ei,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	414941	314309	316189	320286	324528	↑7%
freight transport	348323	291771	423384	345356	353836	365877	376320	↑8%
road passenger transport	417937	354266	437913	431720	462234	487576	506447	↑21%
households	241273	204907	213662	194045	203882	215795	224589	↓7%
cement industry	93679	91193	95131	83280	79844	77907	76252	↓19%
other industries	80668	47705	52636	49405	50573	51617	52704	↓35%
services	139876	111607	120847	110505	114623	122559	131817	↓6%
agriculture	30771	29030	30768	28272	28046	29293	31955	↑4%

Στο γράφημα που ακολουθεί απεικονίζεται η ζήτηση για αντικαταστάσιμη ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου υψηλής τιμής πετρελαίου. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών. Ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά στα μερίδια ζήτησης ο τομέας των εμπορευματικών μεταφορών και ο τομέας των αερομεταφορών. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει, διότι οι τρεις αυτοί τομείς χρησιμοποιούν μόνο την αντικαταστάσιμη ενέργεια και φαίνεται ότι με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια τους στη ζήτηση αυξάνονται ελαφρώς. Στην συνέχεια έπονται με τα μικρότερα μερίδια ο τομέας των νοικοκυριών και των υπηρεσιών, των οποίων τα ποσοστά μειώνονται ελαφρώς στην τριανταετία. Ακολουθούν, ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας και ο τομέας των άλλων βιομηχανιών που και αυτών τα μερίδια μειώνονται ελαφρώς με την πάροδο του χρόνου. Ένα σχετικά σταθερό μερίδιο κατέχει ο τομέας της γεωργίας που έχει το μικρότερο ποσοστό ζήτησης. Με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια παραμένουν σταθερά ως προς την σειρά ταξινόμησης, όμως παρατηρούνται κάποια σκαμπανεύσματα στα μισά της πρώτης δεκαετίας και στο τέλος της, ακριβώς τα ίδια με του προηγούμενου διαγράμματος.



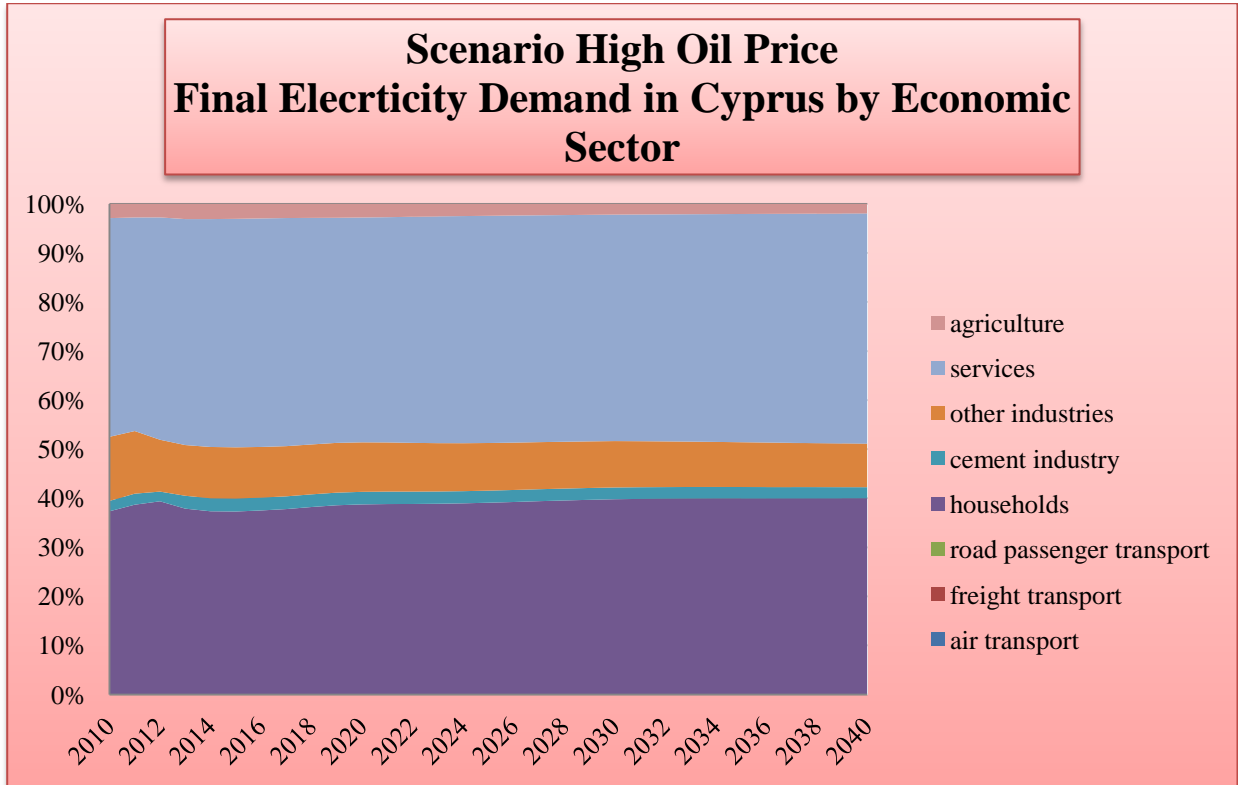
Διάγραμμα 20: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι τιμές για την τελική ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια ανά τομέα σε ΤΠΠ, που προέκυψαν από τις προβλέψεις μετά την εφαρμογή του σεναρίου υψηλής τιμής πετρελαίου, για την χρονική περίοδο 2011-2040. Σύμφωνα με τις τιμές που αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 23), παρατηρείται ότι οι τομείς των αερομεταφορών, των οδικών εμπορευματικών μεταφορών και των οδικών μεταφορών επιβατών όπως έχουμε αναφέρει, δεν χρησιμοποιούν ως καύσιμο την ηλεκτρική ενέργεια. Όλοι οι υπόλοιποι τομείς που χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζουν αύξηση στην ζήτηση της αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας με το πέρασμα των χρόνων, όχι όμως τόσο έντονη όσο στο σενάριο αναφοράς, είναι ελαφρώς μειωμένη. Συγκεκριμένα μέχρι το 2040, ο τομέας των άλλων βιομηχανιών παρουσιάζει αύξηση 25% έναντι του ποσοστού του σεναρίου αναφοράς που ήταν 30%, της γεωργίας 28% έναντι 35%, της τσιμεντοβιομηχανίας, των νοικοκυριών και των υπηρεσιών παρουσιάζουν πολύ μεγάλο ποσοστό αύξησης της τάξεως του 81%, 87% και 95% αντίστοιχα έναντι των 87%, 93% και 98%.

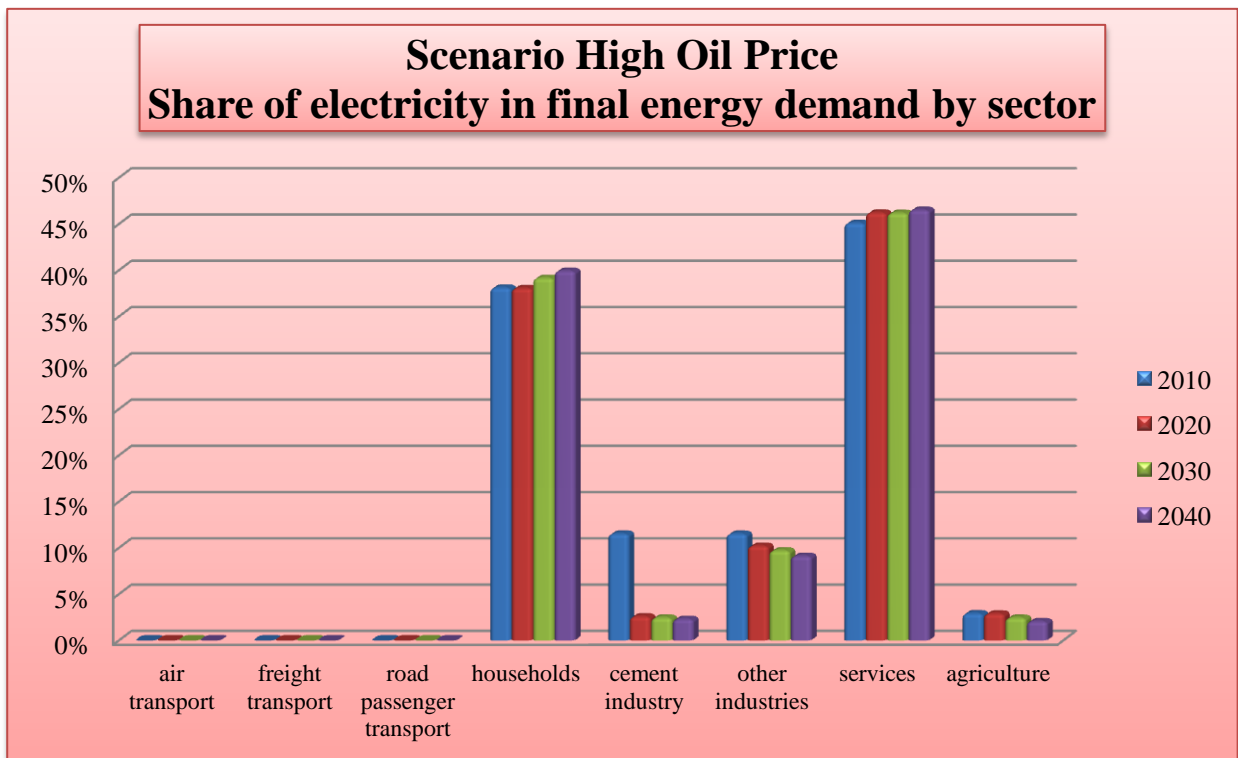
Πίνακας 23: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

ELCNSi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	0	0	0	0	0	0	0	-
freight transport	0	0	0	0	0	0	0	-
road passenger transport	0	0	0	0	0	0	0	-
households	88931	78267	107461	123990	139401	153614	166067	↑87%
cement industry	5170	5558	7102	7817	8402	8906	9339	↑81%
other industries	29341	21903	27984	30802	33108	35094	36800	↑25%
services	100101	97747	127112	146921	161687	178795	194855	↑95%
agriculture	6391	6425	7735	7738	7711	7971	8176	↑28%

Στα ακόλουθα γράφηματα (Διάγραμμα 21 & Διάγραμμα 22) απεικονίζεται η ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου υψηλής τιμής πετρελαίου. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των υπηρεσιών που κατέχει ποσοστό που αντιπροσωπεύει σχεδόν τη μισή από τη συνολική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας. Έπεται ο τομέας των νοικοκυριών με ένα επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό ζήτησης που ξεπερνά το 35% της συνολικής ζήτησης. Εκτός από το ότι κατέχουν τα μεγαλύτερα μερίδια, τα ποσοστά τους αυξάνονται ελαφρώς με το πέρασμα του χρόνου. Στη συνέχεια ακολουθεί με ένα αρκετά μικρότερο ποσοστό ο τομέας άλλων βιομηχανιών που μειώνεται με το πέρασμα των χρόνων και φτάνει περίπου το 10% της συνολικής ζήτησης. Τέλος, με αρκετά μικρά μερίδια εμφανίζονται οι τομείς της γεωργίας και της τσιμεντοβιομηχανίας, αν και ο τελευταίος την δεκατία του 2010 είχε ποσοστό που έφτασε το 10%. Σε γενικές γραμμές τα μερίδια ζήτησης, παρουσιάζουν πολύ μικρές διακυμάνσεις με το πέρασμα των χρόνων. Οι υπόλοιποι τομείς που δεν εμφανίζονται στο διάγραμμα (οδικές μεταφορές επιβατών, εμπορευματικές μεταφορές, αερομεταφορές) δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.



Διάγραμμα 21: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου



Διάγραμμα 22: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

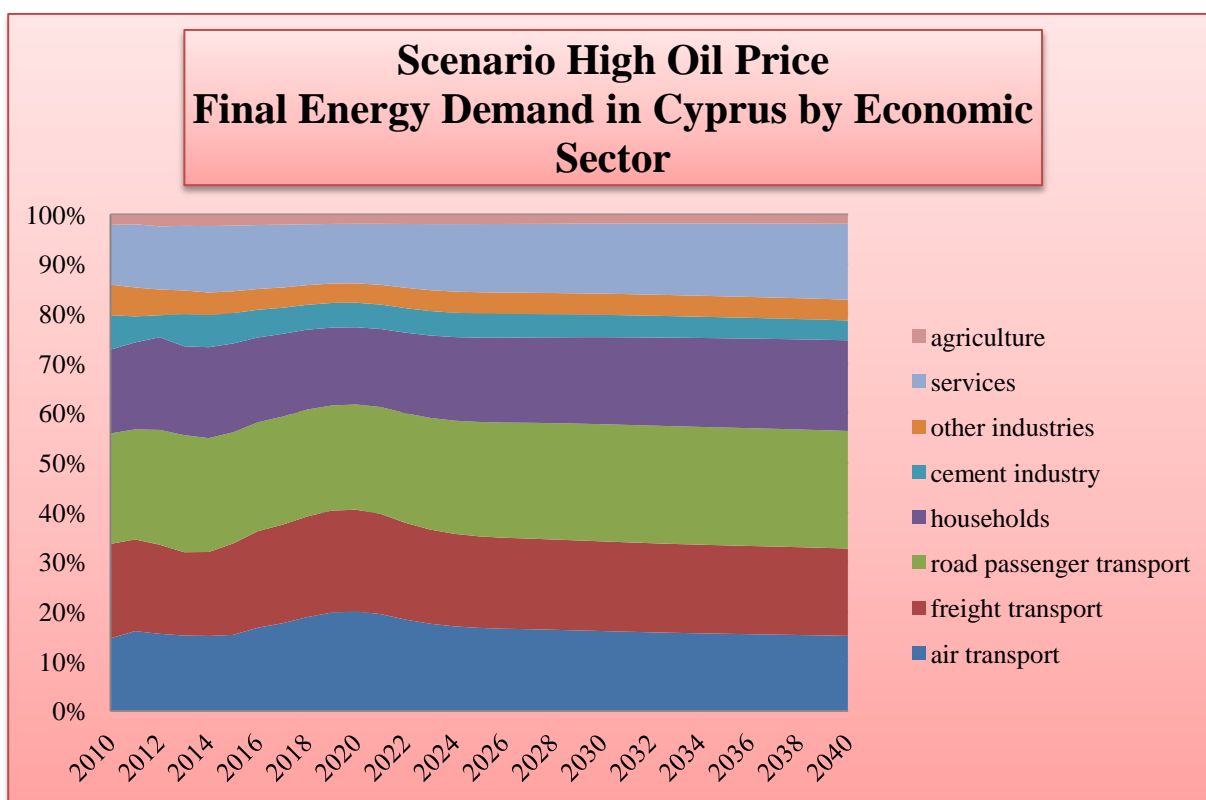
Στον πίνακα 24, αναγράφονται οι τιμές που προέκυψαν από την πρόβλεψη για την συνολική τελική ζήτηση ενέργειας σε ΤΠΠ για την χρονική περίοδο 2011-2040 ανά τομέα, που όπως είναι λογικό έχουν μικρότερα ποσοστά από αυτά του σεναρίου αναφοράς. Συγκεκριμένα με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό, ο τομέας των υπηρεσιών (36%), των οδικών μεταφορών επιβατών (21%), των νοικοκυριών (18%), της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς (8%), της γεωργίας (8%) και της αεροπορικής μεταφοράς (7%) παρουσιάζουν αύξηση στην τελική ζήτηση ενέργειας. Αντιθέτως οι τομείς των άλλων βιομηχανιών (19%) και της τσιμεντοβιομηχανίας (13%) παρουσιάζουν μείωση. Οι τάσεις αύξησης και μείωσης συνάδουν με τις τάσεις του σεναρίου αναφοράς.

Πίνακας 24: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

ENi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	414941	314309	316189	320286	324528	↑7%
freight transport	348323	291771	423384	345356	353836	365877	376320	↑8%
road passenger transport	417937	354266	437913	431720	462234	487576	506447	↑21%
households	330204	283175	321124	318035	343283	369409	390656	↑18%
cement industry	98849	96751	102233	91096	88246	86813	85591	↓13%
other industries	110009	69608	80620	80207	83681	86711	89504	↓19%
services	239976	209354	247959	257426	276309	301354	326672	↑36%
agriculture	37161	35455	38503	36010	35757	37264	40130	↑8%

Στο ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζεται η ζήτηση για τη συνολική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου υψηλής τιμής πετρελαίου. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Τα ποσοστά ταξινομούνται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και στο προηγούμενο σενάριο, δηλαδή από το μεγαλύτερο προς το

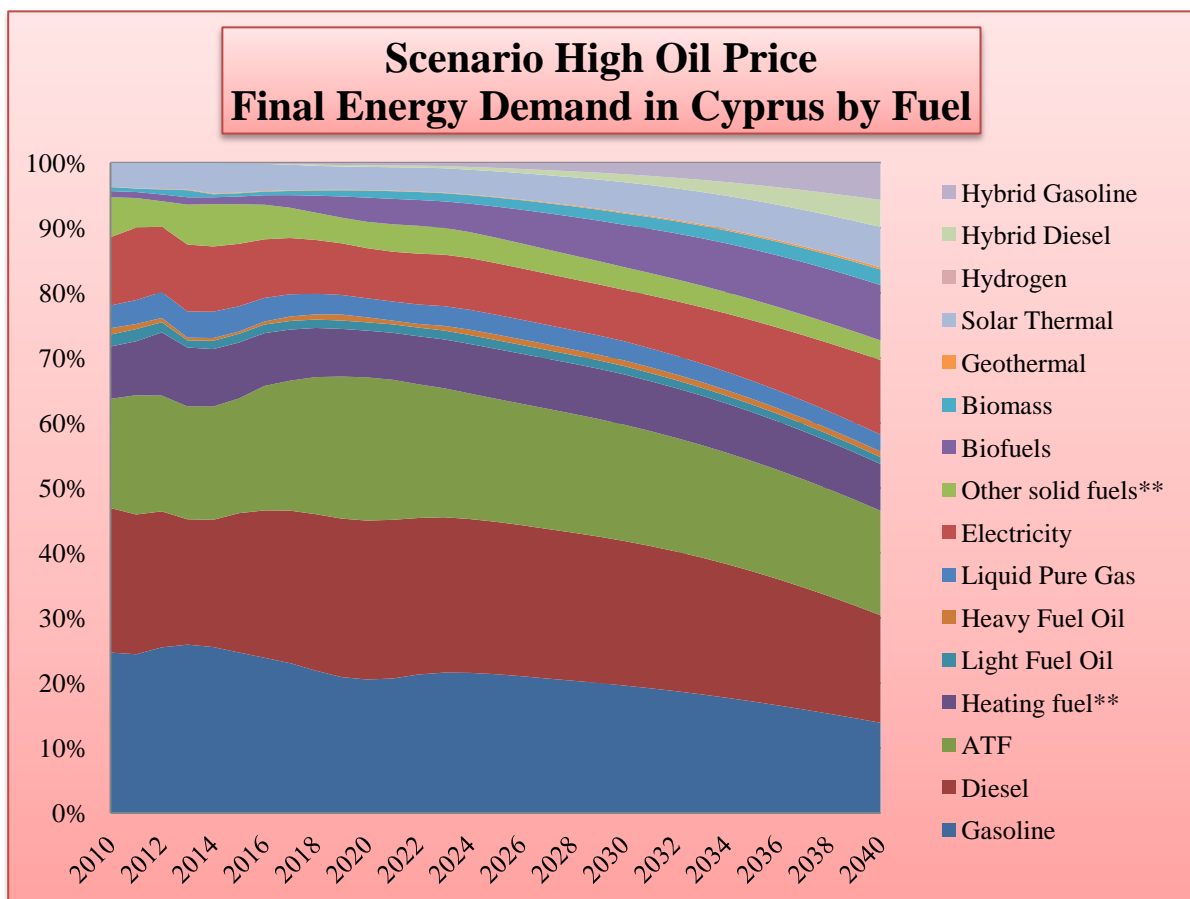
μικρότερο, έχουμε τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών, των εμπορευματικών μεταφορών, των νοικοκυριών, των αερομεταφορών και των υπηρεσιών, τον τομέα της τσιμεντοβιομηχανίας, των άλλων βιομηχανιών και τέλος της γεωργίας. Με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια παραμένουν σταθερά ως προς την σειρά ταξινόμησης, όμως παρατηρούνται κάποια σκαμπανεύσματα όπως βλέπουμε στα μισά της πρώτης δεκαετίας και στο τέλος της. Συγκεκριμένα, αρχικά φαίνεται μία μείωση του μερίδιου των αερομεταφορών και των οδικών εμπορευματικών μεταφορών και παράλληλα μία αύξηση της ζήτησης στον τομέα των υπηρεσιών και κατά το 2020 παρατηρείται μία ανοδική τάση στο μερίδιο των αερομεταφορών.



Διάγραμμα 23: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

Στο διάγραμμα που έπεται (διάγραμμα 24), παρουσιάζεται η τελική ζήτηση ενέργειας στην Κύπρο ανά καύσιμο, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου υψηλής τιμής πετρελαίου. Τα ποσοστά ταξινομούνται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και στο προηγούμενο σενάριο. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε καύσιμο στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Την πρώτη θέση στην ζήτηση καυσίμου κατέχουν το ντίζελ, η κηροζίνη και η βενζίνη. Με την πάροδο του χρόνου

παρατηρείται μία αισθητή μείωση στο μερίδιο της βενζίνης, μία μικρή μείωση στο ποσοστό ντίζελ και μία σταθερότητα στο μερίδιο της κηροζίνης. Τα επόμενα μεγαλύτερα μερίδια παρατηρούνται στην ηλεκτρική ενέργεια, στο καύσιμο θέρμανσης, το υγραέριο, στα άλλα στερεά καύσιμα, στην ηλιακή θερμική ενέργεια, στο υγραέριο, στο ελαφρύ μαζούτ και στο βαρύ μαζούτ. Όλα αυτά τα καύσιμα συγκριτικά με το έτος έναρξης, παρουσιάζουν μειωμένο μερίδιο στο τέλος της τριακονταετίας εκτός από την ηλιακή θερμική ενέργεια που παρουσιάζει αύξηση. Τα υπόλοιπα καύσιμα, τα βιοκαύσιμα, η βιομάζα, η γεωθερμία, το υδρογόνο, το υβριδικό ντίζελ και η υβριδική βενζίνη παρουσιάζουν μία έντονη ανοδική πορεία. Παρατηρούνται επίσης τα σκαμπανευάσματα στα μισά της πρώτης δεκαετίας και στο τέλος της, ακριβώς τα ίδια με των διαγραμμάτων 20 & 23. Η τάση απόκλισης από την συμβατική ενέργεια που παρατηρήθηκε και πριν με την πάροδο του χρόνου, είναι ακόμα πιο έντονη σε αυτό το σενάριο.



Διάγραμμα 24: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου

5.4 Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

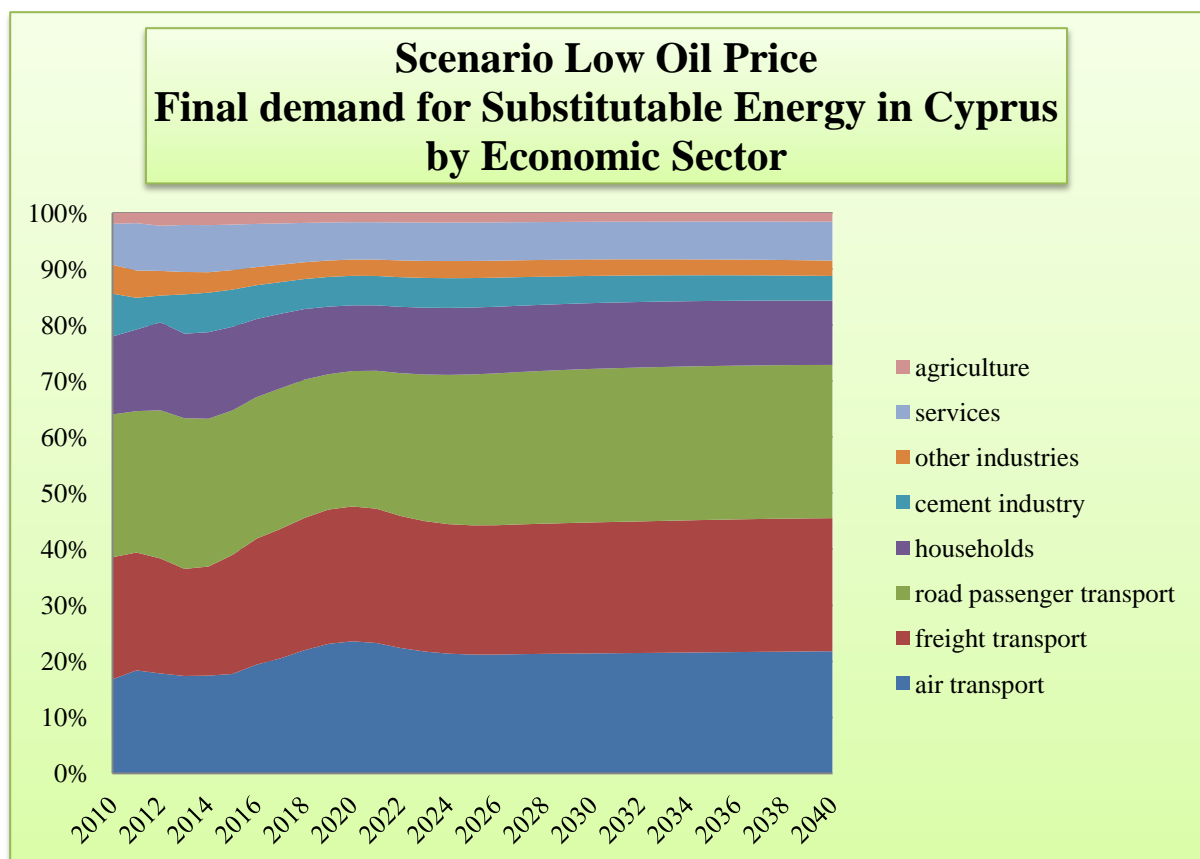
Η τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα που προέκυψε από τις προβλέψεις παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 25). Κατά την χρονική περίοδο 2011-2040 δεν παρατηρείται η ίδια ζήτηση στους διάφορους τομείς της οικονομίας και η ζήτηση σε γενικές γραμμές έχει δεχτεί αύξηση σε σχέση με τα υπόλοιπα σενάρια. Συγκεκριμένα παρουσιάζουν αύξηση, με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό στη ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας, ο τομέας της αεροπορικής μεταφοράς με ποσοστό 69%, ο τομέας της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς με ποσοστό ζήτησης 61%, των οδικών μεταφορών επιβατών με 54%, ο τομέας της γεωργίας με 22%, των υπηρεσιών με 17%, των νοικοκυριών με 12% και της τσιμεντοβιομηχανίας με 11%. Μείωση στη ζήτηση παρουσιάζει μόνο ο τομέας των άλλων βιομηχανιών και με ποσοστό 20%.

Πίνακας 25: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Ei,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	437945	368270	417408	468247	512815	↑69%
freight transport	348323	291771	447217	401000	455927	512727	559391	↑61%
road passenger transport	417937	354266	449168	468391	534630	595445	643976	↑54%
households	241273	204907	218271	207531	228991	251883	270315	↑12%
cement industry	93679	91193	97889	91409	94708	99383	103545	↑11%
other industries	80668	47705	53908	53161	57377	61175	64571	↓20%
services	139876	111607	123845	119370	131088	146818	163558	↑17%
agriculture	30771	29030	31418	30160	31357	33937	37613	↑22%

Στο γράφημα που ακολουθεί απεικονίζεται η ζήτηση για αντικαταστάσιμη ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου χαμηλής τιμής πετρελαίου. Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην

κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών. Ακολουθούν με πολύ μικρή διαφορά στα μερίδια ζήτησης ο τομέας των εμπορευματικών μεταφορών και ο τομέας των αεροπορικών μεταφορών. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει, διότι οι τρεις αυτοί τομείς που αναφέρθηκαν, χρησιμοποιούν μόνο την αντικαταστάσιμη ενέργεια και φαίνεται ότι με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια τους στη ζήτηση αυξάνονται ελαφρώς. Στην συνέχεια έπονται με τα μικρότερα μερίδια ο τομέας των νοικοκυριών και των υπηρεσιών, των οποίων τα ποσοστά μειώνονται ελαφρώς στην τριανταετία. Ακολουθούν, ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας και ο τομέας των άλλων βιομηχανιών που και αυτών τα μερίδια μειώνονται ελαφρώς με την πάροδο του χρόνου. Ένα σχετικά σταθερό μερίδιο κατέχει ο τομέας της γεωργίας που έχει το μικρότερο ποσοστό ζήτησης. Με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια παραμένουν σταθερά ως προς την σειρά ταξινόμησης, όμως παρατηρούνται τα ίδια скаμπανευάσματα που παρατηρήθηκαν και στο προηγούμενο σενάριο, στα διαγράμματα 20 & 23, στα μισά της πρώτης δεκαετίας και στο τέλος της.



Διάγραμμα 25: Μερίδιο τελικής ζήτησης αντικαταστάσιμης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

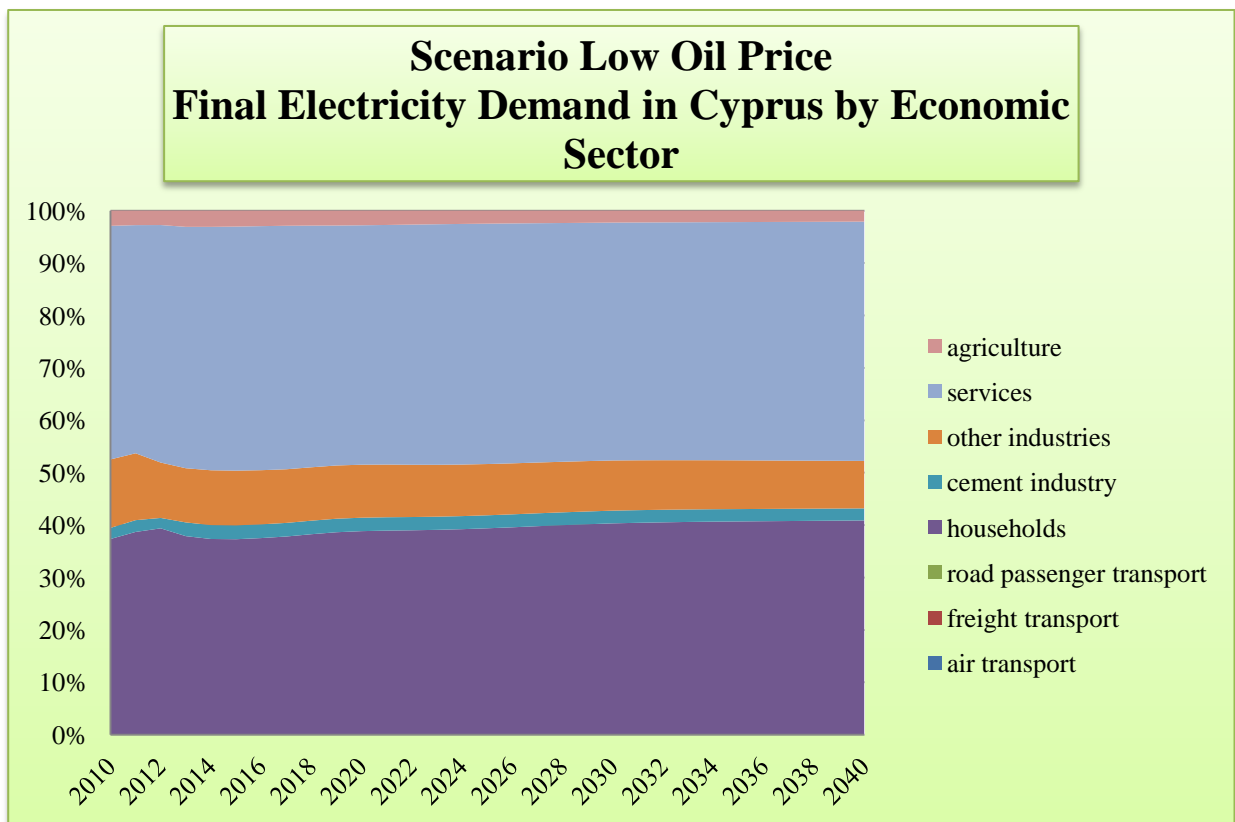
Στην συνέχεια παρουσιάζεται η τελική ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια ανά τομέα σε ΤΠΠ που προέκυψε από τις προβλέψεις για τα έτη 2011-2040 βάση του τρίτου σεναρίου, στον πίνακα 26. Οι τομείς των αερομεταφορών, οδικών εμπορευματικών μεταφορών και οδικών μεταφορών επιβατών όπως έχουμε αναφέρει, δεν χρησιμοποιούν ως καύσιμο την ηλεκτρική ενέργεια. Όλοι οι υπόλοιποι τομείς που χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζουν αύξηση στην ζήτηση της με το πέρασμα των χρόνων, πολύ πιο έντονη όμως από αυτή από πού παρατηρήθηκε στα προηγούμενα σεναρία. Συγκεκριμένα μέχρι το 2040, ο τομέας των άλλων βιομηχανιών παρουσιάζει αύξηση 38%, αρκετά μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό και των δύο άλλων σεναρίων που εφαρμόστηκαν. Το ίδιο ισχύει και για τους υπόλοιπους τομείς, όπου η ανοδική τάση στην αύξηση ζήτησης είναι αρκετά μεγαλύτερη. Ο τομέας της γεωργίας παρουσίασε αύξηση 48%. Οι τομείς της τσιμεντοβιομηχανίας, των υπηρεσιών και των νοικοκυριών παρουσιάζουν πολύ μεγάλο ποσοστό αύξησης της ζήτησης, της τάξεως του 99%, 104% και 106% αντίστοιχα.

Πίνακας 26: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

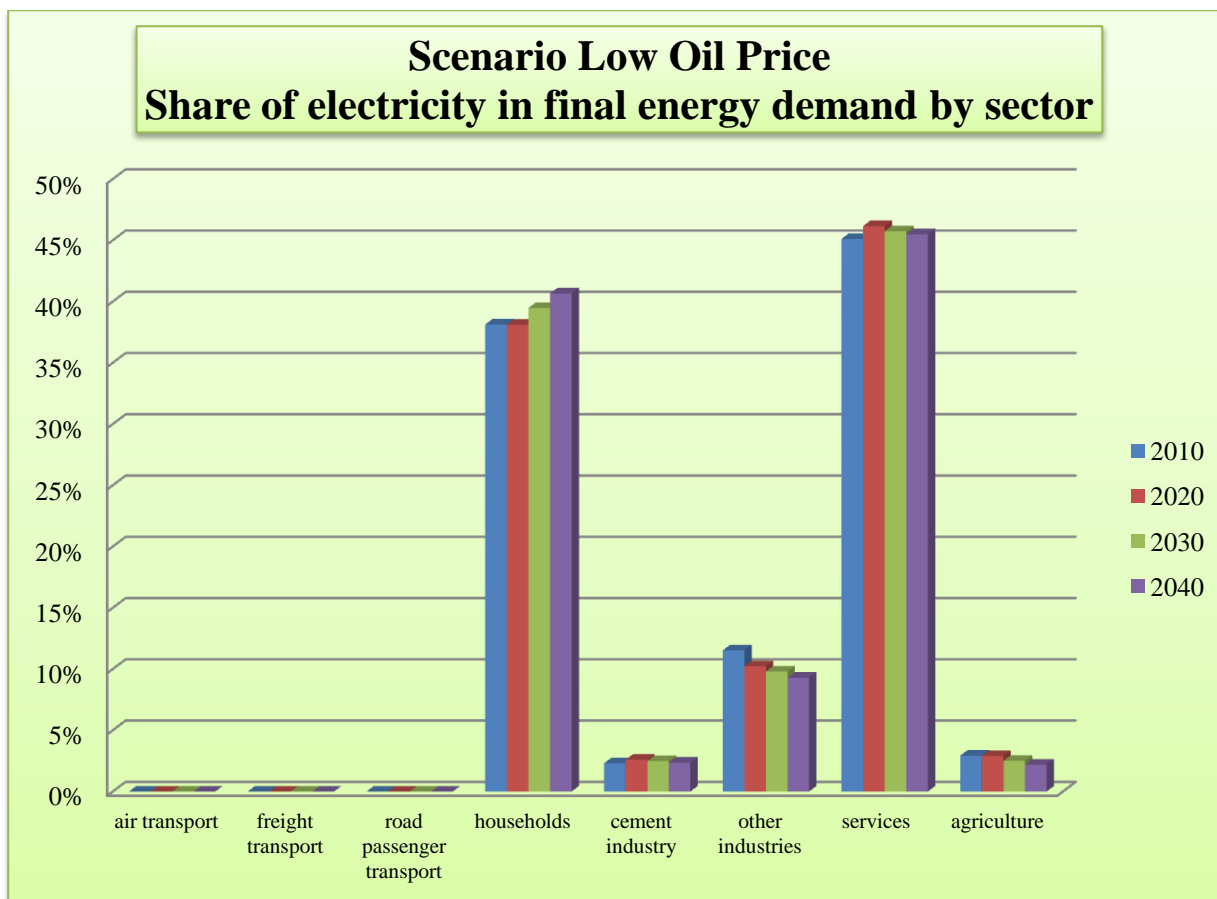
ELCNSi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	0	0	0	0	0	0	0	-
freight transport	0	0	0	0	0	0	0	-
road passenger transport	0	0	0	0	0	0	0	-
households	88931	78267	108633	128303	147983	166624	183222	↑106%
cement industry	5170	5558	7179	8089	8919	9660	10304	↑99%
other industries	29341	21903	28289	31873	35146	38067	40602	↑38%
services	100101	97747	127803	149455	166589	186213	204671	↑104%
agriculture	6391	6425	7862	8145	8434	9005	9475	↑48%

Στο ακόλουθα γράφηματα (Διάγραμμα 26 & Διάγραμμα 27) απεικονίζεται η ζήτηση για αναντικατάστατη ηλεκτρική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου χαμηλής τιμής πετρελαίου.

Φαίνεται το μερίδιο που κατέχει κάθε τομέας στην κατανάλωση ενέργειας στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος. Η μεγαλύτερη ζήτηση προκύπτει από τον τομέα των υπηρεσιών που κατέχει ποσοστό που το 45% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, που παραμένει σχετικά σταθερό με την πάροδο των χρόνων. Έπεται ο τομέας των νοικοκυριών με ένα επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό ζήτησης που ξεπερνά το 35% της συνολικής ζήτησης και την τελευταία δεκαετία αγγίζει το 40%. Εκτός από το ότι κατέχουν τα μεγαλύτερα μερίδια, τα ποσοστά τους αυξάνονται ελαφρώς με το πέρασμα του χρόνου. Στη συνέχεια ακολουθεί με ένα αρκετά μικρότερο ποσοστό ο τομέας άλλων βιομηχανιών που μειώνεται με το πέρασμα των χρόνων και φτάνει περίπου το 8% της συνολικής ζήτησης. Τέλος, με αρκετά μικρά μερίδια της τάξεως του 2-3%, εμφανίζονται οι τομείς της γεωργίας και της τσιμεντοβιομηχανίας. Σε γενικές γραμμές τα μερίδια ζήτησης, παρουσιάζουν πολύ μικρές διακυμάνσεις με το πέρασμα των χρόνων και μπορούν να χαρακτηριστούν σχετικά σταθερά σε όλους τους τομείς. Οι υπόλοιποι τομείς που δεν εμφανίζονται στο διάγραμμα (οδικές μεταφορές επιβατών, εμπορευματικές μεταφορές, αερομεταφορές) δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.



Διάγραμμα 26: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου



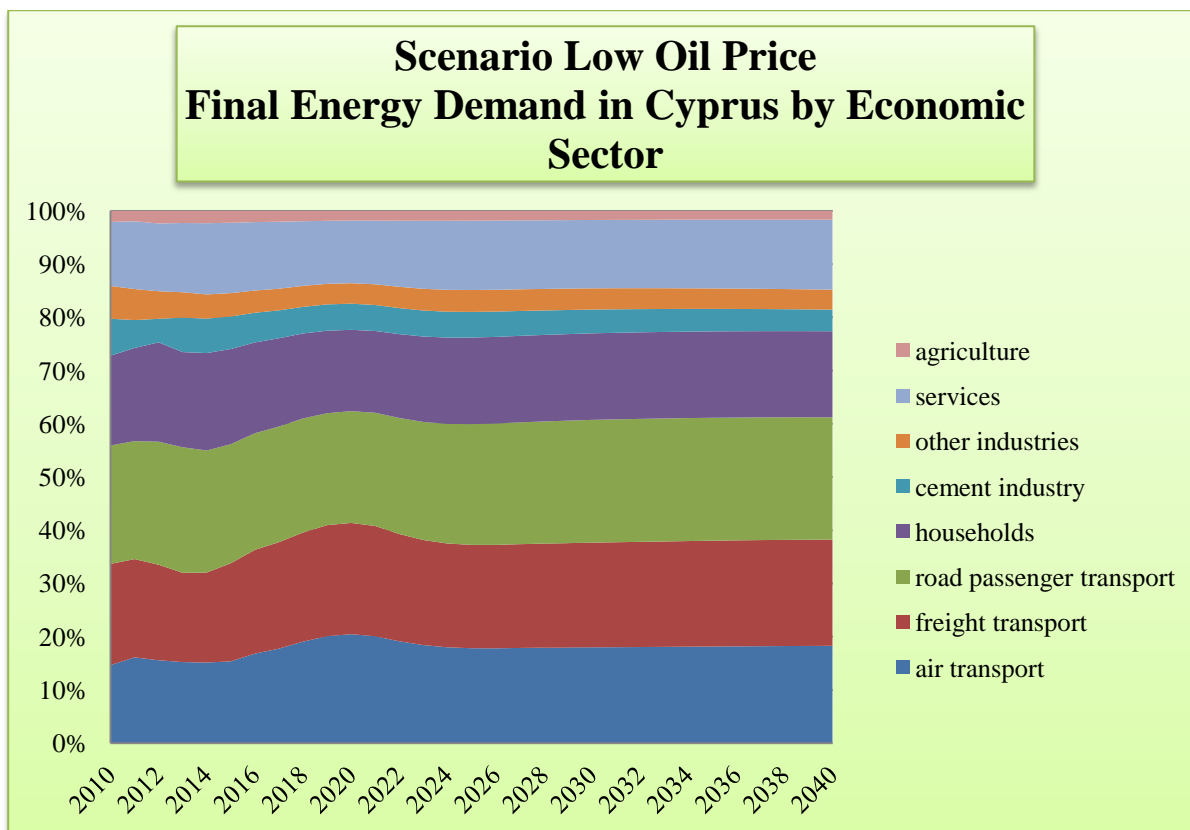
Διάγραμμα 27: Μερίδιο τελικής ζήτησης αναντικατάστατης ενέργειας ανά τομέα, ανά δεκαετία (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η τελική ζήτηση για τη συνολική ενέργεια ανά τομέα σε ΤΠΠ, που προέκυψε από τις προβλέψεις για την χρονική περίοδο 2011-2040. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου για την συνολική ενέργεια ανά τομέα, που όπως είναι λογικό έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά από όλα τα σενάρια, παρουσιάζονται αριθμητικά στον πίνακα 27. Σύμφωνα με τις ακόλουθες τιμές, παρατηρούμε ότι συγκεκριμένα με μεγαλύτερο προς μικρότερο ποσοστό, ο τομέας της αεροπορικής μεταφοράς (69%), ο τομέας της οδικής εμπορευματικής μεταφοράς (61%), ο τομέας των οδικών μεταφορών επιβατών (54%), ο τομέας των υπηρεσιών (53%), ο τομέας των νοικοκυριών (37%), ο τομέας της γεωργίας (27%) και ο τομέας της τσιμεντοβιομηχανίας (15%) παρουσιάζουν αύξηση στο ποσοστό τους όσον αφορά την τελική ζήτηση ενέργειας σε σχέση με την αρχική χρονιά 2011. Αντιθέτως, μόνο ο τομέας των άλλων βιομηχανιών παρουσιάζει μία μικρή μείωση στη ζήτηση τελικής συνολικής ενέργειας με ποσοστό της τάξεως του 4%.

Πίνακας 27: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας ανά τομέα σε ΤΠΠ (2011-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

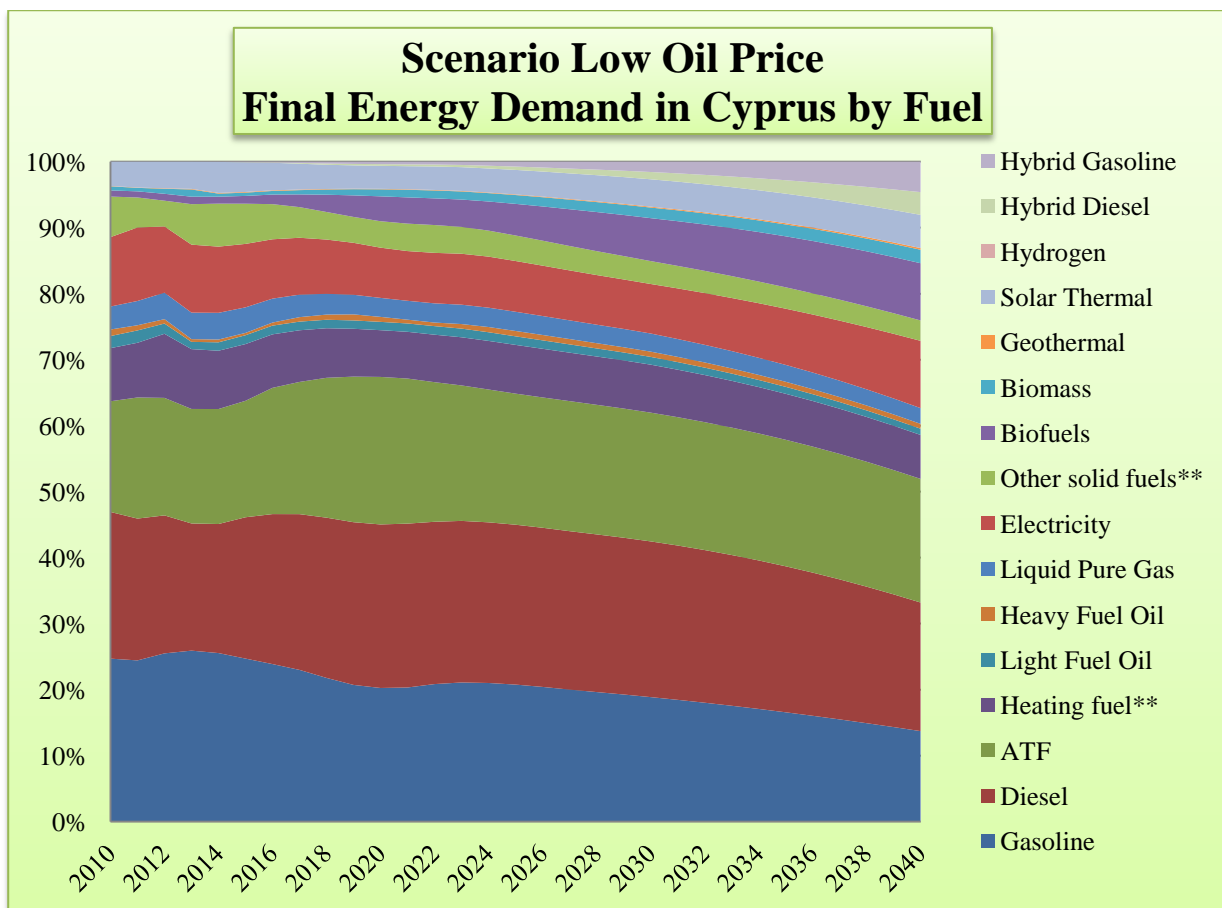
ENi,t (per toe)								
Year	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
air transport	303994	243385	437945	368270	417408	468247	512815	↑69%
freight transport	348323	291771	447217	401000	455927	512727	559391	↑61%
road passenger transport	417937	354266	449168	468391	534630	595445	643976	↑54%
households	330204	283175	326904	335834	376973	418506	453536	↑37%
cement industry	98849	96751	105068	99498	103627	109043	113849	↑15%
other industries	110009	69608	82197	85034	92523	99241	105172	↓4%
services	239976	209354	251648	268825	297677	333030	368229	↑53%
agriculture	37161	35455	39280	38305	39792	42942	47088	↑27%

Στο ακόλουθο διάγραμμα (διάγραμμα 28), απεικονίζεται η ζήτηση για τη συνολική ενέργεια στην Κύπρο ανά τομέα, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου χαμηλής τιμής πετρελαίου. Τα ποσοστά ταξινομούνται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και στα δύο προηγούμενα σενάρια, δηλαδή από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο, έχουμε τον τομέα των οδικών μεταφορών επιβατών, των εμπορευματικών μεταφορών, των νοικοκυριών, των αερομεταφορών και των υπηρεσιών, τον τομέα της τσιμεντοβιομηχανίας, των άλλων βιομηχανιών και τέλος της γεωργίας. Με το πέρασμα των χρόνων τα μερίδια παραμένουν σταθερά ως προς την σειρά ταξινόμησης, όμως παρατηρούνται κάποια σκαμπανεύσματα όπως βλέπουμε στα μισά της πρώτης δεκαετίας και στο τέλος της. Συγκεκριμένα, αρχικά φαίνεται μία μείωση του μερίδιου των αερομεταφορών και των οδικών εμπορευματικών μεταφορών και παράλληλα μία αύξηση της ζήτησης στον τομέα των υπηρεσιών και κατά το 2020 παρατηρείται μία ανοδική τάση στο μερίδιο των αερομεταφορών.



Διάγραμμα 28: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά τομέα (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

Στο διάγραμμα 29 που έπεται παρουσιάζεται η τελική ζήτηση ενέργειας στην Κύπρο ανά καύσιμο, την χρονική περίοδο 2010-2040, από τις τιμές που προέκυψαν βάση του σεναρίου χαμηλής τιμής πετρελαίου. Τα ποσοστά ταξινομούνται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και στα δύο προηγούμενα σεναρία. Την πρώτη θέση στην ζήτηση καυσίμου κατέχουν το ντίζελ, η κηροζίνη και η βενζίνη. Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται μία αισθητή μείωση στο μερίδιο της βενζίνης, μία μικρή μείωση στο ποσοστό ντίζελ και μία σταθερότητα στο μερίδιο της κηροζίνης. Τα επόμενα μεγαλύτερα μερίδια παρατηρούνται στην ηλεκτρική ενέργεια, στο καύσιμο θέρμανσης, το υγραέριο, στα άλλα στερεά καύσιμα, στην ηλιακή θερμική ενέργεια, στο υγραέριο, στο ελαφρύ μαζούτ και στο βαρύ μαζούτ. Όλα αυτά τα καύσιμα συγκριτικά με το έτος έναρξης, παρουσιάζουν μειωμένο μερίδιο στο τέλος της τριακονταετίας εκτός από την ηλιακή θερμική ενέργεια που παρουσιάζει αύξηση. Τα υπόλοιπα καύσιμα, τα βιοκαύσιμα, η βιομάζα, η γεωθερμία, το υδρογόνο, το υβριδικό ντίζελ και η υβριδική βενζίνη παρουσιάζουν μία έντονη ανοδική πορεία. Δεν παρατηρούνται τόσο έντονα τα σκαμπανευάσματα όπως στο προηγούμενο σενάριο. Η τάση απόκλισης όμως από την συμβατική ενέργεια που παρατηρήθηκε και πριν, υπάρχει και σε αυτό το σενάριο.



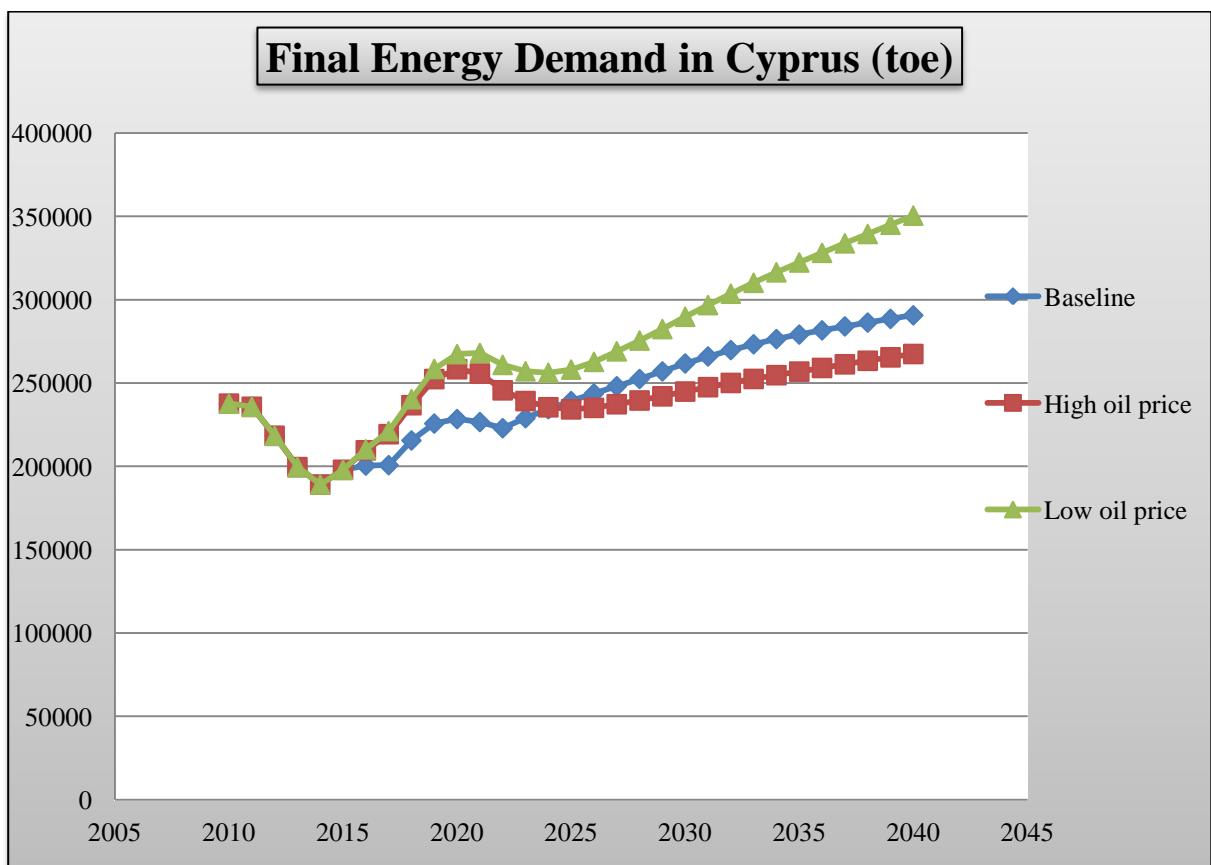
Διάγραμμα 29: Μερίδιο τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας ανά καύσιμο (2010-2040)_Σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου

5.5 Σύγκριση σεναρίων

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο παρατίθενται ομαδοποιημένα τα αποτελέσματα και των τριών σεναρίων (baseline scenario, scenario high oil price, scenario low oil price) σε κοινά γραφήματα. Η αναπαράσταση με τους ακόλουθους συνδυασμούς των τριών σεναρίων θα συμβάλει στην καλύτερη προσπάθεια για τη σύγκριση των εν λόγω σεναρίων και καταληκτικά στην καλύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων. Για σκοπούς απεικόνισης και ευκόλυνσης του αναγνώστη το σενάριο αναφοράς απεικονίζεται πάντα με μπλε χρώμα, το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου με κόκκινο και το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου με πράσινο.

Στο διάγραμμα που έπεται (διάγραμμα 30), βλέπουμε την τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας στην Κύπρο για την χρονική περίοδο των ετών από το 2010 μέχρι και το έτος 2040, και για τα τρία σεναρία που εφαρμόστηκαν. Στον οριζόντιο άξονα, παρουσιάζεται η αθροιστική ζήτηση από όλους τους τομείς, σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Για τις χρονιές για τις

οποίες υπάρχουν δεδομένα, οι τιμές σαφώς και ταυτίζονται και η ζήτηση φαίνεται να ξεκινά από περίπου 240000 ΤΠΠ. Από το έτος 2016 και μετά, το σενάριο αναφοράς ακολουθεί μία ήπια αυξητική πορεία και μέχρι το έτος 2040 η συνολική του ζήτηση έχει τιμή 290000 ΤΠΠ. Στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου, αν και μετά το έτος 2015 παρουσιάζει πιο απότομη αυξητική τάση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, στο τέλος της τριακονταετίας καταλήγει να έχει ζήτηση περίπου 270000 ΤΠΠ. Τέλος, στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, παρατηρείται αρχικά η ίδια απότομη αυξητική τάση όπως και στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου και οι τιμές τους φαίνεται να ταυτίζονται μέχρι το 2020 περίπου. Στη συνέχεια, σε αυτή την περίπτωση η αυξητική τάση διατηρείται μέχρι και το 2040 και η τελική τιμή της ζήτησης ανέρχεται τελικά στους 350000 ΤΠΠ.



Διάγραμμα 30: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)

Στον πίνακα 28 παρατίθενται οι τιμές της τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας και τα ακριβής ποσοστά αύξησης σε κάθε σενάριο, τα οποία για το σενάριο αναφοράς είναι 22%, για το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου είναι 13% και για το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου 47%.

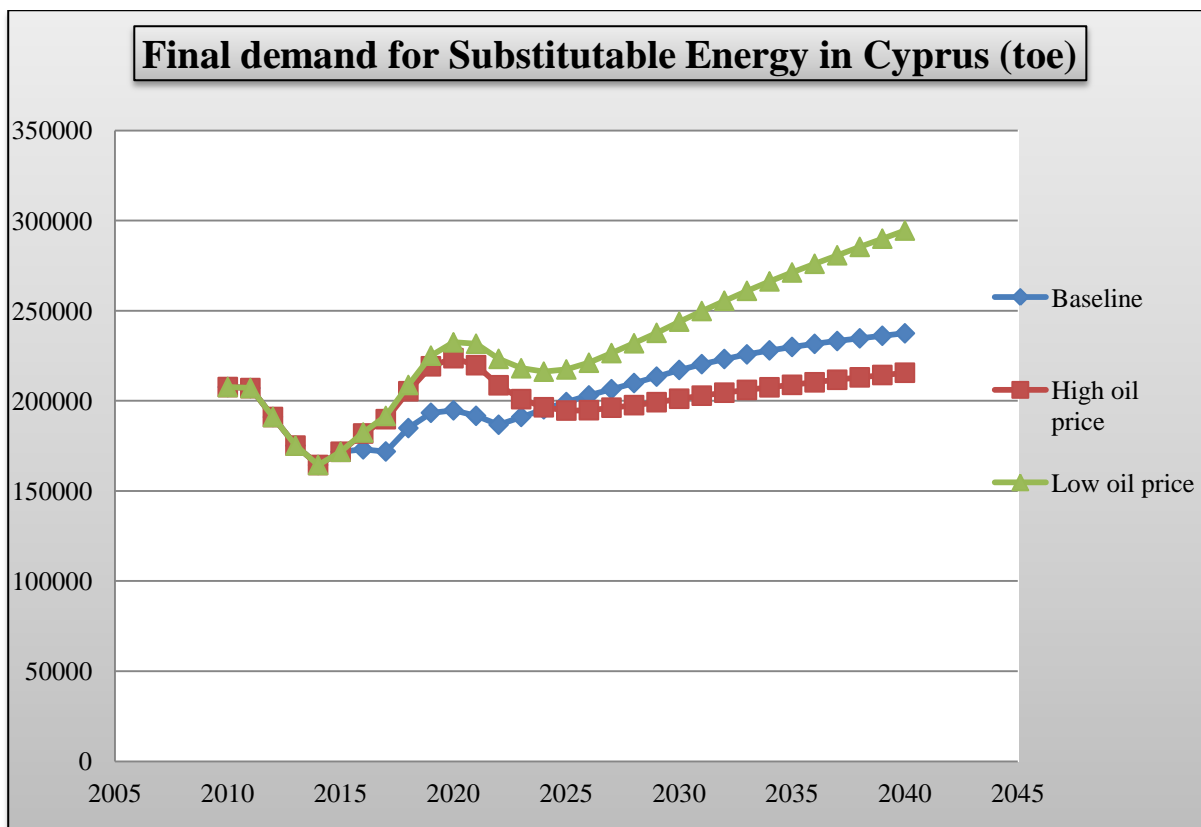
ENt (toe)_2010-2040								
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Baseline	237678	197971	228415	239228	261792	279134	290688	↑22
High Crude oil price	237678	197971	258334	234270	244942	256911	267481	↑13
Low crude oil price	237678	197971	267428	258145	289820	322398	350507	↑47

Πίνακας 28: Τελική ζήτηση συνολικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)

Στο διάγραμμα 31 που ακολουθεί παρουσιάζεται η τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας στην Κύπρο για την χρονική περίοδο 2010-2040 και για τα τρία σενάρια. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται η αθροιστική ζήτηση για αντικαταστάσιμη ενέργεια από όλους τους τομείς, σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Για τα έτη που υπάρχουν δεδομένα, οι τιμές σαφώς και ταυτίζονται και η ζήτηση ξεκινά από περίπου 210000 ΤΠΠ. Από το 2016 και μετά, το σενάριο αναφοράς ακολουθεί μία ήπια αυξητική πορεία και μέχρι το 2040 η συνολική του ζήτηση έχει τιμή 240000 ΤΠΠ. Στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου, αν και μετά το 2015 παρουσιάζει πιο απότομη αυξητική τάση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, στο τέλος της τριακονταετίας καταλήγει να έχει ζήτηση περίπου 220000 ΤΠΠ. Τέλος στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, παρατηρείται αρχικά η ίδια απότομη αυξητική τάση όπως και στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου και οι τιμές τους φαίνεται να ταυτίζονται μέχρι το 2020 περίπου. Στη συνέχεια, σε αυτή την περίπτωση η αυξητική τάση διατηρείται μέχρι και το 2040 και η τελική τιμή της ζήτησης ανέρχεται τελικά στους 300000 ΤΠΠ. Στον πίνακα 29 παρατίθενται οι τιμές της τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας και τα ακριβής ποσοστά αύξησης σε κάθε σενάριο, τα οποία για το σενάριο αναφοράς είναι 14%, για το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου είναι 4% και για το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου 42%.

Et (toe)_2010-2040								
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Baseline	207643	171733	194723	199309	217140	229892	237452	↑14
High Crude oil price	207643	171733	223660	194611	201153	208864	215577	↑4
Low crude oil price	207643	171733	232457	217412	243936	271202	294473	↑42

Πίνακας 29: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)

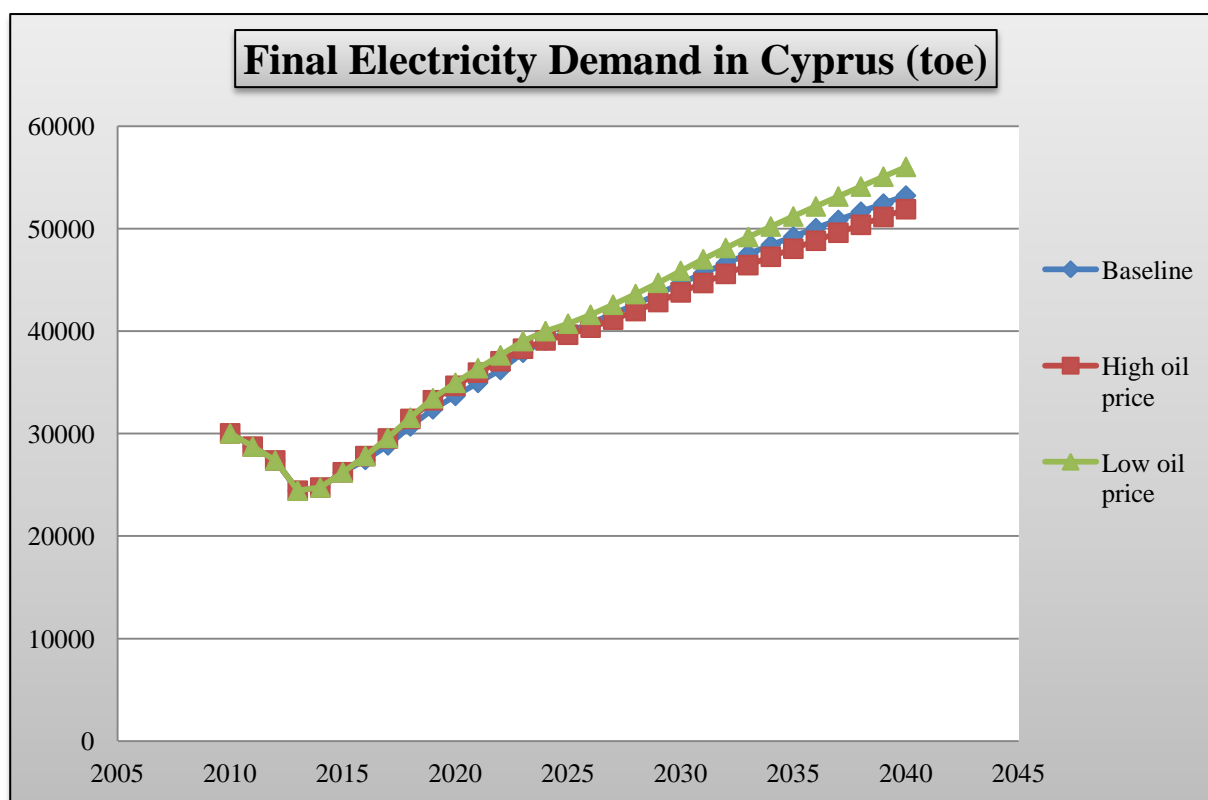


Διάγραμμα 31: Τελική ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)

Η τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο για την χρονική περίοδο 2010-2040 και για τα τρία σενάρια απεικονίζεται στο διάγραμμα 32. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται η αθροιστική ζήτηση για αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργεια από όλους τους τομείς, σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Για τα έτη που υπάρχουν δεδομένα, οι τιμές σαφώς και ταυτίζονται και η ζήτηση ξεκινά από περίπου 30000 ΤΠΠ. Από το 2015 και μετά, το σενάριο αναφοράς ακολουθεί μία ήπια αυξητική πορεία και μέχρι το 2040 η συνολική του ζήτηση έχει τιμή 54000 ΤΠΠ. Στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου, αν και μετά το 2015 παρουσιάζει πιο απότομη αυξητική τάση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, στο τέλος της τριακονταετίας καταλήγει να έχει ζήτηση περίπου 52000 ΤΠΠ. Τέλος στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, παρατηρείται αρχικά η ίδια απότομη αυξητική τάση όπως και στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου και οι τιμές τους φαίνεται να ταυτίζονται μέχρι το 2020 περίπου. Στη συνέχεια, σε αυτή την περίπτωση η αυξητική τάση διατηρείται μέχρι και το 2040 και η τελική τιμή της ζήτησης ανέρχεται τελικά στους 56000 ΤΠΠ. Στον πίνακα 30 παρατίθενται οι τιμές της τελικής ζήτησης συνολικής ενέργειας και τα ακριβής ποσοστά αύξησης σε κάθε σενάριο, τα οποία για το σενάριο αναφοράς είναι 77%, για το σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου είναι 73% και για το σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου 87%.

ELCNS _t (toe)_2010-2040								
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Baseline	30034	26238	33691	39919	44652	49241	53236	↑77
High Crude oil price	30034	26238	34674	39658	43789	48048	51905	↑73
Low crude oil price	30034	26238	34971	40733	45884	51196	56034	↑87

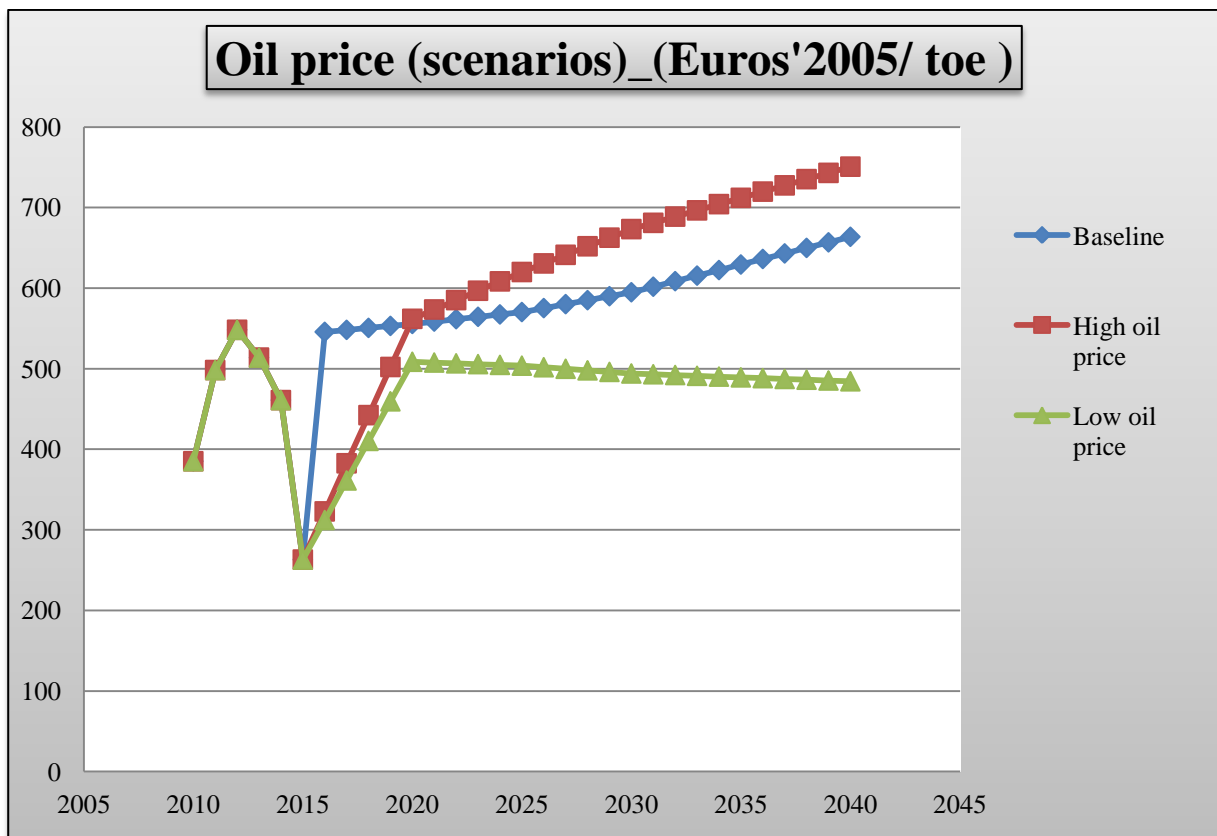
Πίνακας 30: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)



Διάγραμμα 32: Τελική ζήτηση αναντικατάστατης ηλεκτρικής ενέργειας σε ΤΠΠ (2010-2040)

Η πρόβλεψη της τιμής του πετρελαίου για την χρονική περίοδο 2010-2040 και για τα τρία σενάρια απεικονίζεται στο διάγραμμα 33. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται η τιμή σε ευρώ του 2005 σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Η τιμή ξεκινά από περίπου 500 ευρώ του 2005 ανά ΤΠΠ. Από το 2015 και μετά, το σενάριο αναφοράς ακολουθεί μία ήπια αυξητική πορεία και μέχρι το 2040 έχει τιμή 665€'2005/ΤΠΠ. Στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου υπάρχουν αρκετά скаμπανεβάσματα κατά την πρώτη δεκαετία. Συγκεκριμένα, το 2015 παρουσιάζεται μία απότομη πτωτική τάση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, μετά όμως αυξάνεται με έντονη κλίση και συνεχίζεται αυτή η ανοδική πορεία μέχρι και το τέλος της

τριακονταετίας που καταλήγει να έχει τιμή περίπου 750€'2005/ΤΠΠ. Τέλος στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, παρουσιάζονται τα ίδια скаμπανεβάσματα όπως και στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου. Δηλαδή, παρατηρείται αρχικά η ίδια απότομη πτώση και στη συνέχεια η επακόλουθη άνοδος και οι τιμές των δύο σεναρίων φαίνεται να ταυτίζονται μέχρι το 2020 περίπου. Στη συνέχεια, στην περίπτωση του συγκεκριμένου σεναρίου, ακολουθεί μία ελαφρώς πτωτική τάση που διατηρείται μέχρι και το 2040 και η τελική τιμή του πετρελαίου αν και κατά την πάροδο των χρόνων είχε και ελαφρώς υψηλότερες τιμές, καταλήγει τελικά στα 485€'2005/ΤΠΠ.



Διάγραμμα 33: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040)

Στον πίνακα 31 παρατίθενται συγκεντρωμένες οι τιμές πρόβλεψης του πετρελαίου για την χρονική περίοδο 2010-2040 σε ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου και για τα τρία σενάρια. Όπως έχει αναφερθεί και ξεχωριστά σε κάθε ανάλυση σεναρίου, κατά το σενάριο αναφοράς μετά την τριακονταετία η τιμή του πετρελαίου παρουσιάζει 33% άνοδο σε σχέση με το έτος έναρξης. Στο σενάριο υψηλής τιμής του πετρελαίου, η τιμή παρουσιάζει 51% άνοδο μέχρι το 2040 και στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου μετά το τέλος της χρονικής περιόδου η τιμή έχει υποστεί 3% μείωση συγκριτικά με το 2010.

Crude oil price (Euros'2005 per toe)_2010-2040								
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Baseline	498.25	263.02	555.49	570.24	594.82	629.23	663.64	↑33
High Crude oil price	498.25	263.02	561.81	619.93	673.2	711.95	750.7	↑51
Low crude oil price	498.25	263.02	508.54	503.69	494.01	489.16	484.32	↓3

Πίνακας 31: Διεθνής τιμή του αργού πετρελαίου σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040)

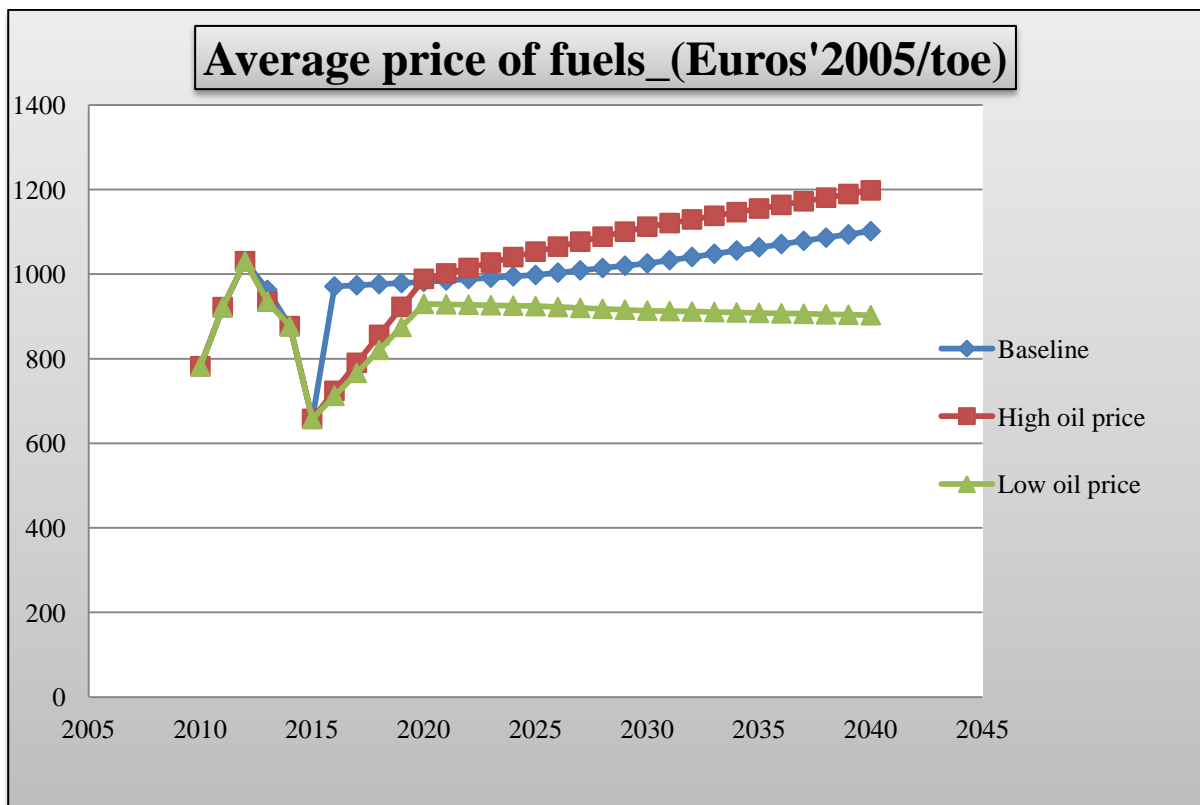
Στον πίνακα 32 παρατίθενται συγκεντρωμένες οι τιμές πρόβλεψης του μέσου όρου καυσίμων για την χρονική περίοδο 2010-2040 σε ευρώ του 2005 ανά τόνο ισοδύναμου πετρελαίου και για τα τρία σενάρια. Κατά το σενάριο αναφοράς μετά την τριακονταετία η τιμή του μέσου όρου καυσίμων παρουσιάζει 41% άνοδο σε σχέση με το έτος έναρξης. Στο σενάριο υψηλής τιμής του πετρελαίου, η τιμή του μέσου όρου καυσίμων παρουσιάζει 53% άνοδο μέχρι το 2040 και στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου μετά το τέλος της χρονικής περιόδου η τιμή έχει υποστεί 15% αύξηση συγκριτικά με το 2010.

Average price of fuels (Euros'2005 per toe)_2010-2040								
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Baseline	782	658	982	998	1025	1063	1102	↑41
High Crude oil price	782	658	989	1053	1112	1155	1198	↑53
Low crude oil price	782	658	930	924	914	908	903	↑15

Πίνακας 32: Διεθνής τιμή του μέσου όρου καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040)

Στο διάγραμμα 34 που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση τιμή καυσίμων για την χρονική περίοδο 2010-2040 και για τα τρία σενάρια. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται η τιμή σε ευρώ του 2005 σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Για τα έτη που υπάρχουν δεδομένα, οι τιμές σαφώς και ταυτίζονται και ο μέσος όρος των τιμών καυσίμου ξεκινά από περίπου 782€'2005/ΤΠΠ. Από το 2015 και μετά, το σενάριο αναφοράς ακολουθεί μία ήπια αυξητική πορεία και μέχρι το 2040 έχει τιμή 1100€'2005/ΤΠΠ. Στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου υπάρχουν αρκετά скаμπανεβάσματα κατά την πρώτη δεκαετία. Συγκεκριμένα, το 2015 παρουσιάζεται μία απότομη πτωτική τάση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, μετά όμως αυξάνεται με έντονη κλίση και συνεχίζεται αυτή η ανοδική πορεία μέχρι και το τέλος της

τριακονταετίας που καταλήγει να έχει τιμή περίπου 1200€'2005/ΤΠΠ. Τέλος στο σενάριο χαμηλής τιμής πετρελαίου, παρουσιάζονται παρόμοια скаμπανεβάσματα όπως και στο σενάριο υψηλής τιμής πετρελαίου. Δηλαδή, παρατηρείται αρχικά η ίδια απότομη πτώση και στη συνέχεια μια άνοδος με λίγο πιο ομαλή κλίση από αυτή του προηγούμενου σεναρίου μέχρι το 2020. Στη συνέχεια, στην περίπτωση του συγκεκριμένου σεναρίου, ακολουθεί μία ελαφρώς πτωτική τάση που διατηρείται μέχρι και το 2040 και η τελική τιμή του μέσου όρου καυσίμων καταλήγει τελικά στα 900€'2005/ΤΠΠ.



Διάγραμμα 34: Διεθνής τιμή του μέσου όρου καυσίμων σε Ευρώ'2005/ΤΠΠ (2010-2040)

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αρχικά, θεωρήθηκε χρήσιμο να οριστούν κάποιες έννοιες, προκειμένου να καταστεί ευκολότερη η κατανόηση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των προβλέψεων των τριών σεναρίων. Η αγορά αντιπροσωπεύει το σύνολο των αγοραστών και των πωλητών ενός αγαθού ή μίας υπηρεσίας. Οι όροι της προσφοράς και της ζήτησης αναφέρονται στην συμπεριφορά των ατόμων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε μία αγορά, και είναι οι απαραίτητοι μηχανισμοί που βοηθούν στην καλή λειτουργία της αγοράς. Οι καταναλωτές μπορούν να καθορίσουν τη ζήτηση και οι πωλητές την προσφορά. Σε κάθε συγκεκριμένη τιμή προϊόντος τόσο οι καταναλωτές όσο και οι πωλητές είναι διατεθειμένοι να αγοράσουν ή να πουλήσουν συγκεκριμένες ποσότητες. Στο σημείο όπου για μία συγκεκριμένη τιμή, η ζητούμενη ποσότητα είναι ίση με την προσφερόμενη ποσότητα, αγοραστής και πωλητές θα μείνουν ικανοποιημένοι γιατί θα πραγματοποιήσουν τις συναλλαγές τους έχοντας εξασφαλίσει μία ισορροπία και τα δεδομένα της αγοράς θα παραμείνουν ως έχουν, χωρίς να υπάρξει τάση αλλαγής της τιμής του προϊόντος. Ο όρος της ζήτησης, εκφράζει την ποσότητα των ζητούμενων αγαθών από τον καταναλωτή για κάλυψη κάποιων αναγκών. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ζήτηση αποτελεί επιθυμία προμήθειας ορισμένης ποσότητας αγαθού σε μία συγκεκριμένη τιμή με την προϋπόθεση ότι ο καταναλωτής διαθέτει και την αγοραστική δύναμη που απαιτείται για την αγορά του. Η προσφορά αντιπροσωπεύει τη σχέση μεταξύ της τιμής ενός οικονομικού αγαθού ή κάποιου συντελεστή παραγωγής και της προσφερόμενης ποσότητας προς αγορά σε κάθε επίπεδο τιμών στη διάρκεια μια ορισμένης χρονικής περιόδου. Γίνεται, επομένως, εύκολα αντιληπτό ότι και οι δύο όροι που προαναφέρθηκαν (προσφορά και ζήτηση), εκφράζουν ποσότητες εξαρτημένες από τις τιμές, συνεπώς αποτελούν μεταβλητές σχέσεις μεταξύ δύο μεγεθών (ποσότητας και τιμής). Σύμφωνα λοιπόν, με τους μηχανισμούς λειτουργίας στην αγορά, εφόσον τα σενάρια που εφαρμόστηκαν προβλέπουν διακυμάνσεις στην τιμή του πετρελαίου αναμένεται να διαφοροποιηθεί και η ζήτηση ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί, ένα κοινό χαρακτηριστικό που παρουσιάζεται στα αποτελέσματα και των τριών σεναρίων, που είναι η τάση απόκλισης από την συμβατική ενέργεια και η αύξηση ζήτησης με μία αρκετά έντονη ανοδική πορεία, συγκεκριμένα της ηλιακής θερμικής ενέργειας, των βιοκαυσίμων, της βιομάζας, της γεωθερμίας, του υδρογόνου, του υβριδικού ντίζελ και της υβριδικής βενζίνης. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ανάγκη για περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και εύρεση πιο

καθαρών πηγών ενέργειας. Στο σημείο αυτό, παρατίθενται αναλυτικά τα επιμέρους συμπεράσματα που εξήχθησαν από τα αποτελέσματα των προβλέψεων του εκάστοτε σεναρίου.

Στο σενάριο αναφοράς, η ζήτηση ακολουθεί την πορεία του παρελθόντος και συνεχίζει να συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο. Παρατηρείται δηλαδή μία λογική αύξηση στην τιμή του πετρελαίου με την πάροδο του χρόνου αλλά η ζήτηση έχει μία ελαφρώς ανοδική πορεία, με μία κλίση που συνάδει σχεδόν με αυτή της αύξησης της τιμής. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι γιατί η ζήτηση δεν επηρεάζεται μόνο από την τιμή αλλά και από άλλους παράγοντες όπως τις προτιμήσεις των καταναλωτών, το μέγεθος του πληθυσμού, το μέγεθος του εισοδήματος και τη κατανομή του και τις τιμές των άλλων αγαθών και κατά κύριο λόγο των υποκατάστατων αγαθών που υπάρχουν. Ας σημειωθεί ακόμη, ότι οι τιμές και των υπόλοιπων καυσίμων επηρεάζονται ανάλογα με τη διακύμανση των τιμών του πετρελαίου. Σύμφωνα με τις προβλέψεις των τιμών όλων των τύπων καυσίμου, η ηλεκτρική ενέργεια παραμένει η πιο ακριβή ενέργεια, όμως όπως φάνηκε και στα αποτελέσματα, ο ηλεκτρισμός για τα κυπριακά δεδομένα είναι αναντικατάστατη ενέργεια. Επίσης, να μην παραλείψουμε το γεγονός ότι οι τρεις τομείς που κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στην ζήτηση αντικαταστάσιμης ενέργειας, δεν χρησιμοποιούν καθόλου ηλεκτρισμό και αναφερόμαστε στους τομείς των αερομεταφορών, των οδικών μεταφορών επιβατών και των οδικών εμπορευματικών μεταφορών, που εξαρτώνται αποκλειστικά από τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Γίνεται αντιληπτός δηλαδή, ο λόγος που η πορεία παραμένει αυξητική τόσο για την αντικαταστάσιμη ενέργεια, όσο και για τον ηλεκτρισμό και κατά συνέπεια την ενέργεια στο σύνολο της.

Στο δεύτερο σενάριο που εφαρμόστηκε, αυξάνεται η τιμή του πετρελαίου και θα αποτελέσει πραγματικότητα εάν και εφόσον οι τιμές φτάσουν σε επίπεδα, που μεγάλο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής θα είναι στο κόστος ισορροπίας και ειδικά η οριακή παραγωγή θα υποστεί ζημιές. Συνεπώς, ο αριθμός των γεωτρήσεων θα μειωθεί, αφού οι εταιρείες που χάνουν λεφτά θα κλείσουν λόγω της μη συμφέρουσας εργασίας τους. Το γεγονός αυτό, θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγή, και σαν επακόλουθο οι τιμές θα αρχίσουν να ανεβαίνουν. Όπως προαναφέραμε, με αυτό τον τρόπο θα εφαρμοστούν οι μηχανισμοί λειτουργίας της αγοράς που στηρίζονται στην προσφορά και τη ζήτηση, για να υπάρξει ένα καινούργιο σημείο ισορροπίας, κατά το οποίο λιγότεροι καταναλωτές θα αγοράζουν σε υψηλότερες τιμές, λιγότερη ποσότητα. Η έντονη αυξητική τάση στην τιμή του πετρελαίου

συνοδεύεται από μία πολύ μικρή ανοδική τάση στην τελική ζήτηση ενέργειας στην πορεία των τριάντα χρόνων. Αν και η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια, παρουσιάζεται ελαφρώς μειωμένη από ότι στο σενάριο αναφοράς, η ζήτηση ενέργειας στο σύνολο της είναι αισθητά μειωμένη. Αυτό συμβαίνει διότι η αύξηση της τιμής του πετρελαίου, επηρεάζει ανάλογα και τις τιμές όλων των καυσίμων που αυξάνονται και αυτές με τη σειρά τους. Έτσι, αφού ο καταναλωτής δεν μπορεί να ικανοποιήσει διαφορετικά τις ανάγκες του σε ηλεκτρική ενέργεια που κατά κύριο λόγο τροφοδοτεί λειτουργίες πρώτης ανάγκης, και είναι εξαρτημένος επίσης σε όλους τους τομείς των μεταφορών, ισορροπεί τις απαιτήσεις του διατηρώντας σχεδόν σταθερή τη ζήτηση του για αντικαταστάσιμη ενέργεια στην πάροδο της τριακονταετίας.

Στο τρίτο σενάριο που εφαρμόστηκε, παρατηρείται σταθερότητα με μία ελαφριά μείωση στην τιμή του πετρελαίου. Αυτό το σενάριο, θα αποτελέσει πραγματικότητα εάν και εφόσον ακολουθήσει νέα εποχή για το πετρέλαιο και την ενέργεια γενικότερα, ή αν ανακαλυφθούν καινούργια αξιοποιήσιμα αποθέματα. Σε αυτή την εκδοχή, θα υπάρχει αυξημένη παραγωγή και μειωμένη κατανάλωση, που θα οφείλεται σε παράγοντες όπως για παράδειγμα υποχρεωτικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας ή προβλήματα οικονομίας κ.τ.λ. Παράλληλα, η τεχνολογία της άντλησης που ενδέχεται να εξελιχθεί με επιτυχία, αναμένεται να ξεκλειδώσει τεράστια αποθέματα φθηνού πετρελαίου. Συνεπώς, η ευκολία της ανάπτυξης μεθόδων παραγωγής θα επιφέρει τη δημιουργία μεγάλου αριθμού πετρελαϊκών εταιρειών, που θα συμβάλουν ακόμη περισσότερο στην αύξηση της παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, η έντονη περιβαλλοντική ανησυχία που υπάρχει, θα οδηγήσει στην προσπάθεια προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που λόγω της τεχνολογικής προόδου θα γίνονται όλο και πιο αποδοτικές αλλά και φθηνότερες λύσεις ανεξαρτητοποίησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό κατανοούμε, ότι η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια θα υποστεί ακόμη μεγαλύτερη πίεση και το πλέον πιθανό είναι το γεγονός αυτό να οδηγήσει σε μία μακροχρόνια σταθερότητα σε γενικά χαμηλά επίπεδα τόσο των τιμών του πετρελαίου όσο και των υπόλοιπων καυσίμων, αφού είναι άμεσα συνυφασμένα. Με αυτό τον τρόπο, οι μηχανισμοί της αγοράς θα λειτουργήσουν έτσι ώστε να προσελκύσουν τους καταναλωτές στο να αυξήσουν την ζήτηση για συμβατική ενέργεια, παρέχοντας τους μία πιο οικονομικά συμφέρουσα προσφορά. Αυτό θα οδηγήσει σε ένα καινούργιο σημείο ισορροπίας, κατά το οποίο περισσότεροι καταναλωτές θα έχουν την οικονομική δυνατότητα να αγοράζουν σε χαμηλότερες τιμές, περισσότερη ποσότητα. Η σταθερή και ελαφρώς πτωτική τάση στην τιμή

του πετρελαίου συνοδεύεται από μία έντονη ανοδική τάση στην τελική ζήτηση ενέργειας στην πορεία των τριάντα χρόνων. Η μείωση της τιμής του πετρελαίου, επηρεάζει ανάλογα και τις τιμές όλων των καυσίμων που μειώνονται και αυτές με τη σειρά τους. Τόσο η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια όσο και σε αντικαταστάσιμη ενέργεια παρουσιάζουν αύξηση στην πάροδο της τριακονταετίας. Έτσι, αφού υπήρχε πλεόνασμα στην αγορά και παρουσιάστηκε μία ελκυστική οικονομική προσφορά από τους παραγωγούς, ο καταναλωτής ικανοποιεί τις ανάγκες του σε ενέργεια και ενδεχομένως να φτάνει και σε επίπεδα σπατάλης λόγω της χαμηλής τιμής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Armaroli, N. and Balzani, V., (2007), *The Future of Energy Supply: Challenges and Opportunities*, Renewable Energies, Angewandte Chemie International Edition
Volume: 46 Issue 1-2 ISSN: 1433-7851
- Armstrong, JS, (2001), *Principles of Forecasting: A handbook for researchers and practitioners*, Norwell, MA: Kluwer Academic.
- Asif, M. and Muneer, T., (2007), *Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, Issue 7, pp 1388–1413
- Bahgat, G., (2006), *Europe's energy security: challenges and opportunities*, International Affairs, Volume 82, Issue 5, pages 961–975
- Baltazar, J. κ.ά., (2014), *Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts*, Journal of Cleaner Production
- Craig, P. P., A. Gadgil and J. G. Koomey, (2002), *What can history teach us? A retrospective examination of long-term energy forecasts for the United States*, Ann. Rev. Ener Envi., 27, pp. 83-118.
- Dejuan, O. Et al, (2013), *A post-keynesian age model to forecast energy demand in Spain*, Economic Systems Research
- EIA (2011), *US Energy Information Administration, International Outlook 2011*, September 2011
- Forouzanfar, M., κ.ά, (2012), *Transport energy demand forecast using multi-level genetic programming*, Applied Energy
- Goering R. (2004), *Matlab edges closer to electronic design automation world*, EE Times.

- Ghanadan, R. and J. G. Koomey, (2005), *Using energy scenarios to explore alternative energy pathways in California*, Energy Policy, 33, pp. 1117-42.
- IEA, (2002), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, Paris. (Chapter 13).
- International Energy Agency (IEA), (2015), *World Energy Outlook*, Paris, France
- Kiousalaas J. (2005), *Numerical Methods in Engineering with matlab*, Cambridge University Press.
- Kitsios K., Kakouris M. and Zachariadis T., (2015), *Energy Efficiency Trends and Policies in Cyprus*. Report for Odyssee-Mure 2012 project, Nicosia.
- Knight A., (2000), *Basics of MATLAB and Beyond*, Chapman & Hall CRC.
- Koomey, J. G., (2002), *From my perspective: Avoiding “the Big Mistake” in forecasting technology adoption*, Technological Forecasting and Social Change, 69, pp. 511-18.
- Laitner, J.A., S. J. DeCanio, J. G. Coomey and A. H. Sanstand, (2003), *Room for improvement: increasing the value of energy modeling for policy analysis*, Utilities Policy, 11, pp. 87-94.
- Lelieveld, J. et al., (2012b), *Climate change and impacts in the eastern Mediterranean and the Middle East*, Climatic Change, 114, 3-4, 667-687, doi: 10.1007/s10584-012-0418-4.
- Leydon, K., M. Decker and J. Waterlaw, (1996), *European energy to 2020: A scenario approach*, Directorate General For Energy (DG XVII), European Commission, Brussels (See <http://ec.europa.eu/energy/library/e2020fd.pdf>).
- Lipinsky, A., (1990), *Introduction, Section 2, Demand Forecasting Methodologies*, Special issue of Energy, Energy, 15, 3&4, pp. 207-11.
- MCIT (Ministry of Commerce, Industry and Tourism of the Republic of Cyprus)

(2011), *2nd National Energy Efficiency Action Plan*, July. Available at www.mcit.gov.cy (last accessed April 2014).

- Omer A.M., (2008), *Energy, environment and sustainable development*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 12, Issue 9, Pages 2265–2300
- Pandey, R., 2002, *Energy Policy modeling: Agenda for developing countries*, Energy Policy, 30, pp. 97-106.
- Pindyck, R. S., 1979, *The structure of world energy demand*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Shell, 2003, *Scenarios: An explorer's guide*, Shell International, The Netherlands (see http://wwwstatic.shell.com/static/aboutshell/downloads/our_strategy/shell_global_scenarios/scenario_explorersguide.pdf).
- Subhes C. Bhattacharyya και Govinda R. Timilsina, (2009), *Energy Demand Models for Policy Formulation-A Comparative Study of Energy Demand Models*, Policy Research Working Paper
- Verrastro, F. & Ladislaw, S., (2007), *Providing Energy Security in an Interdependent World*, The Washington Quarterly, Volume 30, Issue 4, pp 1388–1413
- Wirl, F. and E. Szirucsek, 1990, *Energy modelling – a survey of related topics*, OPEC Review, Autumn, pp. 361-78.
- Yergin, D. (2006), *Ensuring Energy Security*, Foreign Affairs
- Zachariadis, T., and P. Hadjinicolaou (2014), *The Effect of Climate Change on Electricity Needs – A Case Study from Mediterranean Europe*, Energy 76, pp. 899–910.
- Zachariadis, T. 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, T. (2011), *Medium-term energy outlook for Cyprus and its policy implications*, Energy Policy 39, Issue 10, p 6631-6635
- Zachariadis, T. (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>
- Βαρσάμης Δ., 2010, *Σημειώσεις GUI για το εργαστήριο του μαθήματος Γραμμικός Προγραμματισμός & Βελτιστοποίηση*, Σέρρες.
- Γεωργίου Γ. & Ξενοφώντος Χ., 2007, *Εισαγωγή στην MATLAB*, Λευκωσία.
- Ζαχαριάδης, Θ., (2006), *Μακροχρόνια Πρόβλεψη της Κατανάλωσης Ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Σενάρια και Αβεβαιότητες*, Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής 09-06, Πανεπιστήμιο Κύπρου
- Ζαχαριάδης, Θ., (2008), *Η Ευρωπαϊκή Πολιτική για την Κλιματική Αλλαγή και η Θέση της Κύπρου*, Σχόλιο Οικονομικής Πολιτικής, Κέντρο Οικονομικών Ερευνών - Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τεύχος 19
- Ζαχαριάδης, Θ., (2008), *Μακροχρόνια Πρόβλεψη της Κατανάλωσης Ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Η Επίδραση των Κλιματικών Αλλαγών*, Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής 04-08, Πανεπιστήμιο Κύπρου
- Μιχαήλ. Μ (2012), “*Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό στην Κύπρο*”, Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λεμεσός

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κώδικας Matlab

```
file1='r.xlsx';
file2='p.xlsx';
file3='ppa.xlsx';
file4='poil.xlsx';
sheet='sheet1';
xlrangle='b3:an21';
xlrangle1='b3:m21';
xlrangle2='b3:b21';
xlrangle3='b3:an3';

r=xlsread(file1,sheet,xlrangle);
p=xlsread(file2,sheet,xlrangle1);
ppa=xlsread(file3,sheet,xlrangle2);
poil=xlsread(file4,sheet,xlrangle3);
baseyear=13;

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        p(j,t)=p(j,t-1)+(ppa(j))*(poil(t)-poil(t-1))+r(j,t);
    end
end

file2='C:\Users\USER\Desktop\final\p.xlsx';
xlrangle4='n3:an21';
xlswrite(file2,p(:,baseyear:39),sheet,xlrangle4);

file5='W.xlsx';
xlrangle5='c3:ao21';
W_airtransport=xlsread(file5,sheet,xlrangle5);
file39='perele_airtransport.xlsx';
```

```
perelc_airtransport=xlsread(file39,sheet,xlrange3);
```

```
for j=1:19
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        if (j==8)
```

```
            ap_initial(8,t)=W_airtransport(8,t)*p(8,t)*perelc_airtransport(t);
```

```
        else
```

```
            ap_initial(j,t)=W_airtransport(j,t)*p(j,t);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
file6='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial.xlsx';
```

```
xlswrite(file6,ap_initial,sheet,xlrange);
```

```
ap=sum(ap_initial,1);
```

```
xlrange20='n3:an3';
```

```
file7='C:\Users\USER\Desktop\final\ap.xlsx';
```

```
xlswrite(file7,ap(:,baseyear:39),sheet,xlrange20);
```

```
xlrange6='c22:ao40';
```

```
W_freighttransport=xlsread(file5,sheet,xlrange6);
```

```
file38='perelc_freighttransport.xlsx';
```

```
perelc_freighttransport=xlsread(file38,sheet,xlrange3);
```

```
for j=1:19
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        if (j==8)
```

```
            ap_initial2(8,t)=W_freighttransport(8,t)*p(8,t)*perelc_freighttransport(t);
```

```
        else
```

```
            ap_initial2(j,t)=W_freighttransport(j,t)*p(j,t);
```

```
        end
```

```

        end
    end

file8='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial2.xlsx';
xlswrite(file8,ap_initial2,sheet,xlrange);

ap2=sum(ap_initial2,1);

xlrange7='n4:an4';
xlswrite(file7,ap2(:,baseyear:39),sheet,xlrange7);

xlrange8='c41:ao59';
W_roadpassengertransport=xlsread(file5,sheet,xlrange8);
file40='perelc_roadpassengertransport.xlsx';
perelc_roadpassengertransport=xlsread(file40,sheet,xlrange3);

    for j=1:19
        for t=baseyear:39
            if (j==8)

ap_initial3(8,t)=W_roadpassengertransport(8,t)*p(8,t)*perelc_roadpassengertransport(t);
                else
                    ap_initial3(j,t)=W_roadpassengertransport(j,t)*p(j,t);
                end
            end
        end
    end

file9='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial3.xlsx';
xlswrite(file9,ap_initial3,sheet,xlrange);

ap3=sum(ap_initial3,1);

xlrange9='n5:an5';
xlswrite(file7,ap3(:,baseyear:39),sheet,xlrange9);

```

```

xlrang10='c60:ao78';
W_households=xlsread(file5,sheet,xlrang10);
file41='perelc_households.xlsx';
perelc_households=xlsread(file41,sheet,xlrang3);

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        if (j==9)
            ap_initial4(9,t)=W_households(9,t)*p(9,t)*perelc_households(t);
        else
            ap_initial4(j,t)=W_households(j,t)*p(j,t);
        end
    end
end

file10='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial4.xlsx';
xlswrite(file10,ap_initial4,sheet,xlrang);

ap4=sum(ap_initial4,1);

xlrang11='n6:an6';
xlswrite(file7,ap4(:,baseyear:39),sheet,xlrang11);

xlrang12='c79:ao97';
W_cementindustry=xlsread(file5,sheet,xlrang12);
file42='perelc_cementindustry.xlsx';
perelc_cementindustry=xlsread(file42,sheet,xlrang3);

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        if (j==8)
            ap_initial5(8,t)=W_cementindustry(8,t)*p(8,t)*perelc_cementindustry(t);
        else
            ap_initial5(j,t)=W_cementindustry(j,t)*p(j,t);
        end
    end
end

```



```

        end
    end
end

file11='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial5.xlsx';
xlswrite(file11,ap_initial5,sheet,xlrange);

ap5=sum(ap_initial5,1);

xlrange13='n7:an7';
xlswrite(file7,ap5(:,baseyear:39),sheet,xlrange13);

xlrange14='c98:ao116';
W_otherindustry=xlsread(file5,sheet,xlrange14);
file43='perelc_otherindustry.xlsx';
perelc_otherindustry=xlsread(file43,sheet,xlrange3);

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        if (j==8)
            ap_initial6(8,t)=W_otherindustry(8,t)*p(8,t)*perelc_otherindustry(t);
        else
            ap_initial6(j,t)=W_otherindustry(j,t)*p(j,t);
        end
    end
end

file12='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial6.xlsx';
xlswrite(file12,ap_initial6,sheet,xlrange);

ap6=sum(ap_initial6,1);

xlrange15='n8:an8';
xlswrite(file7,ap6(:,baseyear:39),sheet,xlrange15);

```

```

xlrang16='c117:ao135';
W_services=xlsread(file5,sheet,xlrang16);
file44='perelc_services.xlsx';
perelc_services=xlsread(file44,sheet,xlrang3);

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        if (j==11)
            ap_initial7(11,t)=W_services(11,t)*p(11,t)*perelc_services(t);
        else
            ap_initial7(j,t)=W_services(j,t)*p(j,t);
        end
    end
end

file13='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial7.xlsx';
xlswrite(file13,ap_initial7,sheet,xlrang);

ap7=sum(ap_initial7,1);

xlrang17='n9:an9';
xlswrite(file7,ap7(:,baseyear:39),sheet,xlrang17);

xlrang18='c136:ao154';
W_agriculture=xlsread(file5,sheet,xlrang18);
file45='perelc_agriculture.xlsx';
perelc_agriculture=xlsread(file45,sheet,xlrang3);

for j=1:19
    for t=baseyear:39
        if (j==10)
            ap_initial8(10,t)=W_agriculture(10,t)*p(10,t)*perelc_agriculture(t);
        else

```

```

        ap_initial8(j,t)=W_agriculture(j,t)*p(j,t);
    end
end
end

file14='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial8.xlsx';
xlswrite(file14,ap_initial8,sheet,xlrange);

ap8=sum(ap_initial8,1);

xlrange19='n10:an10';
xlswrite(file7,ap8(:,baseyear:39),sheet,xlrange19);

file15='C:\Users\USER\Desktop\final\f.xlsx';
xlrange21='b3:b8';

n=5;
for r=1:6
    f(r)=(6*(n+1-r)*r)/(n*(n+1)*(n+2));
end

xlswrite(file15,f,sheet,xlrange21);

file16='E.xlsx';
file17='eff.xlsx';
file18='A.xlsx';
file19='a_incomeel.xlsx';
file20='b1.xlsx';
file21='b2.xlsx';
file22='c.xlsx';
xlrange22='b3:m10';
xlrange23='b3:an10';

ap=xlsread(file7,sheet,xlrange23);

```

```

E=xlsread(file16,sheet,xlrange22);
eff=xlsread(file17,sheet,xlrange23);
A=xlsread(file18,sheet,xlrange23);
a_incomeel=xlsread(file19,sheet,xlrange23);
b1=xlsread(file20,sheet,xlrange23);
b2=xlsread(file21,sheet,xlrange23);
c=xlsread(file22,sheet,xlrange23);
xlrange66='b3:b9';
f=xlsread(file15,sheet,xlrange66);

for i=1:8
    for t=baseyear:39
        E(i,t)=E(i,t-1).*(1-eff(i,t)).*((A(i,t)/A(i,t-1)).^a_incomeel(i,t)).*((ap(i,t)/ap(i,t-1)).^b1(i,t)).*((ap(i,t-1)/ap(i,t-2)).^b2(i,t)).*((ap(i,t-2)/ap(i,t-3)).^(f(1,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-3)/ap(i,t-4)).^(f(2,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-4)/ap(i,t-5)).^(f(3,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-5)/ap(i,t-6)).^(f(4,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-6)/ap(i,t-7)).^(f(5,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-7)/ap(i,t-8)).^(f(6,1).*c(i,t))).*((ap(i,t-8)/ap(i,t-9)).^(f(7,1).*c(i,t)));
    end
end

file16='C:\Users\USER\Desktop\final\E.xlsx';
xlrange24='n3:an10';
xlswrite(file16,E(:,baseyear:39),sheet,xlrange24);

file23='ELCNS.xlsx';
ELCNS=xlsread(file23,sheet,xlrange22);
xlrange25='b11:an18';
ae_incomeel=xlsread(file19,sheet,xlrange25);
b1e=xlsread(file20,sheet,xlrange25);
b2e=xlsread(file21,sheet,xlrange25);
ce=xlsread(file22,sheet,xlrange25);

file37='pelc.xlsx';
pelc=xlsread(file37,sheet,xlrange);
xlrange67='b11:an11';

```

```
eff_e=xlsread(file17,sheet,xlrange67);
```

```
for i=1:8
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        ELCNS(i,t)=ELCNS(i,t-1).*(1-eff_e(t)).*((A(i,t)/A(i,t-1)).^ae_incomeel(i,t)).*((pelc(i,t)/pelc(i,t-1)).^b1e(i,t)).*((pelc(i,t-1)/pelc(i,t-2)).^b2e(i,t)).*((pelc(i,t-2)/pelc(i,t-3)).^(f(1,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-3)/pelc(i,t-4)).^(f(2,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-4)/pelc(i,t-5)).^(f(3,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-5)/pelc(i,t-6)).^(f(4,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-6)/pelc(i,t-7)).^(f(5,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-7)/pelc(i,t-8)).^(f(6,1).*ce(i,t))).*((pelc(i,t-8)/pelc(i,t-9)).^(f(7,1).*ce(i,t)));
```

```
    end
```

```
end
```

```
file23='C:\Users\USER\Desktop\final\ELCNS.xlsx';
```

```
xlswrite(file23,ELCNS(:,baseyear:39),sheet,xlrange24);
```

```
for i=1:8
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        EN(i,t)=E(i,t)+ELCNS(i,t);
```

```
    end
```

```
end
```

```
file24='C:\Users\USER\Desktop\final\EN.xlsx';
```

```
xlswrite(file24,EN(:,baseyear:39),sheet,xlrange24);
```

```
file25='meanEjit.xlsx';
```

```
xlrange26='c3:ao18';
```

```
xlrange27='c20:ao35';
```

```
xlrange28='c37:ao52';
```

```
xlrange29='c54:ao66';
```

```
xlrange30='c68:ao80';
```

```
xlrange31='c82:ao94';
```

```
xlrange32='c96:ao108';
```

```
xlrange33='c110:ao122';
```

```
meanEjit1=xlsread(file25,sheet,xlrange26);
meanEjit2=xlsread(file25,sheet,xlrange27);
meanEjit3=xlsread(file25,sheet,xlrange28);
meanEjit4=xlsread(file25,sheet,xlrange29);
meanEjit5=xlsread(file25,sheet,xlrange30);
meanEjit6=xlsread(file25,sheet,xlrange31);
meanEjit7=xlsread(file25,sheet,xlrange32);
meanEjit8=xlsread(file25,sheet,xlrange33);
```

```
meanE1it=sum(meanEjit1,1);
meanE2it=sum(meanEjit2,1);
meanE3it=sum(meanEjit3,1);
meanE4it=sum(meanEjit4,1);
meanE5it=sum(meanEjit5,1);
meanE6it=sum(meanEjit6,1);
meanE7it=sum(meanEjit7,1);
meanE8it=sum(meanEjit8,1);
```

```
file26='C:\Users\USER\Desktop\final\summeanEjit.xlsx';
```

```
xlrange34='b3:an3';
xlrange35='b4:an4';
xlrange36='b5:an5';
xlrange37='b6:an6';
xlrange38='b7:an7';
xlrange39='b8:an8';
xlrange40='b9:an9';
xlrange41='b10:an10';
```

```
xlswrite(file26,meanE1it,sheet,xlrange34);
xlswrite(file26,meanE2it,sheet,xlrange35);
xlswrite(file26,meanE3it,sheet,xlrange36);
xlswrite(file26,meanE4it,sheet,xlrange37);
```

```

xlswrite(file26,meanE5it,sheet,xlrange38);
xlswrite(file26,meanE6it,sheet,xlrange39);
xlswrite(file26,meanE7it,sheet,xlrange40);
xlswrite(file26,meanE8it,sheet,xlrange41);

summeanEjit=xlsread(file26,sheet,xlrange23);
for i=1:8
    for t=baseyear:39
        NEW(i,t)=E(i,t)-summeanEjit(i,t);
    end
end

file27='C:\Users\USER\Desktop\final\NEW.xlsx';
xlswrite(file27,NEW(:,baseyear:39),sheet,xlrange24);

file28='d.xlsx';
file29='LF.xlsx';
file30='CC.xlsx';
file31='FC.xlsx';
file32='VC.xlsx';

xlrange42='b3';
xlrange43='b4';
xlrange44='b5';
xlrange45='b6';
xlrange46='b7';
xlrange47='b8';
xlrange48='b9';
xlrange49='b10';

d_airtransport=xlsread(file28,sheet,xlrange42);
d_freighttransport=xlsread(file28,sheet,xlrange43);

```

```
d_roadpassengertransport=xlsread(file28,sheet,xlrange44);
d_households=xlsread(file28,sheet,xlrange45);
d_cementindustry=xlsread(file28,sheet,xlrange46);
d_otherindustry=xlsread(file28,sheet,xlrange47);
d_services=xlsread(file28,sheet,xlrange48);
d_agriculture=xlsread(file28,sheet,xlrange49);
```

```
LF_airtransport=xlsread(file29,sheet,xlrange26);
LF_freighttransport=xlsread(file29,sheet,xlrange27);
LF_roadpassengertransport=xlsread(file29,sheet,xlrange28);
LF_households=xlsread(file29,sheet,xlrange29);
LF_cementindustry=xlsread(file29,sheet,xlrange30);
LF_otherindustry=xlsread(file29,sheet,xlrange31);
LF_services=xlsread(file29,sheet,xlrange32);
LF_agriculture=xlsread(file29,sheet,xlrange33);
```

```
CC_airtransport=xlsread(file30,sheet,xlrange26);
CC_freighttransport=xlsread(file30,sheet,xlrange27);
CC_roadpassengertransport=xlsread(file30,sheet,xlrange28);
CC_households=xlsread(file30,sheet,xlrange29);
CC_cementindustry=xlsread(file30,sheet,xlrange30);
CC_otherindustry=xlsread(file30,sheet,xlrange31);
CC_services=xlsread(file30,sheet,xlrange32);
CC_agriculture=xlsread(file30,sheet,xlrange33);
```

```
FC_airtransport=xlsread(file31,sheet,xlrange26);
FC_freighttransport=xlsread(file31,sheet,xlrange27);
FC_roadpassengertransport=xlsread(file31,sheet,xlrange28);
FC_households=xlsread(file31,sheet,xlrange29);
FC_cementindustry=xlsread(file31,sheet,xlrange30);
FC_otherindustry=xlsread(file31,sheet,xlrange31);
FC_services=xlsread(file31,sheet,xlrange32);
FC_agriculture=xlsread(file31,sheet,xlrange33);
```



```
VC_airtransport=xlsread(file32,sheet,xlrange26);
VC_freighttransport=xlsread(file32,sheet,xlrange27);
VC_roadpassengertransport=xlsread(file32,sheet,xlrange28);
VC_households=xlsread(file32,sheet,xlrange29);
VC_cementindustry=xlsread(file32,sheet,xlrange30);
VC_otherindustry=xlsread(file32,sheet,xlrange31);
VC_services=xlsread(file32,sheet,xlrange32);
VC_agriculture=xlsread(file32,sheet,xlrange33);
```

```
file33='C:\Users\USER\Desktop\final\h.xlsx';
```

```
h_airtransport=xlsread(file33,sheet,xlrange42);
h_freighttransport=xlsread(file33,sheet,xlrange43);
h_roadpassengertransport=xlsread(file33,sheet,xlrange44);
h_households=xlsread(file33,sheet,xlrange45);
h_cementindustry=xlsread(file33,sheet,xlrange46);
h_otherindustry=xlsread(file33,sheet,xlrange47);
h_services=xlsread(file33,sheet,xlrange48);
h_agriculture=xlsread(file33,sheet,xlrange49);
```

```
file46='AFC.xlsx';
```

```
AFC_airtransport=xlsread(file46,sheet,xlrange26);
AFC_freighttransport=xlsread(file46,sheet,xlrange27);
AFC_roadpassengertransport=xlsread(file46,sheet,xlrange28);
AFC_households=xlsread(file46,sheet,xlrange29);
AFC_cementindustry=xlsread(file46,sheet,xlrange30);
AFC_otherindustry=xlsread(file46,sheet,xlrange31);
AFC_services=xlsread(file46,sheet,xlrange32);
AFC_agriculture=xlsread(file46,sheet,xlrange33);
```

```
file47='Wt.xlsx';
```

```
xlrange68='c3:ao18';
```

```
Wt_airtransport=xlsread(file47,sheet,xlrange68);
```

```

for j=1:16
    for t=baseyear:39

sum_airtransport(j,t)=Wt_airtransport(j,t)*(((d_airtransport*exp(d_airtransport*LF_airtransport(j,t)))/(exp(d_airtransport*LF_airtransport(j,t))-1))*CC_airtransport(j,t)+FC_airtransport(j,t)+(VC_airtransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_airtransport(j,t))))^h_airtransport;

    end
end

```

```

sum1=sum(sum_airtransport,1);
file34='C:\Users\USER\Desktop\final\sum.xlsx';
xlwrite(file34,sum1(:,baseyear:39),sheet,xlrange20);

```

```

xlrange69='c20:ao35';
Wt_freighttransport=xlread(file47,sheet,xlrange69);

```

```

for j=1:16
    for t=baseyear:39

sum_freighttransport(j,t)=Wt_freighttransport(j,t)*(((d_freighttransport*exp(d_freighttransport*LF_freighttransport(j,t)))/(exp(d_freighttransport*LF_freighttransport(j,t))-1))*CC_freighttransport(j,t)+FC_freighttransport(j,t)+(VC_freighttransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_freighttransport(j,t))))^h_freighttransport;

    end
end

```

```

sum2=sum(sum_freighttransport,1);
xlwrite(file34,sum2(:,baseyear:39),sheet,xlrange7);

```

```

xlrange70='c37:ao52';
Wt_roadpassengertransport=xlread(file47,sheet,xlrange70);

```

```

for j=1:16
    for t=baseyear:39

sum_roadpassengertransport(j,t)=Wt_roadpassengertransport(j,t)*(((d_roadpassengertransport*exp(d_roadpassengertransport*LF_roadpassengertransport(j,t)))/(exp(d_roadpassengertransport*LF_roadpassengertransport(j,t))-1))*CC_roadpassengertransport(j,t)+FC_roadpassengertransport(j,t)+(VC_roadpassengertransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_roadpassengertransport(j,t))))^h_roadpassengertransport;

    end
end

```

```
1))*CC_roadpassengertransport(j,t)+FC_roadpassengertransport(j,t)+(VC_roadpassengertransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_roadpassengertransport(j,t))))^h_roadpassengertransport;
```

```
end
```

```
end
```

```
sum3=sum(sum_roadpassengertransport,1);
```

```
xlswrite(file34,sum3(:,baseyear:39),sheet,xlrange9);
```

```
xlrange71='c54:ao69';
```

```
Wt_households=xlsread(file47,sheet,xlrange71);
```

```
for j=1:13
```

```
for t=baseyear:39
```

```
sum_households(j,t)=Wt_households(j,t)*(((d_households*exp(d_households*LF_households(j,t)))/(exp(d_households*LF_households(j,t))-1))*CC_households(j,t)+FC_households(j,t)+(VC_households(j,t)+(p(j,t)*AFC_households(j,t))))^h_households;
```

```
end
```

```
end
```

```
sum4=sum(sum_households,1);
```

```
xlswrite(file34,sum4(:,baseyear:39),sheet,xlrange11);
```

```
xlrange72='c71:ao86';
```

```
Wt_cementindustry=xlsread(file47,sheet,xlrange72);
```

```
for j=1:13
```

```
for t=baseyear:39
```

```
sum_cementindustry(j,t)=Wt_cementindustry(j,t)*(((d_cementindustry*exp(d_cementindustry*LF_cementindustry(j,t)))/(exp(d_cementindustry*LF_cementindustry(j,t))-1))*CC_cementindustry(j,t)+FC_cementindustry(j,t)+(VC_cementindustry(j,t)+(p(j,t)*AFC_cementindustry(j,t))))^h_cementindustry;
```

```
end
```

```
end
```

```
sum5=sum(sum_cementindustry,1);
```

```
xlwrite(file34,sum5(:,baseyear:39),sheet,xlrange13);
```

```
xlrange73='c88:ao103';
```

```
Wt_otherindustry=xlsread(file47,sheet,xlrange73);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
sum_otherindustry(j,t)=Wt_otherindustry(j,t)*(((d_otherindustry*exp(d_otherindustry*LF_oth  
erindustry(j,t)))/(exp(d_otherindustry*LF_otherindustry(j,t))-  
1))*CC_otherindustry(j,t)+FC_otherindustry(j,t)+(VC_otherindustry(j,t)+(p(j,t)*AFC_otheri  
ndustry(j,t))))^h_otherindustry;
```

```
end
```

```
end
```

```
sum6=sum(sum_otherindustry,1);
```

```
xlwrite(file34,sum6(:,baseyear:39),sheet,xlrange15);
```

```
xlrange74='c105:ao120';
```

```
Wt_services=xlsread(file47,sheet,xlrange74);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
sum_services(j,t)=Wt_services(j,t)*(((d_services*exp(d_services*LF_services(j,t)))/(exp(d_s  
ervices*LF_services(j,t))-  
1))*CC_services(j,t)+FC_services(j,t)+(VC_services(j,t)+(p(j,t)*AFC_services(j,t))))^h_servi  
ces;
```

```
end
```

```
end
```

```
sum7=sum(sum_services,1);
```

```
xlwrite(file34,sum7(:,baseyear:39),sheet,xlrange17);
```

```
xlrange75='c122:ao137';
```

```
Wt_agriculture=xlsread(file47,sheet,xlrange75);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        sum_agriculture(j,t)=Wt_agriculture(j,t)*(((d_agriculture*exp(d_agriculture*LF_agriculture(j,t)))/(exp(d_agriculture*LF_agriculture(j,t))-1))*CC_agriculture(j,t)+FC_agriculture(j,t)+(VC_agriculture(j,t)+(p(j,t)*AFC_agriculture(j,t))))^h_agriculture;
```

```
    end
```

```
end
```

```
sum8=sum(sum_agriculture,1);
```

```
xlswrite(file34,sum8(:,baseyear:39),sheet,xlrange19);
```

```
file35='s.xlsx';
```

```
xlrange50='o3:ao18';
```

```
xlrange51='o20:ao35';
```

```
xlrange52='o37:ao52';
```

```
xlrange53='o54:ao66';
```

```
xlrange54='o68:ao80';
```

```
xlrange55='o82:ao94';
```

```
xlrange56='o96:ao108';
```

```
xlrange57='o110:ao122';
```

```
for j=1:16
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        s_airtransport(j,t)=Wt_airtransport(j,t)*(((d_airtransport*exp(d_airtransport*LF_airtransport(j,t)))/(exp(d_airtransport*LF_airtransport(j,t))-1))*CC_airtransport(j,t)+FC_airtransport(j,t)+(VC_airtransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_airtransport(j,t))))^h_airtransport)/(sum1(t));
```

```
    end
```

end

file35='C:\Users\USER\Desktop\final\s.xlsx';

xlswrite(file35,s_airtransport(:,baseyear:39),sheet,xlrange50);

for j=1:16

 for t=baseyear:39

 s_freighttransport(j,t)=Wt_freighttransport(j,t)*(((d_freighttransport*exp(d_freighttransport*LF_freighttransport(j,t)))/(exp(d_freighttransport*LF_freighttransport(j,t))-1))*CC_freighttransport(j,t)+FC_freighttransport(j,t)+(VC_freighttransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_freighttransport(j,t))))^h_freighttransport)/(sum2(t));

 end

end

xlswrite(file35,s_freighttransport(:,baseyear:39),sheet,xlrange51);

for j=1:16

 for t=baseyear:39

 s_roadpassengertransport(j,t)=Wt_roadpassengertransport(j,t)*(((d_roadpassengertransport*exp(d_roadpassengertransport*LF_roadpassengertransport(j,t)))/(exp(d_roadpassengertransport*LF_roadpassengertransport(j,t))-1))*CC_roadpassengertransport(j,t)+FC_roadpassengertransport(j,t)+(VC_roadpassengertransport(j,t)+(p(j,t)*AFC_roadpassengertransport(j,t))))^h_roadpassengertransport)/(sum3(t));

 end

end

xlswrite(file35,s_roadpassengertransport(:,baseyear:39),sheet,xlrange52);

for j=1:13

 for t=baseyear:39

 s_households(j,t)=Wt_households(j,t)*(((d_households*exp(d_households*LF_households(j,t)))/(exp(d_households*LF_households(j,t))-1))*CC_households(j,t)+FC_households(j,t)+(VC_households(j,t)+(p(j,t)*AFC_households(j,t))))^h_households)/(sum4(t));

 end

end

```
xlswrite(file35,s_households(:,baseyear:39),sheet,xlrange53);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        s_cementindustry(j,t)=Wt_cementindustry(j,t)*(((d_cementindustry*exp(d_cementindustry*  
        LF_cementindustry(j,t)))/(exp(d_cementindustry*LF_cementindustry(j,t))-  
        1))*CC_cementindustry(j,t)+FC_cementindustry(j,t)+(VC_cementindustry(j,t)+(p(j,t)*AFC_  
        cementindustry(j,t))))^h_cementindustry)/(sum5(t));
```

```
    end
```

```
end
```

```
xlswrite(file35,s_cementindustry(:,baseyear:39),sheet,xlrange54);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        s_otherindustry(j,t)=Wt_otherindustry(j,t)*(((d_otherindustry*exp(d_otherindustry*LF_othe  
        rindustry(j,t)))/(exp(d_otherindustry*LF_otherindustry(j,t))-  
        1))*CC_otherindustry(j,t)+FC_otherindustry(j,t)+(VC_otherindustry(j,t)+(p(j,t)*AFC_othi  
        erindustry(j,t))))^h_otherindustry)/(sum6(t));
```

```
    end
```

```
end
```

```
xlswrite(file35,s_otherindustry(:,baseyear:39),sheet,xlrange55);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        s_services(j,t)=Wt_services(j,t)*(((d_services*exp(d_services*LF_services(j,t)))/(exp(d_ser  
        vices*LF_services(j,t))-  
        1))*CC_services(j,t)+FC_services(j,t)+(VC_services(j,t)+(p(j,t)*AFC_services(j,t))))^h_servi  
        ces)/(sum7(t));
```

```
    end
```

```
end
```

```
xlswrite(file35,s_services(:,baseyear:39),sheet,xlrange56);
```

```
for j=1:13
```

```

    for t=baseyear:39
s_agriculture(j,t)=Wt_agriculture(j,t)*(((d_agriculture*exp(d_agriculture*LF_agriculture(j,t)
))/exp(d_agriculture*LF_agriculture(j,t))-
1))*CC_agriculture(j,t)+FC_agriculture(j,t)+(VC_agriculture(j,t)+(p(j,t)*AFC_agriculture(j,t)
)))^h_agriculture)/(sum8(t));
end
end

```

```

xlswrite(file35,s_agriculture(:,baseyear:39),sheet,xlrange57);

```

```

file27='C:\Users\USER\Desktop\final\NEW.xlsx';
NEW_airtransport=xlswrite(file27,sheet,xlrange34);
NEW_freighttransport=xlswrite(file27,sheet,xlrange35);
NEW_roadpassengertransport=xlswrite(file27,sheet,xlrange36);
NEW_households=xlswrite(file27,sheet,xlrange37);
NEW_cementindustry=xlswrite(file27,sheet,xlrange38);
NEW_otherindustry=xlswrite(file27,sheet,xlrange39);
NEW_services=xlswrite(file27,sheet,xlrange40);
NEW_agriculture=xlswrite(file27,sheet,xlrange41);

```

```

E_airtransport=xlswrite(file16,sheet,xlrange34);
E_freighttransport=xlswrite(file16,sheet,xlrange35);
E_roadpassengertransport=xlswrite(file16,sheet,xlrange36);
E_households=xlswrite(file16,sheet,xlrange37);
E_cementindustry=xlswrite(file16,sheet,xlrange38);
E_otherindustry=xlswrite(file16,sheet,xlrange39);
E_services=xlswrite(file16,sheet,xlrange40);
E_agriculture=xlswrite(file16,sheet,xlrange41);

```

```

file36='C:\Users\USER\Desktop\final\E_fuel.xlsx';
xlrange58='c3:n18';
xlrange59='c20:n35';
xlrange60='c37:n52';
xlrange61='c54:n66';
xlrange62='c68:n80';

```



```
xlrange63='c82:n94';  
xlrange64='c96:n108';  
xlrange65='c110:n122';
```

```
E_airtransportfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange58);  
E_freighttransportfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange59);  
E_roadpassengertransportfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange60);  
E_householdsfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange61);  
E_cementindustryfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange62);  
E_otherindustryfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange63);  
E_servicesfuel=xlsread(file36,sheet,xlrange64);  
E_agriculturefuel=xlsread(file36,sheet,xlrange65);
```

```
for j=1:16  
    for t=baseyear:39  
        if NEW_airtransport(t)>0  
E_airtransportfuel(j,t)=meanEjit1(j,t)+s_airtransport(j,t).*NEW_airtransport(t);  
else  
E_airtransportfuel(j,t)=E_airtransportfuel(j,t-1).*(E_airtransport(t)/E_airtransport(t-1));  
        end  
    end  
end
```

```
xlswrite(file36,E_airtransportfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange50);
```

```
for j=1:16  
    for t=baseyear:39  
        if NEW_freighttransport(t)>0  
E_freighttransportfuel(j,t)=meanEjit2(j,t)+s_freighttransport(j,t).*NEW_freighttransport(t);  
else  
E_freighttransportfuel(j,t)=E_freighttransportfuel(j,t-1).*(E_freighttransport(t)/E_freighttransport(t-1));  
        end  
    end  
end
```

```
xlswrite(file36,E_freighttransportfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange51);
```

```
for j=1:16
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        if NEW_roadpassengertransport(t)>0
```

```
E_roadpassengertransportfuel(j,t)=meanEjit3(j,t)+s_roadpassengertransport(j,t).*NEW_roadpassengertransport(t);
```

```
    else
```

```
E_roadpassengertransportfuel(j,t)=E_roadpassengertransportfuel(j,t-1).*(E_roadpassengertransport(t)/E_roadpassengertransport(t-1));
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
xlswrite(file36,E_roadpassengertransportfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange52);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        if NEW_households(t)>0
```

```
E_householdsfuel(j,t)=meanEjit4(j,t)+s_households(j,t).*NEW_households(t);
```

```
    else
```

```
E_householdsfuel(j,t)=E_householdsfuel(j,t-1).*(E_households(t)/E_households(t-1));
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
xlswrite(file36,E_householdsfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange53);
```

```
for j=1:13
```

```
    for t=baseyear:39
```

```
        if NEW_cementindustry(t)>0
```

```
E_cementindustryfuel(j,t)=meanEjit5(j,t)+s_cementindustry(j,t).*NEW_cementindustry(t);
```

```
    else
```

```
E_cementindustryfuel(j,t)=E_cementindustryfuel(j,t-1).*(E_cementindustry(t)/E_cementindustry(t-1));
```

```
end
```

```
end
```

```
end
```

```
xlswrite(file36,E_cementindustryfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange54);
```

```
for j=1:13
```

```
for t=baseyear:39
```

```
if NEW_otherindustry(t)>0
```

```
E_otherindustryfuel(j,t)=meanEjit6(j,t)+s_otherindustry(j,t).*NEW_otherindustry(t);
```

```
else
```

```
E_otherindustryfuel(j,t)=E_otherindustryfuel(j,t-1).*(E_otherindustry(t)/E_otherindustry(t-1));
```

```
end
```

```
end
```

```
end
```

```
xlswrite(file36,E_otherindustryfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange55);
```

```
for j=1:13
```

```
for t=baseyear:39
```

```
if NEW_services(t)>0
```

```
E_servicesfuel(j,t)=meanEjit7(j,t)+s_services(j,t).*NEW_services(t);
```

```
else
```

```
E_servicesfuel(j,t)=E_servicesfuel(j,t-1).*(E_services(t)/E_services(t-1));
```

```
end
```

```
end
```

```
end
```

```
xlswrite(file36,E_servicesfuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange56);
```

```
for j=1:13
```

```
for t=baseyear:39
```

```
    if NEW_agriculture(t)>0
E_agriculturefuel(j,t)=meanEjit8(j,t)+s_agriculture(j,t).*NEW_agriculture(t);
else
E_agriculturefuel(j,t)=E_agriculturefuel(j,t-1).*(E_agriculture(t)/E_agriculture(t-1));
    end
end
end

xlswrite(file36,E_agriculturefuel(:,baseyear:39),sheet,xlrange57);
```

<i>Όνομα αρχείου (στον κώδικα Matlab)</i>	<i>Όνομα μεταβλητής</i>
file1='r.xlsx';	$r_{j,t}$
file2='p.xlsx';	$p_{j,t}$
file3='ppa.xlsx';	ppa_j
file4='poil.xlsx';	$poil_t$
file5='W.xlsx';	$W_{i,j,t}$
file6='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial.xlsx';	$ap_{j,t}$ (air transport)
file7='C:\Users\USER\Desktop\final\ap.xlsx';	$ap_{i,t}$
file8='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial2.xlsx';	$ap_{j,t}$ (freight transport)
file9='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial3.xlsx';	$ap_{j,t}$ (road passenger transport)
file10='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial4.xlsx';	$ap_{j,t}$ (households)
file11='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial5.xlsx';	$ap_{j,t}$ (cement industry)
file12='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial6.xlsx';	$ap_{j,t}$ (other industry)
file13='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial7.xlsx';	$ap_{j,t}$ (services)
file14='C:\Users\USER\Desktop\final\ap_initial8.xlsx';	$ap_{j,t}$ (agriculture)
file15='C:\Users\USER\Desktop\final\f.xlsx';	ϕ (r/n)
file16='C:\Users\USER\Desktop\final\E.xlsx';	$E_{i,t}$
file17='eff.xlsx';	$eff_{i,t}$
file18='A.xlsx';	$A_{i,t}$
file19='a_incomeel.xlsx';	α, α_e

file20='b1.xlsx';	β_1, β_{e1}
file21='b2.xlsx';	β_2, β_{e2}
file22='c.xlsx';	γ, γ_e
file23='C:\Users\USER\Desktop\final\ELCNS.xlsx';	$ELCNS_{i,t}$
file24='C:\Users\USER\Desktop\final\EN.xlsx';	$EN_{i,t}$
file25='meanEjit.xlsx';	$\overline{E_{i,j,t}}$
file26='C:\Users\USER\Desktop\final\summeanEjit.xlsx';	$\sum_j \overline{E_{i,j,t}}$
file27='C:\Users\USER\Desktop\final\NEW.xlsx';	$NEW_{i,t}$
file28='d.xlsx';	$d_{i,t}$
file29='LF.xlsx';	$LF_{i,j,t}$
file30='CC.xlsx';	$CC_{i,j,t}$
file31='FC.xlsx';	$FC_{i,j,t}$
file32='VC.xlsx';	$VC_{i,j,t}$
file33='C:\Users\USER\Desktop\final\h.xlsx';	η
file34='C:\Users\USER\Desktop\final\sum.xlsx';	$SUM_{i,t}$
file35='C:\Users\USER\Desktop\final\s.xlsx';	$S_{i,j,t}$
file36='C:\Users\USER\Desktop\final\E_fuel.xlsx';	$E_{i,j,t}$
file37='pelc.xlsx';	$pelc_{i,t}$
file38='perele_freighttransport.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file39='perele_airtransport.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file40='perele_roadpassengertransport.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file41='perele_households.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file42='perele_cementindustry.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)

file43='perelc_otherindustry.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file44='perelc_services.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file45='perelc_agriculture.xlsx';	percentage of substitutable electricity (t)
file46='AFC.xlsx';	annual fuel consumption (i,j,t)
file47='Wt.xlsx';	$W_{i,j,t}$