



Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής

ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ

Θεόδωρος Ζαχαριάδης
Κέντρο Οικονομικών Ερευνών
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Αρ. 04-08
Οκτώβριος 2008

Χορηγοί ΚΟΕ (κατά αλφαβητική σειρά)

Γραφείο Προγραμματισμού

Κεντρική Τράπεζα Κύπρου

Κυπριακός Οργανισμός Τουρισμού

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σύνδεσμος Εμπορικών Τραπεζών

Τμήμα Οικονομικών Πανεπιστημίου Κύπρου

Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων

Υπουργείο Οικονομικών

Οι απόψεις που εκφράζονται στα δημοσιεύματα του ΚΟΕ είναι των συγγραφέων μόνο και δεν αντιπροσωπεύουν αναγκαστικά το ΚΟΕ και τους χορηγούς του.

Μακροχρόνια πρόβλεψη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Η επίδραση των κλιματικών αλλαγών*

Περίληψη

Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η πιθανή εξέλιξη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο έως το 2030, σε συνάρτηση με την εξέλιξη των μακροοικονομικών μεγεθών, των τιμών του πετρελαίου και των καιρικών συνθηκών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, εφόσον συνεχιστούν οι τάσεις που παρατηρήθηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες και δεν επέλθουν δραματικές αλλαγές στη διάρθρωση της οικονομικής δραστηριότητας και στις διαθέσιμες τεχνολογίες, η χρήση ηλεκτρισμού αναμένεται να τριπλασιαστεί κατά τα επόμενα 20–25 χρόνια, με αυξανόμενη συμμετοχή των οικιακών καταναλωτών και του τριτογενούς τομέα της οικονομίας.

Επιπρόσθετα, διενεργήθηκε πρόβλεψη υποθέτοντας σταδιακή μεταβολή των καιρικών συνθηκών λόγω της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τις προβλέψεις διεθνών οργανισμών, η μέση θερμοκρασία στην ανατολική Μεσόγειο θα αυξηθεί κατά 1°C περίπου έως το 2030. Εφαρμόζοντας το μοντέλο μας, υπολογίσαμε ότι η κατανάλωση ηλεκτρισμού στην Κύπρο θα αυξηθεί μέχρι το 2030 κατά 2,9% συνολικά σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς. Η αύξηση θα γίνει περισσότερο αισθητή μετά το 2020, οπότε θα είναι και σχετικά μεγαλύτερη η αύξηση της θερμοκρασίας.

Οι αυξημένες ανάγκες για ηλεκτρισμό αναμένεται να οδηγήσουν σε άμεσο κόστος περίπου 15 εκ. Ευρώ το 2020 και 45 εκ. Ευρώ το 2030, ενώ η παρούσα αξία του συνολικού κόστους για την περίοδο 2008-2030 υπολογίζεται να ξεπεράσει τα 200 εκ. Ευρώ (σε σταθερές τιμές 2007). Το μεγαλύτερο μέρος της επιβάρυνσης αναμένεται να το επωμιστούν τα νοικοκυριά, με μέσο κόστος ανά νοικοκυριό περί τα 30 Ευρώ ανά έτος το 2020 και 80 Ευρώ ανά έτος το 2030 (σε τιμές 2007). Το μέγιστο ημερήσιο ηλεκτρικό φορτίο αναμένεται να αυξηθεί κατά 65–75 MW το 2020 και κατά 85–95 MW το 2030 σε σχέση με την περίπτωση χωρίς κλιματική αλλαγή· αυτό συνεπάγεται επιπλέον κόστος, εφόσον θα απαιτείται περισσότερη εφεδρική ηλεκτρική ισχύς.

Ας σημειωθεί ότι οι παραπάνω προβλέψεις αφορούν μια ήπια αύξηση της θερμοκρασίας στην Κύπρο, αφού η περίοδος πρόβλεψής μας φτάνει μέχρι το 2030, ενώ οι μεγάλες αυξήσεις της θερμοκρασίας αναμένονται κατά το δεύτερο μισό του 21ου αιώνα.

* Ευχαριστώ τον κ. Στέλιο Πασιαρδή από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία, που προμήθευσε τα δεδομένα βαθμο-ημερών καθώς και επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές στην Κύπρο. Μέρος της εργασίας αυτής χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω του έργου «Assessment of Economic Impacts of Climate Change in Cyprus» - Marie Curie Reintegration Grant No. PERG03-GA-2008-230595, ωστόσο φέρω την ευθύνη για τα περιεχόμενα του παρόντος Δοκιμίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

EXECUTIVE SUMMARY	VII
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	2
3. ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	7
3.1. Μακροοικονομικά μεγέθη	7
3.2. Εξέλιξη των τιμών του ηλεκτρισμού	8
3.3. Καιρικές συνθήκες.....	11
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	11
5. ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΗΜΕΡΙΑ	16
5.1. Επίδραση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού.....	16
5.2. Επιπτώσεις στην κοινωνική ευημερία	18
6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟ	19
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	23
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	24

LONG-TERM FORECAST OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN CYPRUS: THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE

EXECUTIVE SUMMARY

This study provides a long-term forecast of electricity consumption in Cyprus up to the year 2030. It is based on econometric analysis of energy use as a function of macroeconomic variables, electricity prices and weather conditions. To enable this, official macroeconomic forecasts are used along with the most recent assumptions on the evolution of crude oil prices made by the U.S. Department of Energy. According to the results, if past trends continue and no serious energy conservation policies are implemented, electricity use in Cyprus is expected to triple in the coming 20-25 years, with the residential and commercial sectors increasing their already high shares in total consumption.

Beside this reference scenario, it was attempted to assess the impact of climate change on electricity use. According to projections by international organisations, the average temperature in the Eastern Mediterranean is expected to rise by about 1°C by the year 2030. Using our econometrically estimated model, we calculated that electricity consumption in Cyprus will be 2.9% higher in 2030 than in the reference scenario. This will lead to a welfare loss because of higher electricity costs faced by both households and enterprises. These costs are estimated at 15 million Euros in 2020 and 45 million Euros in 2030; for the entire period 2008-2030 the present value of costs may exceed 200 million Euros (all amounts expressed in constant Euros of 2007). Households are most likely to bear the largest share of these costs: average costs per household may amount to about 30 Euros'2007 per year in 2020 and 80 Euros'2007 per year in 2030.

Moreover, we estimated econometrically the evolution of peak electricity load during the 2000-2007 period, and then assessed the additional load requirements in the future because of climate change: extra electricity load may amount to 65-75 Megawatts (MW) in the year 2020 and 85-95 MW in 2030. This will lead to additional costs for investing in additional power reserve capacity.

It should be noted that these projections are the result of a relatively low temperature increase in Cyprus because the forecast horizon is the year 2030, while climate change projections foresee that the sharpest temperature increase will most probably be observed in the second half of the 21st century.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μακροχρόνια πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας είναι απαραίτητη όσο και δύσκολη. Απαραίτητη, γιατί αποτελεί προϋπόθεση για τον προγραμματισμό των ενεργειακών επενδύσεων, τη μελέτη πιθανών αλλαγών στο θεσμικό πλαίσιο που διέπει το ενεργειακό σύστημα μιας χώρας, τη διασφάλιση της ενεργειακής της τροφοδοσίας και την αποτίμηση της πορείας των δεσμεύσεων που έχει αναλάβει στο πλαίσιο διεθνών ενεργειακών και περιβαλλοντικών συμφωνιών. Τα παραπάνω ισχύουν πολύ περισσότερο στην Κύπρο, της οποίας το ηλεκτρικό σύστημα δεν είναι διασυνδεδεμένο με άλλες χώρες, οπότε αποκλείεται η δυνατότητα εισαγωγών ηλεκτρισμού σε περιπτώσεις όπου το εγχώριο ηλεκτρικό σύστημα δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών. Συγχρόνως η πρόβλεψη είναι δύσκολη: επειδή η κατανάλωση ενέργειας είναι άμεσα συνυφασμένη με την οικονομική ανάπτυξη και τις διεθνείς τιμές των ενεργειακών προϊόντων που κινούνται σε περιβάλλον έντονης αβεβαιότητας, είναι αδύνατη η ακριβής πρόγνωση των μελλοντικών εξελίξεων. Για αυτό τον λόγο, οι προβλέψεις διενεργούνται συνήθως υποθέτοντας ποικίλα σενάρια, δηλαδή κάνοντας διαφορετικές υποθέσεις για την εξέλιξη βασικών μακροοικονομικών και ενεργειακών μεγεθών, και υπολογίζοντας κατόπιν πώς θα εξελιχθεί η κατανάλωση ενέργειας σε καθένα από τα σενάρια αυτά.

Το παρόν Δοκίμιο παρουσιάζει μια σειρά προβλέψεων της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο έως το έτος 2030, για τις τέσσερις βασικές κατηγορίες καταναλωτών: τον οικιακό τομέα, τον τομέα των υπηρεσιών, τη βιομηχανία και τη γεωργία. Οι προβλέψεις αυτές βασίζονται σε οικονομετρική ανάλυση των κυπριακών δεδομένων και σε υποθέσεις για τη μελλοντική εξέλιξη της οικονομικής μεγέθυνσης, των διεθνών τιμών του πετρελαίου και των καιρικών συνθηκών. Παρόμοια πρόβλεψη δημοσιεύθηκε το 2006 (Ζαχαριάδης 2006) με βάση την ανάλυση των έως τότε δεδομένων και τις προβλέψεις διεθνών οργανισμών για την εξέλιξη των πετρελαϊκών τιμών. Πέρα από το γεγονός ότι οι προβλέψεις αυτές πρέπει να επανελέγχονται και να αναθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να λαμβάνονται υπόψη μεταβολές στο μακροοικονομικό περιβάλλον και τις ενεργειακές εξελίξεις, το παρόν Δοκίμιο προσπαθεί επιπλέον να αναδείξει κάποιες από τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο ηλεκτρικό σύστημα της Κύπρου. Παρόλο που οι διεθνείς οργανισμοί προβλέπουν ότι οι κλιματικές αλλαγές θα φανούν εντονότερα στο δεύτερο μισό του 21ου αιώνα, ακόμα και μικρές αλλαγές έως το 2030, που είναι ο χρονικός ορίζοντας της παρούσας πρόβλεψης, αναμένεται να έχουν επιπτώσεις τόσο στην κοινωνική ευημερία όσο και στις ανάγκες ηλεκτρικής τροφοδοσίας της Κύπρου.

Οι προβλέψεις αυτές, παρά την αβεβαιότητά τους, μπορούν να αποτελέσουν μια ένδειξη για το εύρος εντός του οποίου μπορεί να κυμαίνεται η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο εφόσον δεν συμβούν δραματικές αλλαγές στη διάρθρωση της οικονομικής δραστηριότητας και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς μπορούν να χρησιμεύσουν ως οδηγός για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό του κυπριακού ηλεκτρικού συστήματος με στόχο την επάρκεια της ηλεκτρικής τροφοδοσίας της χώρας.

2. ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι προβλέψεις που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη βασίζονται στην οικονομετρική ανάλυση που δημοσιεύτηκε σε δύο προηγούμενα Δοκίμια του Κέντρου Οικονομικών Ερευνών (ΚΟΕ) του Πανεπιστημίου Κύπρου (Zachariadis 2006, Ζαχαριάδης 2006). Οι μελέτες εκείνες αποτέλεσαν την πρώτη οικονομετρική ανάλυση της κατανάλωσης ενέργειας που έχει διεξαχθεί στην Κύπρο, και τα αποτελέσματά της παρουσιάζονται πολύ συνοπτικά στο παρόν κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ αποτελούν το σημείο εκκίνησης των προβλέψεων που θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια του Δοκιμίου.

Χρησιμοποιώντας τις χρονοσειρές που είναι διαθέσιμες από τη Στατιστική Υπηρεσία της Κυπριακής Δημοκρατίας για την περίοδο 1960–2007 σε ετήσια βάση, διερευνήθηκε η δυναμική αλληλεπίδραση της κατανάλωσης διάφορων μορφών ενέργειας, της οικονομικής δραστηριότητας, των τιμών των αντίστοιχων καυσίμων και των καιρικών συνθηκών. Τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία επέτρεψαν να αναλυθεί η κατανάλωση ηλεκτρισμού στον οικιακό, εμπορικό, βιομηχανικό και αγροτικό τομέα, η κατανάλωση βενζίνης και η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας.

Η ανάλυση διενεργήθηκε με δύο μεθόδους: αφενός με τη χρήση ελέγχων μοναδιαίας ρίζας για τις εμπλεκόμενες μεταβλητές, μεθόδων συνολοκλήρωσης και μοντέλων διανυσματικής αυτοπαλινδρόμησης (vector error correction models – VEC), και αφετέρου με την εφαρμογή μοντέλων μίας εξίσωσης με αυτοπαλινδρόμηση και καταμεμημένη υστέρηση (autoregressive distributed lag models – ARDL). Η πρώτη μέθοδος είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε εφαρμοσμένες οικονομετρικές αναλύσεις. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιούνταν εκτεταμένα μέχρι τη δεκαετία του 1980 και πρόσφατα οι εργασίες των Pesaran-Shin-Smith (βλ. λ.χ. Pesaran and Shin 1999, Pesaran et al. 2001) επαναβεβαίωσαν την αξιοπιστία της, υπό την προϋπόθεση ότι για τους ελέγχους υποθέσεων χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες μη τυπικές (non-standard) κατανομές.

Ειδικά για την κατανάλωση ηλεκτρισμού, στην οποία εστιάζει η παρούσα μελέτη, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό και οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική μακροχρόνια σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα, του εισοδήματος/οικονομικής δραστηριότητας, των τιμών των καυσίμων και των καιρικών συνθηκών. Όπως στις περισσότερες χώρες του κόσμου, οι εκτιμώμενες μακροχρόνιες εισοδηματικές ελαστικότητες είναι συνήθως μεγαλύτερες της μονάδας, ενώ οι αντίστοιχες ελαστικότητες των τιμών κυμαίνονται σε επίπεδα χαμηλότερα του 0,5 (σε απόλυτες τιμές)¹. Οι διαγνωστικοί έλεγχοι έδειξαν ότι οι εξισώσεις κατανάλωσης οικιακού, εμπορικού και βιομηχανικού ηλεκτρισμού παρουσιάζουν πολύ ικανοποιητικές ιδιότητες.

Για τη διενέργεια των προβλέψεων που θα παρουσιαστούν στο παρόν Δοκίμιο επιλέχθηκε η χρήση των μοντέλων ARDL, αφενός διότι τα μοντέλα VEC προσφέρονται περισσότερο για ανάλυση της βραχυχρόνιας αλληλεπίδρασης μεταξύ των μεταβλητών και λιγότερο για μακροχρόνιες προβλέψεις, και αφετέρου διότι τα μοντέλα ARDL έχουν καλύτερες ιδιότητες σε μικρά δείγματα (Pesaran and Shin 1999) και προσεγγίζουν περισσότερο μια δομική (structural) περιγραφή της κατανάλωσης ενέργειας από ό,τι τα μηχανιστικά μοντέλα VEC (Clements and Madlener 1999). Η χρήση μοντέλου ARDL προϋποθέτει ότι μόνο η κατανάλωση ηλεκτρισμού είναι ενδογενής (εξαρτημένη) μεταβλητή, θεωρώντας έτσι τόσο τα μακροοικονομικά μεγέθη μιας χώρας όσο και τις διεθνείς τιμές των καυσίμων ως εξωγενείς (ανεξάρτητες) μεταβλητές. Η θεώρηση αυτή συνιστά απλουστευμένη προσέγγιση της πραγματικότητας, καθότι η χρήση ενέργειας αναμένεται να επηρεάζει την οικονομική ανάπτυξη, οπότε τα μακροοικονομικά μεγέθη δεν θα πρέπει να θεωρούνται εξωγενή². Ωστόσο, για να λάβει κανείς υπόψη έστω και τους βασικούς μηχανισμούς αλληλεπίδρασης μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της ανάπτυξης των διάφορων κλάδων της οικονομίας, χρειάζεται λεπτομερής προσομοίωση ολόκληρης της οικονομίας (λ.χ. μέσω μοντέλων γενικής ισορροπίας), κάτι που απαιτεί δυσανάλογα πολλή προσπάθεια με αμφίβολα αποτελέσματα για σκοπούς ενεργειακών προβλέψεων. Άλλωστε, οι διεθνείς οργανισμοί που διενεργούν αντίστοιχες ενεργειακές προβλέψεις θεωρούν κατά κανόνα στα μοντέλα τους τα μακροοικονομικά μεγέθη ως εξωγενή, δηλαδή ανεξάρτητα από τη χρήση ενέργειας (βλ. λ.χ. EC 2008, EIA 2008, IEA 2006).

¹ Υπενθυμίζεται ότι λ.χ. μια ελαστικότητα 1,2 ως προς το εισόδημα σημαίνει ότι αν το εισόδημα διπλασιαστεί (δηλ. αυξηθεί κατά 100%) η κατανάλωση θα αυξηθεί κατά 120%, ενώ μια ελαστικότητα -0,5 ως προς την τιμή σημαίνει ότι αν η τιμή αυξηθεί κατά 60% η κατανάλωση θα μειωθεί κατά 30%.

² Για μια σύντομη ανασκόπηση των απόψεων που υπάρχουν σχετικά με την επίδραση της χρήσης ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη, βλ. Stern (2004).

Έτσι, για καθεμιά κατηγορία καταναλωτών ηλεκτρισμού (οικιακός τομέας, εμπορικός τομέας και βιομηχανία) το μοντέλο ARDL που χρησιμοποιήθηκε έχει την ακόλουθη μορφή:

$$e_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^m \gamma_{1i} e_{t-i} + \sum_{j=0}^n \gamma_{2j} y_{t-j} + \sum_{k=0}^p \gamma_{3k} p_{t-k} + \sum_{l=0}^q \gamma_{4l} tdd_{t-l} + \xi_t \quad (1)$$

όπου οι μεταβλητές e , y και p συμβολίζουν αντίστοιχα τον φυσικό λογάριθμο της κατανάλωσης ηλεκτρισμού, του εισοδήματος/οικονομικής δραστηριότητας (ανάλογα με τον τομέα) και της λιανικής τιμής του ηλεκτρισμού για την αντίστοιχη κατηγορία καταναλωτών. Η μεταβλητή tdd εκφράζει τις βαθμο-ημέρες θέρμανσης και ψύξης, που αποτελούν την κατάλληλη μετεωρολογική παράμετρο για την παρούσα ανάλυση³ και χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα της οικιακής και της εμπορικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Τα ξ_t είναι τα υπόλοιπα της εξίσωσης, που θεωρείται (και έχει ελεγχθεί) ότι είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με μέση τιμή μηδέν και σταθερή μεταβλητότητα. Τα m, n, p, q είναι η μέγιστη υστέρηση που επιτράπηκε κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης των μοντέλων για κάθε μεταβλητή, όπου $m=n=p=q=2$. Για κάθε μοντέλο (δηλαδή για καθεμιά κατηγορία κατανάλωσης – οικιακή, εμπορική και βιομηχανική) επελέγησαν εκείνες οι τιμές των m, n, p, q που ελαχιστοποιούν το πληροφοριακό κριτήριο του Schwarz. Στην παραπάνω εξίσωση περιλήφθηκαν (αλλά δεν παρουσιάζονται εδώ για λόγους συντομίας) και ψευδομεταβλητές για τα έτη εκείνα όπου έκτακτα γεγονότα αλλοίωσαν την ομαλή πορεία των χρονοσειρών (λ.χ. για τα έτη 1974 και 1975).

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις εξωγενείς μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν σε καθένα από τα τρία μοντέλα. Ας σημειωθεί ότι η αντίστοιχη οικονομετρική ανάλυση για την κατανάλωση ηλεκτρισμού στον γεωργικό τομέα δεν απέδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα, πιθανώς γιατί θα έπρεπε να περιληφθεί στο μοντέλο κάποια επιπρόσθετη μεταβλητή που επηρεάζει αποφασιστικά τη γεωργική παραγωγή. Επειδή ωστόσο ο αγροτικός τομέας είναι μικρός καταναλωτής ηλεκτρισμού (8,4% της συνολικής κατανάλωσης κατά το έτος 2005, ποσοστό που φθίνει όσο περνούν τα

³ Ο ορισμός της βαθμο-ημέρας αποσκοπεί στην αποτύπωση τόσο της διάρκειας όσο και της έντασης ψυχρών ή θερμών καιρικών συνθηκών, εκφράζοντας έτσι σε ποιο βαθμό προκύπτουν ανάγκες για θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα ως αποτέλεσμα αυτών των συνθηκών. Έτσι, λ.χ. μια βαθμο-ημέρα θέρμανσης προκύπτει αν η μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια μιας ημέρας είναι μικρότερη κατά 1°C από μια μέση ημερήσια θερμοκρασία αναφοράς (λ.χ. 18°C). Αθροίζοντας αυτές τις ημερήσιες αποκλίσεις από τη θερμοκρασία αναφοράς, προκύπτουν οι ετήσιες βαθμο-ημέρες θέρμανσης/ψύξης. Σε παλαιότερο Δοκίμιο (Zachariadis 2006) επεξηγείται αναλυτικότερα γιατί χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι βαθμο-ημέρες θέρμανσης όσο και ψύξης και παρουσιάζονται σε γραφική μορφή οι ιστορικές τιμές βαθμο-ημερών που παρέσχε στο ΚΟΕ η Μετεωρολογική Υπηρεσία.

χρόνια), δεν κρίθηκε σκόπιμο να γίνει λεπτομερέστερη ανάλυση, οπότε η πρόβλεψη για αυτό τον τομέα θα διενεργηθεί με απλές υποθέσεις.

Πίνακας 1: Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο

<i>Ενεργειακή μεταβλητή (εξαρτημένη)</i>	<i>Οικονομικές μεταβλητές</i>	<i>Μεταβλητή καιρικών συνθηκών</i>
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (kWh), οικιακός τομέας	Ιδιωτική κατανάλωση (€'2000) Τιμή ηλεκτρισμού για οικιακούς καταναλωτές (Eurocents'2000/kWh)	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης+ψύξης
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (kWh), βιομηχανία	Προστιθέμενη αξία βιομηχανικής παραγωγής (€'2000) Τιμή ηλεκτρισμού για βιομηχανικούς καταναλωτές (Eurocents'2000/kWh)	-
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (kWh), εμπορικός τομέας (περιλ. οδικό φωτισμό)	Προστιθέμενη αξία τριτογενούς τομέα (€'2000) Τιμή ηλεκτρισμού για εμπορικούς καταναλωτές (Eurocents'2000/kWh)	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης+ψύξης

Σημείωση: όλες οι οικονομικές μεταβλητές είναι εκφρασμένες σε σταθερές τιμές του έτους 2000

Σε όλες τις παραπάνω εξισώσεις δοκιμάστηκε και η χρήση επιπρόσθετων όρων, όπως γραμμικής και τετραγωνικής χρονικής τάσης, που θα μπορούσε να ανιχνεύσει μακροχρόνια τάση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού, καθώς και τετραγωνικών όρων για τις μεταβλητές εισοδήματος και τιμών, για τον εντοπισμό μη γραμμικής επίδρασης αυτών των μεταβλητών. Ωστόσο, κανένας από τους παραπάνω επιπρόσθετους όρους δεν προέκυψε στατιστικά σημαντικός σε οποιαδήποτε από τις εξισώσεις κατανάλωσης ηλεκτρισμού.

Η παραπάνω ανάλυση διενεργήθηκε αρχικά με βάση 48 παρατηρήσεις (για την περίοδο 1960-2007), που αποτελούν ένα δείγμα σχετικά ικανοποιητικού μεγέθους για την εκτίμηση των μοντέλων και την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων⁴. Ωστόσο, η ανάλυση εκτείνεται σε μια περίοδο κατά τη διάρκεια της οποίας συνέβησαν ριζικές αλλαγές στην ενεργειακή συμπεριφορά των καταναλωτών και των επιχειρήσεων. Η οικονομική ανάπτυξη και η τεχνολογική πρόοδος αφενός οδήγησαν στην πιο αποδοτική χρήση του ηλεκτρισμού λόγω βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης συσκευών και βιομηχανικών διεργασιών, αλλά αφετέρου ώθησαν νοικοκυριά και επιχειρήσεις σε πιο εκτεταμένη χρήση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, που έχουν καταστεί φθηνότερες και ευκολότερες στη χρήση. Για τους παραπάνω λόγους, κρίθηκε σκόπιμο να ελεγχθεί εμπειρικά κατά πόσο η επίδραση των εξωγενών μεταβλητών στην κατανάλωση ηλεκτρισμού έχει μεταβληθεί σημαντικά κατά την περίοδο αυτή. Για τον σκοπό αυτό, η εξίσωση (1) επανεκτιμήθηκε για 28 κυλιόμενες εικοσαετείς περιόδους: οι παράμετροι της εξίσωσης εκτιμήθηκαν για καθεμιά από τις περιόδους 1961–1980, 1962–1981, ... 1988–2007. Αναλυτικά στοιχεία παρατέθηκαν

⁴ Ουσιαστικά, η διαφορά σε σχέση με την ανάλυση του 2006 είναι ότι προστέθηκαν δεδομένα για τρία επιπλέον έτη (2006-2008) και τα οικονομικά μεγέθη, αντί για σταθερές Λίρες Κύπρου του 1995, εκφράζονται τώρα σε Ευρώ του 2000, σύμφωνα και με τη σύμβαση που χρησιμοποιεί η Στατιστική Υπηρεσία στους Εθνικούς Λογαριασμούς που δημοσιεύει.

σε παλαιότερο δοκίμιο (Ζαχαριάδης 2006) για την περίοδο μέχρι το 2004, και δεν έχουν αλλάξει από την εισαγωγή δεδομένων των πιο πρόσφατων ετών. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα των κυλιόμενων εκτιμήσεων έδειξαν ότι η επίδραση των διαφόρων παραγόντων στην οικιακή και εμπορική κατανάλωση ηλεκτρισμού, όπως αυτή αποτυπώνεται στις εκτιμώμενες ελαστικότητες, έχει αλλάξει κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Είναι φανερό η βαθμιαία αύξηση της επίδρασης του εισοδήματος στην κατανάλωση ηλεκτρισμού, ενώ αντίθετα η επίδραση της τιμής του ηλεκτρισμού μειώνεται σταδιακά (σε απόλυτα μεγέθη). Τέλος, στην εποχή μας οι καιρικές συνθήκες φαίνεται να επηρεάζουν την κατανάλωση ηλεκτρισμού εντονότερα από ό,τι στο παρελθόν. Πιθανές ερμηνείες για τη διαχρονική εξέλιξη των ελαστικότητων αναφέρθηκαν στην προαναφερθείσα μελέτη του 2006.

Τα αποτελέσματα των νέων οικονομετρικών εκτιμήσεων με βάση την εξίσωση (1) παρατίθενται στον Πίνακα 2. Για λόγους συντομίας, παρουσιάζονται η βραχυχρόνια και η μακροχρόνια επίδραση (ελαστικότητα)⁵ των εξωγενών μεταβλητών, όπως προέκυψαν από την εκτίμηση των παραμέτρων της παραπάνω εξίσωσης. Για παράδειγμα, υπενθυμίζεται ότι οι ελαστικότητες της κατανάλωσης ηλεκτρισμού ως προς την τιμή του ηλεκτρισμού δίνονται από τις σχέσεις:

$$\text{βραχυχρόνια ελαστικότητα} = \sum_{k=0}^p \hat{\gamma}_{3k}$$

$$\text{μακροχρόνια ελαστικότητα} = \sum_{k=0}^p \hat{\gamma}_{3k} / \left(1 - \sum_{i=1}^m \hat{\gamma}_{1i} \right)$$

Από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι η κατανάλωση ηλεκτρισμού και για τις τρεις κατηγορίες καταναλωτών επηρεάζεται αισθητά από το εισόδημα ή την οικονομική δραστηριότητα του κλάδου, με μακροχρόνιες ελαστικότητες μεγαλύτερες της μονάδας. Αντίθετα, η κατανάλωση είναι ανελαστική ως προς την τιμή του ηλεκτρισμού στον οικιακό και εμπορικό τομέα, αλλά μακροχρόνια ελαστική στη βιομηχανία. Τέλος, η επίδραση των καιρικών συνθηκών στην κατανάλωση ηλεκτρισμού αποδείχθηκε στατιστικά σημαντική και μάλιστα εντονότερη από την επίδραση της τιμής του ηλεκτρισμού.

⁵ Επειδή με τη μέθοδο ARDL ανιχνεύθηκε η ύπαρξη μακροχρόνιας σχέσης μεταξύ κατανάλωσης ηλεκτρισμού, εισοδήματος, τιμής και καιρικών συνθηκών, αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως η δομική σχέση που συνδέει τις μεταβλητές και επομένως μπορεί να δικαιολογηθεί η χρήση του όρου «ελαστικότητα».

Πίνακας 2: Αποτελέσματα των εκτιμήσεων της εξίσωσης (1) με δεδομένα της περιόδου 1988–2007. Τα y , ρ και d εκφράζουν τις μεταβλητές εισοδήματος, τιμής και καιρικών συνθηκών όπως περιγράφηκαν στον Πίνακα 1

Εξαρτημένη μεταβλητή	Τάξη υστέρησης	Βραχυχρόνιες ελαστικότητες			Μακροχρόνιες ελαστικότητες		
		y	ρ	d	y	ρ	d
Κατανάλωση ηλεκτρισμού, οικιακός	(1,0,0,0)	0,649	-0,095	0,328	1,576	-0,232	0,796
Κατανάλωση ηλεκτρισμού, βιομηχανία	(1,1,1)	0,121	-0,083	-	1,192	-0,819	-
Κατανάλωση ηλεκτρισμού, εμπορικός	(1,0,0,0)	0,310	-0,035	0,141	1,136	-0,128	0,516

Σημείωση: Οι παράμετροι που εκτιμήθηκαν στα τρία παραπάνω μοντέλα ήταν όλες στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας τουλάχιστον 5%.

3. ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Οι μακροχρόνιες προβλέψεις έχουν στόχο να δώσουν απάντηση σε ερωτήσεις του τύπου «τι θα συμβεί αν ...». Επομένως πρέπει να γίνουν υποθέσεις σχετικά με τη μελλοντική εξέλιξη των εξωγενών μεταβλητών της εξίσωσης (1). Οι επόμενες παράγραφοι παρέχουν περισσότερες πληροφορίες για τις υποθέσεις που έγιναν σχετικά με την εξέλιξη των μακροοικονομικών μεγεθών, των τιμών του ηλεκτρισμού και τις καιρικές συνθήκες στο σενάριο αναφοράς. Το σενάριο αυτό θα χρησιμοποιηθεί για να αναλυθεί στο Κεφάλαιο 4 η πιθανή επίδραση των κλιματικών αλλαγών στην κατανάλωση ηλεκτρισμού.

3.1. Μακροοικονομικά μεγέθη

Οι μακροχρόνιες προβλέψεις των μακροοικονομικών μεγεθών είναι πάντα πολύ αβέβαιες, ωστόσο διενεργούνται για να χρησιμεύουν ως σημεία αναφοράς και για την πρόβλεψη άλλων μεταβλητών που επηρεάζονται από τις οικονομικές εξελίξεις. Για την παρούσα ανάλυση απαιτείται η πρόβλεψη της εξέλιξης μέχρι το 2030 του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ), της ιδιωτικής κατανάλωσης, καθώς και της προστιθέμενης αξία της βιομηχανίας, της γεωργίας και του τριτογενούς τομέα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν προβλέψεις του Υπουργείου Οικονομικών που υποβάλλονται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Από τις πληροφορίες του Υπουργείου Οικονομικών ήταν διαθέσιμες μόνο προβλέψεις του ΑΕΠ και της ιδιωτικής κατανάλωσης, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Για τα υπόλοιπα μακροοικονομικά μεγέθη που αναφέρονται στον Πίνακα 1 υποτέθηκε ότι η συμμετοχή της βιομηχανίας, της γεωργίας και των υπηρεσιών στο ΑΕΠ θα διαφοροποιηθεί ελαφρώς από τη σημερινή κατάσταση, στην κατεύθυνση που παρατηρείται κατά την τελευταία δεκαετία, αλλά χωρίς έντονες μεταβολές. Έτσι, ο τριτογενής τομέας αναμένεται να παράγει το 80,5% του ΑΕΠ (έναντι 78,9% το 2007),

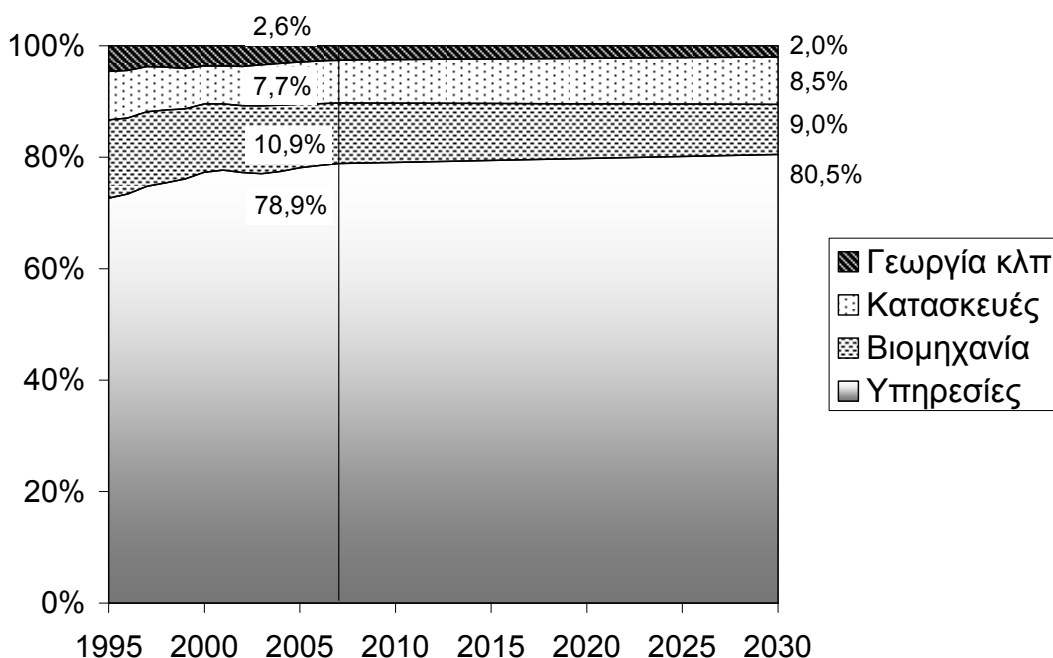
η βιομηχανία⁶ το 9% του ΑΕΠ (έναντι 10,9% το 2007), οι κατασκευές το 8,5% (7,7% το 2007) και ο πρωτογενής τομέας (γεωργία, αλιεία και δασοκομία) το 2% του ΑΕΠ (2,6% το 2007). Η εξέλιξη αυτή παρίσταται στο Διάγραμμα 1.

Πίνακας 3: Εξέλιξη του ΑΕΠ και της ιδιωτικής κατανάλωσης στην Κύπρο σε πραγματικές τιμές μέχρι το 2030

	Μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης					
	Παρελθόν		Πρόβλεψη			
	1995-2000	2000-2007	2008-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Πραγματικό ΑΕΠ	3,8%	3,5%	4,0%	3,8%	3,2%	2,8%
Πραγματική ιδιωτ. κατανάλωση	4,2%	4,1%	4,0%	3,7%	3,1%	2,8%

Πηγή: Εκτιμήσεις Κέντρου Οικονομικών Ερευνών Πανεπιστημίου Κύπρου με βάση στοιχεία του Υπουργείου Οικονομικών

Διάγραμμα 1: Συμμετοχή των κύριων κλάδων οικονομικής δραστηριότητας στο ΑΕΠ μέχρι το 2030



3.2. Εξέλιξη των τιμών του ηλεκτρισμού

Στην παρούσα φάση, όλη σχεδόν η παραγωγή ηλεκτρισμού στην Κύπρο προέρχεται από θερμικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη μαζούτ. Επομένως, οποιαδήποτε μεταβολή στο κόστος παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, που μετακυλιέται στους τελικούς καταναλωτές μέσω της ρήτρας καυσίμων που θα

⁶ Ακολουθώντας τους ορισμούς του Συστήματος Ταξινόμησης Οικονομικών Δραστηριοτήτων (NACE) rev. 1 που χρησιμοποιούν τόσο η Ευρωπαϊκή όσο και η Κυπριακή Στατιστική Υπηρεσία, στην κατηγορία 'βιομηχανία' περιλάβαμε τους τομείς 'ορυχεία και λατομεία', 'μεταποίηση' και 'ηλεκτρισμός, αέριο και υδατοπρομήθεια'.

αναφερθεί παρακάτω, θα εξαρτάται σε αποφασιστικό βαθμό από τις μεταβολές στην τιμή του μαζούτ, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς τιμής του αργού πετρελαίου.

Λόγω της μεγάλης αβεβαιότητας που επικρατεί σχετικά με τις εξελίξεις στις πετρελαϊκές αγορές, συχνά γίνονται προβλέψεις με διαφορετικά σενάρια τιμών πετρελαίου, ώστε να διαφανεί το εύρος μέσα στο οποίο μπορεί να κυμανθεί η μελλοντική ζήτηση ενέργειας ανάλογα με την εξέλιξη των τιμών. Το ίδιο έγινε για την Κύπρο στη μελέτη του 2006, από όπου προέκυψε ότι η κατανάλωση ηλεκτρισμού μεταβάλλεται ελάχιστα από τις διακυμάνσεις των πετρελαϊκών τιμών: τα αποτελέσματα από τα σενάρια υψηλών και χαμηλών τιμών βρίσκονται μέσα στα διαστήματα εμπιστοσύνης των προβλέψεων του σεναρίου αναφοράς (Ζαχαριάδης 2006). Για τον λόγο αυτό, καθώς και επειδή το παρόν Δοκίμιο εστιάζει περισσότερο στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, εδώ χρησιμοποιήθηκε μόνο μία υπόθεση για τις τιμές του πετρελαίου.

Έτσι, η διαδικασία που ακολουθήθηκε για να υποθεθεί η εξέλιξη των τελικών τιμών ηλεκτρισμού στο σενάριο αναφοράς περιλάμβανε: α) υπόθεση για την εξέλιξη των τιμών του αργού πετρελαίου, β) εκτίμηση της επίπτωσης των τιμών του αργού πετρελαίου στο κόστος του μαζούτ που προμηθεύεται η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) και γ) υπολογισμό της μεταβολής στην τελική τιμή ηλεκτρισμού από τη μεταβολή στο κόστος του μαζούτ.

Η υπόθεση για τις διεθνείς τιμές του πετρελαίου βασίστηκε στις πιο πρόσφατες υποθέσεις που υιοθέτησε το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ και δημοσίευσε τον Ιούνιο του 2008 (ΕΙΑ 2008) – βλ. Πίνακα 4. Το σενάριο αυτό θεωρεί ότι οι τιμές του πετρελαίου θα διατηρηθούν μακροχρόνια σε σχετικά υψηλά επίπεδα, μεταξύ 55\$ και 70\$ ανά βαρέλι (σε σταθερές τιμές 2006), αλλά όχι σε επίπεδα όπως αυτά που παρατηρήθηκαν στις αρχές του 2008. Αναμένεται να πέσουν από τα σημερινά επίπεδα μέχρι τα 56\$ ανά βαρέλι το 2016-2017 ως αποτέλεσμα μιας πιθανής αύξησης στην παραγωγή πετρελαίου (από συμβατικά και μη συμβατικά πετρελαϊκά κοιτάσματα) και στη δυναμικότητα των διυλιστηρίων, και στη συνέχεια να φτάσουν τα 70\$ ανά βαρέλι (112\$ σε τρέχουσες τιμές) το 2030 λόγω περαιτέρω αύξησης της διεθνούς ζήτησης και περιορισμένων δυνατοτήτων αύξησης της παραγωγής.

Πίνακας 4: Η υπόθεση για την εξέλιξη των διεθνών τιμών του πετρελαίου που χρησιμοποιήθηκε στις προβλέψεις. Πηγή: EIA (2008)

Διεθνής τιμή αργού πετρελαίου (\$ ΗΠΑ ανά βαρέλι)								
	Παρελθόν			Πρόβλεψη				
	2000	2005	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Σε τρέχουσες τιμές	28,5	54,5	73,3	78,9	69,7	76,8	92,0	111,6
Σε σταθερές τιμές 2006	33,9	56,3	71,8	73,1	59,1	58,9	63,6	69,5

Για το δεύτερο στάδιο που προαναφέρθηκε, χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της μελέτης του 2006, στο πλαίσιο της οποίας έγινε σύντομη οικονομετρική ανάλυση της επίδρασης της τιμής του πετρελαίου στη μέση ετήσια τιμή του μαζούτ που προμηθεύτηκε η ΑΗΚ κατά την περίοδο 1960–2004. Έτσι προέκυψε η ακόλουθη σχέση:

$$\Delta(p_fuel_oil)_t = 0,629 \Delta(p_Brent)_t + 0,185 \Delta(p_Brent)_{t-1} \quad (2)$$

όπου

p_fuel_oil : τιμή μαζούτ για την ΑΗΚ (US\$'2004 ανά τόνο)

p_Brent : τιμή πετρελαίου Brent (US\$'2004 ανά βαρέλι)

Τέλος, σε ό,τι αφορά το τρίτο στάδιο, δηλαδή τον προσδιορισμό της τελικής τιμής του ηλεκτρισμού ως συνάρτηση της μεταβολής του κόστους του μαζούτ, εφαρμόστηκε η ρήτρα καυσίμων που ισχύει στις διατιμήσεις της ΑΗΚ. Όπως αναφέρεται συγκεκριμένα στις διατιμήσεις, η τελική τιμή του ηλεκτρισμού σε σεντς ανά κιλοβατώρα μεταβάλλεται κατά 0,00133 σεντς για κάθε 5 σεντς αύξηση ή μείωση πάνω ή κάτω των £50 (€85,4) του κόστους καυσίμων κατά μετρικό τόνο.

Με βάση τη διαδικασία που προαναφέρθηκε, προσδιορίστηκε η τελική τιμή του ηλεκτρισμού έως το έτος 2030 για καθεμιά κατηγορία καταναλωτή. Το αποτέλεσμα αυτών των υπολογισμών εμφανίζεται στον Πίνακα 5. Πρέπει να τονισθεί ότι η πρόβλεψη των τιμών του ηλεκτρισμού υπόκειται σε αβεβαιότητες, όπως το επιπλέον κόστος που πρέπει να πληρώσει η ΑΗΚ για τις άδειες εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, η επίδραση από την εισαγωγή φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή μετά το 2010, η αυξανόμενη συμμετοχή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ηλεκτρικό σύστημα και η βαθμιαία φιλελευθεροποίηση της αγοράς ηλεκτρισμού. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η πρόβλεψη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού δεν αναμένεται να επηρεαστεί αισθητά από αυτές τις αβεβαιότητες λόγω της μικρής επίδρασης των τιμών ηλεκτρισμού στη ζήτηση.

Πίνακας 5: Τιμές ηλεκτρισμού ανά κατηγορία καταναλωτή

	Παρελθόν			Πρόβλεψη		
	2000	2005	2007	2010	2020	2030
Τιμή πετρελαίου (US\$'2006 / βαρέλι)	33,93	56,27	71,83	73,05	58,90	69,51
Τιμή ηλεκτρισμού (Eurocents'2000 / kWh)						
Οικιακοί καταναλωτές	9,77	9,28	10,39	10,58	9,98	10,36
Βιομηχανία	9,21	8,53	9,35	9,54	8,94	9,31
Γεωργία	9,24	8,65	9,51	9,71	9,10	9,48
Εμπορικοί καταναλωτές	11,38	10,14	10,80	10,99	10,39	10,76

3.3. Καιρικές συνθήκες

Συνήθως, σε περιπτώσεις ενεργειακών προβλέψεων, δεν έχει νόημα να υποθεθεί ότι οι καιρικές συνθήκες θα μεταβληθούν σε σχέση με το παρελθόν. Έτσι, με βάση την καθοδήγηση που μας παρέσχε η Μετεωρολογική Υπηρεσία, στο σενάριο αναφοράς θεωρήθηκε ότι οι συνολικές ετήσιες βαθμο-ημέρες θέρμανσης και ψύξης θα παραμείνουν σταθερές μέχρι το 2030 και ίσες με τον μέσο όρο των βαθμο-ημερών της τελευταίας δεκαετίας. Στο Κεφάλαιο 5 θα γίνουν παραδοχές για μεταβολή των βαθμο-ημερών στο μέλλον ως πιθανή συνέπεια της κλιματικής αλλαγής.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ο Πίνακας 6 και το Διάγραμμα 2 παρουσιάζουν την προβλεπόμενη εξέλιξη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο έως το 2030, όπως υπολογίστηκε με βάση τις ελαστικότητες του Πίνακα 2. Σύμφωνα με το σενάριο αναφοράς, η συνολική τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού το 2030 αναμένεται να ξεπεράσει ελαφρά τις 12000 GWh και να είναι 2,8 φορές υψηλότερη από αυτήν του 2007. Ως συνέπεια των μακροοικονομικών εκτιμήσεων, το μερίδιο της βιομηχανίας και της γεωργίας στην κατανάλωση θα μειωθεί (από 19% το 2007 σε 14% το 2030), με κυρίως «κερδισμένους» τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα, που προβλέπεται να καταναλώνουν το 86% του συνολικού ηλεκτρισμού (έναντι 81% σήμερα). Η κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί με σχετικά υψηλούς ρυθμούς (5,3% ετησίως) κατά τη δεκαετία 2010–2020 λόγω της οικονομικής μεγέθυνσης και των σχετικά χαμηλών τιμών του πετρελαίου στην περίοδο αυτή. Μετά το 2020, οπότε οι τιμές προβλέπεται να αυξηθούν ελαφρά και ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης να επιβραδυνθεί, η κατανάλωση ηλεκτρισμού αναμένεται να αυξάνεται με χαμηλότερους ρυθμούς (4,2% ετησίως). Κατά μέσο όρο για όλη την περίοδο 2008–2030, με υποτιθέμενη ετήσια αύξηση του πραγματικού ΑΕΠ 3,5%, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού προβλέπεται να αυξάνεται με ρυθμό 1,1% μεγαλύτερο από το ΑΕΠ (4,6% ανά έτος).

Σε σύγκριση με την προηγούμενη πρόβλεψή μας (Ζαχαριάδης 2006), η οποία υπέθετε όμοιους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσης και χαμηλότερες τιμές πετρελαίου, η τωρινή πρόβλεψη κινείται στα ίδια περίπου επίπεδα, με διαφοροποιήσεις κατά τομέα: η πρόβλεψη για τον τριτογενή τομέα είναι σχεδόν ίδια, ενώ η σημερινή πρόβλεψη είναι λίγο υψηλότερη για τα νοικοκυριά και τη γεωργία και λίγο χαμηλότερη για τη βιομηχανία. Ειδικά στη βιομηχανία, παρατηρήθηκε μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού κατά τη διετία 2006-2007. Δεν είναι ωστόσο βέβαιο αν αυτή αποτελεί πρόσκαιρη εξέλιξη ή μια νέα τάση· γι' αυτό, στην πρόβλεψή μας θεωρήσαμε ότι μακροχρόνια θα συνεχιστεί η αυξητική τάση που ανιχνεύθηκε κατά την οικονομετρική ανάλυση.

Στο Διάγραμμα 2, εκτός από την καμπύλη συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού, έχουν προστεθεί τα διαστήματα εμπιστοσύνης⁷ 95% που προκύπτουν από την πρόβλεψή μας. Τα διαστήματα εμπιστοσύνης εκφράζουν τις αποκλίσεις από την κεντρική πρόβλεψη (δηλαδή αυτήν που διενεργήθηκε με βάση τις εκτιμημένες παραμέτρους του Πίνακα 2) κατά ± 2 φορές το τυπικό σφάλμα της πρόβλεψης. Με τη χρήση των διαστημάτων αυτών περιγράφεται μια περιοχή εντός της οποίας μπορεί να βρίσκεται η μελλοντική κατανάλωση ηλεκτρισμού με πιθανότητα 95%. Με άλλα λόγια, με βάση την οικονομετρική ανάλυση που προηγήθηκε και τις υποθέσεις που έγιναν για τη μελλοντική εξέλιξη των μακροοικονομικών μεγεθών και των πετρελαϊκών τιμών, η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής (κατανάλωση ηλεκτρισμού) είναι απίθανο να βρεθεί εκτός της περιοχής αυτής.

Το Διάγραμμα 2 περιλαμβάνει και μια «ισοδύναμη» πρόβλεψη που έχει εκπονήσει ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς (ΔΣΜ) Κύπρου για την περίοδο 2008–2017. Υπενθυμίζεται ότι στις αρμοδιότητες του ΔΣΜ είναι η λειτουργία και η διασφάλιση της ανάπτυξης και συντήρησης του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο. Στο πλαίσιο αυτών των αρμοδιοτήτων, ο ΔΣΜ έχει εκπονήσει μακροπρόθεσμη πρόβλεψη της μέγιστης ζήτησης (φορτίου) και της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2017, την οποία έχει εγκρίνει η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου (ΡΑΕΚ)⁸.

⁷ Τεχνικά ο κατάλληλος όρος στην περίπτωση μας θα ήταν «διαστήματα πρόβλεψης» (prediction intervals ή forecast intervals) γιατί πρόκειται για πρόβλεψη μελλοντικών τιμών μιας μεταβλητής.

⁸ Η πιο πρόσφατη πρόβλεψη, με ημερομηνία 7/4/2008, παρατίθεται στην ιστοσελίδα του ΔΣΜ: http://www.dsm.org.cy/nqcontent.cfm?a_id=2183&tt=graphic&lang=1. Επειδή ο ΔΣΜ προβλέπει την ετήσια παραγωγή ηλεκτρισμού και όχι την κατανάλωση όπως εμείς, για την «ισοδύναμη» πρόβλεψη του Διαγράμματος 2 εφαρμόστηκαν οι ρυθμοί αύξησης της ηλεκτροπαραγωγής που προβλέπει ο ΔΣΜ πάνω στην παρατηρηθείσα κατανάλωση ηλεκτρισμού του 2007. Η διαφορά μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης (ποσοστιαία σχεδόν σταθερή και ίση με περίπου 10% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής) οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μικρό μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται από

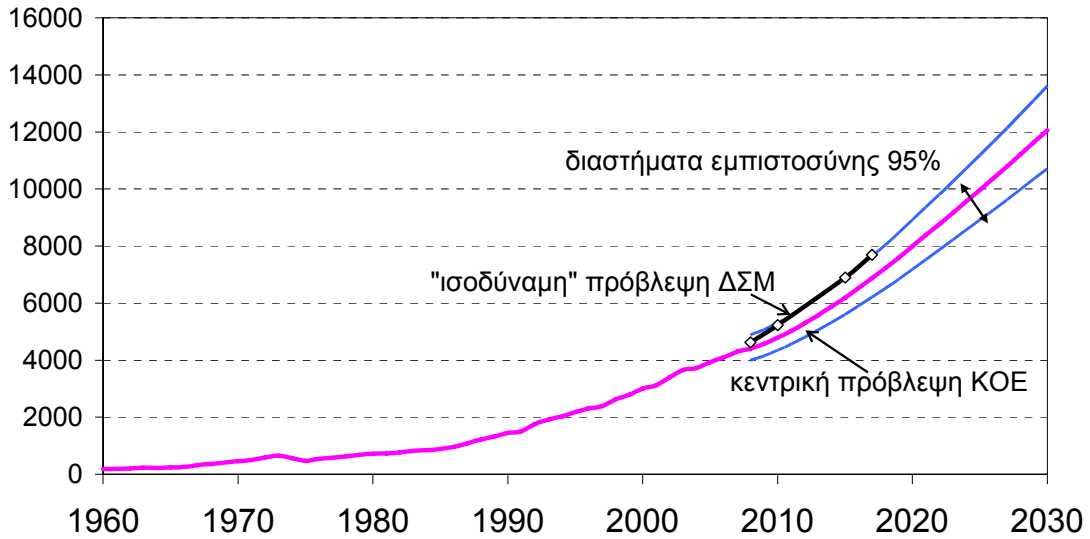
Όπως είναι φανερό, η πρόβλεψη του ΔΣΜ βρίσκεται σε αισθητά υψηλότερα επίπεδα από τις προβλέψεις του σεναρίου αναφοράς της μελέτης μας. Για τη δεκαετία 2008–2017 ο ΔΣΜ προβλέπει συνολική αύξηση της παραγωγής ηλεκτρισμού κατά 66% ή 5,8% ετησίως, ενώ οι προβλέψεις μας δίνουν ετήσιο ρυθμό αύξησης 5,0% για την ίδια περίοδο και συνολικά 56% υψηλότερη κατανάλωση. Παρά το γεγονός ότι κατά την παρελθούσα δεκαετία παρατηρήθηκε μέση ετήσια αύξηση της κατανάλωσης 6,1%, ωστόσο η ανάλυση την οποία διεξήγαγε η παρούσα μελέτη καθώς και οι υποθέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελλοντική εξέλιξη των μακροοικονομικών μεγεθών και των τιμών πετρελαίου δεν οδηγεί σε τόσο υψηλούς ρυθμούς αύξησης στο μέλλον. Θα μπορούσε λοιπόν για πρακτικούς σκοπούς να θεωρηθεί η πρόβλεψη του ΔΣΜ μέχρι το 2017 ως το άνω όριο της πιθανής εξέλιξης στην κατανάλωση ηλεκτρισμού.

Τα παραπάνω δεν πρέπει να οδηγήσουν στο συμπέρασμα ότι λ.χ. η πρόβλεψη του ΔΣΜ είναι «λανθασμένη» διότι το νόημα των προβλέψεων αυτών είναι να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα του τύπου «τι μπορεί να συμβεί» αν συντρέχουν συγκεκριμένες οικονομικές και τεχνολογικές συνθήκες. Δεδομένου ότι οι προβλέψεις που διενεργεί ο ΔΣΜ δεν βασίζονται σε οικονομετρική ανάλυση αλλά περιλαμβάνουν μια προσομοίωση της συμπεριφοράς του ηλεκτρικού συστήματος με βάση τεχνολογικά δεδομένα και χωρίς υποθέσεις για την οικονομική ανάπτυξη ή τις τιμές του ηλεκτρισμού, είναι δύσκολο να γίνει σύγκριση σε μεγαλύτερο βάθος μεταξύ των αποτελεσμάτων.

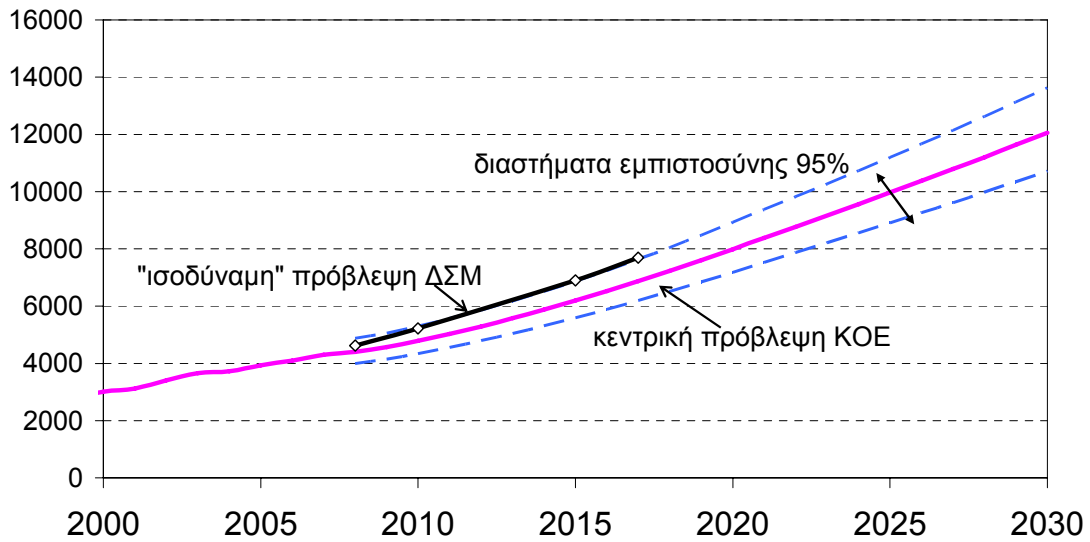
τους ίδιους τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς για τις δικές τους ανάγκες και ένα άλλο μέρος χάνεται σε απώλειες κατά τη μεταφορά και διανομή ηλεκτρισμού στους τελικούς καταναλωτές.

Διάγραμμα 2: Πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο: α) συγκρίνοντας με την καταγεγραμμένη κατανάλωση από το 1960 έως σήμερα και β) εστιάζοντας στην περίοδο πρόβλεψης

Τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού (GWh)
(α)



Τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού (GWh)
(β)



Πίνακας 6: Πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο σύμφωνα με το σενάριο αναφοράς

Σενάριο αναφοράς	1995	2000	2005	2007	2010	2015	2020	2030	Μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης				
									1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2020	2020-2030
Πραγματικό ΑΕΠ (εκ. €'2000)	8195	9883	11582	12576	14259	11582	20866	27986	3,8%	3,2%	4,2%	3,9%	3,0%
Τιμή πετρελαίου (US\$'2006 / βαρέλι)	22,7	33,9	56,3	71,8	73,1	59,1	58,9	69,5	8,3%	10,6%	5,4%	-2,1%	1,7%
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (GWh)													
Οικιακοί καταναλωτές	759	1055	1433	1607	1783	2464	3376	5541	6,8%	6,3%	4,5%	6,6%	5,1%
Βιομηχανία	408	594	725	700	757	907	1084	1427	7,8%	4,1%	0,9%	3,7%	2,8%
Γεωργία	107	95	121	137	149	183	225	304	-2,3%	4,9%	4,3%	4,2%	3,1%
Εμπορικοί καταναλωτές	908	1268	1652	1854	2094	2639	3303	4790	6,9%	5,4%	4,9%	4,7%	3,8%
Σύνολο	2181	3011	3931	4298	4783	6194	7988	12061	6,7%	5,5%	4,0%	5,3%	4,2%

Πίνακας 7: Πρόβλεψη της τελικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο σύμφωνα με το σενάριο κλιματικής αλλαγής

Σενάριο κλιματικής αλλαγής	1995	2000	2005	2007	2010	2015	2020	2030	Μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης				
									1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2020	2020-2030
Πραγματικό ΑΕΠ (εκ. €'2000)	8195	9883	11582	12576	14259	11582	20866	27986	3,8%	3,2%	4,2%	3,9%	3,0%
Τιμή πετρελαίου (US\$'2006 / βαρέλι)	22,7	33,9	56,3	71,8	73,1	59,1	58,9	69,5	8,3%	10,6%	5,4%	-2,1%	1,7%
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (GWh)													
Οικιακοί καταναλωτές	759	1055	1433	1607	1790	2497	3453	5774	6,8%	6,3%	4,6%	6,8%	5,3%
Βιομηχανία	408	594	725	700	757	907	1084	1427	7,8%	4,1%	0,9%	3,7%	2,8%
Γεωργία	107	95	121	137	149	183	225	304	-2,3%	4,9%	4,3%	4,2%	3,1%
Εμπορικοί καταναλωτές	908	1268	1652	1854	2098	2657	3345	4909	6,9%	5,4%	4,9%	4,8%	3,9%
Σύνολο	2181	3011	3931	4298	4794	6244	8107	12413	6,7%	5,5%	4,0%	5,4%	4,4%

5. ΠΙΘΑΝΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΗΜΕΡΙΑ

5.1. Επίδραση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC 2007), μέχρι το 2100 η μέση θερμοκρασία της γης είναι πιθανό να αυξηθεί κατά 1,7 έως 4,4 °C.⁹ Η αύξηση αυτή δεν θα είναι ομοιόμορφη σε όλο τον πλανήτη, πάντως στην Ανατολική Μεσόγειο προβλέπεται να κυμανθεί σε αυτά τα επίπεδα (IPCC 2007, Figure SPM.6, σελ. 9). Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτής αναμένεται να παρατηρηθεί στο δεύτερο μισό του αιώνα, ενώ μέχρι το 2030 προβλέπεται μέση άνοδος της θερμοκρασίας κατά 1°C περίπου (IPCC 2007, Figure SPM.5, σελ. 7). Με βάση τις προβλέψεις αυτές, προσπαθήσαμε να υπολογίσουμε πώς μπορεί να επηρεάσει η άνοδος της θερμοκρασίας την κατανάλωση ηλεκτρισμού στην Κύπρο και τι επίδραση θα έχει στην ευημερία του πληθυσμού.

Για τον σκοπό αυτό, υποθέσαμε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα εξελιχθεί γραμμικά από το 2007 έως το 2030 (δηλαδή 0°C αύξηση το 2007 μέχρι 1°C αύξηση το 2030) και ότι θα είναι ομοιόμορφη τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο κατά τη διάρκεια του έτους. Αυτό ίσως να μην είναι ακριβές, ενδέχεται λ.χ. να αυξηθεί περισσότερο η θερμοκρασία της νύχτας παρά της ημέρας ή η καλοκαιρινή θερμοκρασία παρά η χειμερινή, όμως, ελλείψει λεπτομερών μετεωρολογικών προβλέψεων για την περιοχή της Κύπρου, έγιναν αυτές οι απλές υποθέσεις.

Αύξηση της θερμοκρασίας θα συνεπάγεται μείωση των αναγκών για θέρμανση τον χειμώνα και αύξηση των αναγκών για ψύξη το καλοκαίρι. Όπως φαίνεται στην εξίσωση (1), το μοντέλο μας περιλαμβάνει μία μόνο κλιματική μεταβλητή που εκφράζει το άθροισμα των βαθμο-ημερών θέρμανσης και ψύξης. Παρόλο που η επίδραση του κρύου καιρού μπορεί θεωρητικά να είναι διαφορετική από την επίδραση του ζεστού καιρού στην κατανάλωση ηλεκτρισμού, ωστόσο η εμπειρική ανάλυση στο δείγμα μας έδειξε ότι, αν περιλάβουμε στο μοντέλο τις βαθμο-ημέρες θέρμανσης και ψύξης ως δύο χωριστές μεταβλητές, προκύπτει ότι η επίδραση και των δύο μεταβλητών είναι η ίδια, τόσο στον οικιακό όσο και στον τριτογενή τομέα¹⁰. Συνεπώς προτιμήθηκε να

⁹ Σύμφωνα με το σενάριο A1B του IPCC, που συχνά χρησιμοποιείται από διεθνείς οργανισμούς και αναλυτές ως σενάριο αναφοράς. Βλ. IPCC (2007, Table SPM.1, σελ. 8).

¹⁰ Με τεχνικούς όρους αυτό σημαίνει ότι οι συντελεστές και των δύο μεταβλητών προκύπτουν στατιστικά σημαντικοί, και η υπόθεση ότι οι δύο συντελεστές είναι ίσοι, μετά από έλεγχο με Wald X^2 test και F-test, δεν μπορεί να απορριφθεί σε επίπεδο σημαντικότητας 10%.

χρησιμοποιηθεί μία μεταβλητή στο μοντέλο (άθροισμα των βαθμο-ημερών θέρμανσης και ψύξης).

Για να μετατραπεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας σε μεταβολή των βαθμο-ημερών θέρμανσης και ψύξης, που είναι η μεταβλητή την οποία χρησιμοποιούμε, υποτέθηκε ότι για αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C θα έχουμε μείωση κατά μία βαθμο-ημέρα θέρμανσης κάθε μέρα κατά τους μήνες Δεκέμβριο μέχρι και Μάρτιο (όπου η μέση ημερήσια θερμοκρασία στα περισσότερα μέρη της Κύπρου είναι κατά κανόνα κάτω από 17°C), και αύξηση κατά μία βαθμο-ημέρα ψύξης κάθε μέρα κατά τους μήνες Μάιο μέχρι και Οκτώβριο (όπου η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι κατά κανόνα πάνω από 22°C στα περισσότερα μέρη). Συνεπώς, από μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C προκύπτει αύξηση των συνολικών βαθμο-ημερών (θέρμανσης+ψύξης) κατά 63 ανά έτος ή 5,5% σε σχέση με τον μέσο όρο της πιο πρόσφατης δεκαετίας 1998-2007.

Έτσι, διενεργήθηκε νέα πρόβλεψη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού, όπου υποτέθηκε ότι οι ετήσιες βαθμο-ημέρες αυξάνονται γραμμικά από 1148 (που είναι ο μέσος όρος των ετήσιων βαθμο-ημερών την περίοδο 1988-2007) σε 1211 το έτος 2030. Προφανώς η νέα πρόβλεψη αφορά μόνο τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα, όπου διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση των καιρικών συνθηκών στη χρήση ηλεκτρισμού.

Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει τα αποτελέσματα του σεναρίου αυτού. Προκύπτει ότι η κατανάλωση ηλεκτρισμού θα αυξηθεί μέχρι το 2030 κατά 2,9% συνολικά (4,2% στον οικιακό τομέα και 2,5% στον τριτογενή τομέα) σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς. Η αύξηση θα γίνει περισσότερο αισθητή μετά το 2020, οπότε θα είναι και σχετικά μεγαλύτερη η αύξηση της θερμοκρασίας.

Ας σημειωθεί ότι και ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας υπολόγισε την επιπλέον κατανάλωση ηλεκτρισμού σε περίπτωση παρατεταμένου καύσωνα σε 90 GWh το 2008 (αύξηση 1,7%) και 360 GWh το 2017 (αύξηση 4,2%). Η πρόβλεψή μας δίνει αύξηση κατά 75 GWh το 2017 (αύξηση 1,1%). Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δύο προβλέψεων είναι ότι ο ΔΣΜ υπολογίζει την επιπλέον χρήση ηλεκτρισμού το καλοκαίρι λόγω έντονα ζεστών καιρικών συνθηκών, χωρίς να διαφοροποιούνται οι καιρικές συνθήκες κατά τη χειμερινή περίοδο. Αντίθετα, η πρόβλεψη που δίνεται στο παρόν Δοκίμιο υποθέτει ομοιόμορφη άνοδο της θερμοκρασίας σε όλη τη διάρκεια του έτους, που συνεπάγεται μείωση των αναγκών για θέρμανση τον χειμώνα και άρα μικρότερη συγκριτικά αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού σε ετήσια βάση. Εξυπακούεται ότι, αν η κλιματική αλλαγή συνεπάγεται ασύμμετρη μεταβολή των καιρικών συνθηκών (λ.χ. παρατεταμένου καύσωνες το καλοκαίρι ή μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας τον χειμώνα), τότε η κατανάλωση

ηλεκτρισμού θα μεταβληθεί ανάλογα. Εξάλλου, η πρόβλεψή μας παίρνει υπόψη μόνο την άμεση επίδραση της ανόδου της θερμοκρασίας· αν η κλιματική αλλαγή οδηγήσει και σε μείωση των βροχοπτώσεων, ενδέχεται οι ανάγκες για ηλεκτρισμό να αυξηθούν περαιτέρω λόγω λ.χ. της χρήσης ενεργοβόρων μονάδων αφαλάτωσης.

5.2. Επιπτώσεις στην κοινωνική ευημερία

Η αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρισμού λόγω της πιθανής ανόδου της θερμοκρασίας στην Κύπρο θα έχει άμεσες επιπτώσεις στην ευημερία των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων: εφόσον λ.χ. ένα νοικοκυριό θα δαπανά μεγαλύτερα ποσά για να πετυχαίνει το ίδιο επίπεδο θερμικής άνεσης που θα είχε αν δεν υπήρχε κλιματική αλλαγή, αυτή η επιπλέον δαπάνη θα ισοδυναμεί με την απώλεια ευημερίας του νοικοκυριού. Το κόστος αυτό μπορεί να υπολογιστεί, θεωρώντας κατά προσέγγιση ότι τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις δεν θα αντιδράσουν μειώνοντας τη χρήση ηλεκτρισμού, πολλαπλασιάζοντας την επιπλέον κατανάλωση ηλεκτρισμού κάθε χρόνο με την προβλεπόμενη λιανική τιμή ηλεκτρισμού εκείνο τον χρόνο, χωριστά για τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα. Το αποτέλεσμα των υπολογισμών φαίνεται στον Πίνακα 8: Σε σταθερές τιμές 2007, η συνολική απώλεια ευημερίας εκτιμάται ότι θα ανέλθει σε 15 εκ. Ευρώ το 2020 και 45 εκ. Ευρώ το 2030. Η παρούσα αξία του συνολικού κόστους για την περίοδο 2008-2030 υπολογίζεται σε 239 εκ. Ευρώ. Το μεγαλύτερο μέρος της επιβάρυνσης αναμένεται να το επωμιστούν τα νοικοκυριά· έτσι, παίρνοντας υπόψη τις δημογραφικές προβλέψεις για τη μελλοντική αύξηση του πληθυσμού και την παρατηρούμενη τάση για μείωση του μεγέθους των νοικοκυριών, ανά νοικοκυριό προβλέπεται κατά μέσο όρο κόστος 30 Ευρώ ανά έτος το 2020 και 83 Ευρώ ανά έτος το 2030 (πάντα σε σταθερές τιμές 2007).

Πρέπει να τονιστεί ότι η πρόβλεψη αυτή αφορά μια ήπια αύξηση της θερμοκρασίας στην Κύπρο, αφού η περίοδος πρόβλεψής μας φτάνει μέχρι το 2030, ενώ οι μεγάλες αυξήσεις της θερμοκρασίας, σύμφωνα με το IPCC (2007), αναμένονται κατά δεύτερο μισό του 21ου αιώνα.

Πίνακας 8: Πρόβλεψη του ετήσιου και του συνολικού κόστους από την επιπλέον κατανάλωση ηλεκτρισμού στην Κύπρο έως το 2030 σύμφωνα με το σενάριο κλιματικής αλλαγής

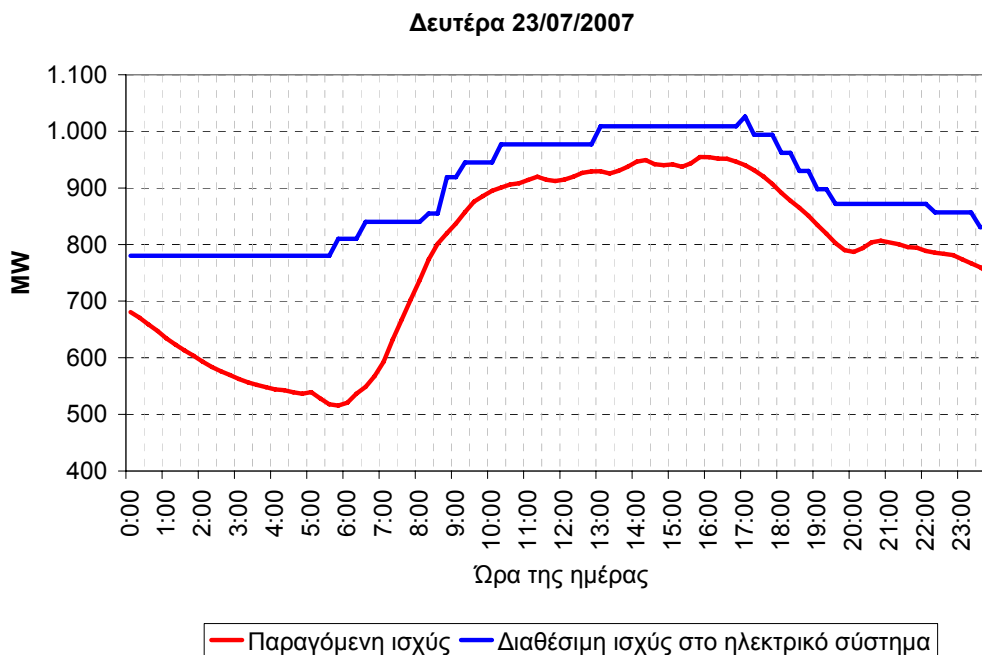
Κόστος (εκ. €'2007)	2010	2015	2020	2025	2030
Οικιακοί καταναλωτές	0,9	4,0	9,5	17,8	29,5
Εμπορικοί καταναλωτές	0,5	2,3	5,4	9,8	15,7
Σύνολο	1,3	6,3	14,9	27,7	45,3
Συνολικό κόστος περιόδου 2008-2030 (παρούσα αξία σε εκ. €'2007):					239,0

Σημείωση: Η παρούσα αξία υπολογίστηκε με προεξοφλητικό επιτόκιο 4%.

6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΕ ΑΥΤΟ

Η ζήτηση ηλεκτρισμού μεταβάλλεται σημαντικά τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια του έτους. Στην Κύπρο, όπως φαίνεται λ.χ. και στο Διάγραμμα 3, η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου¹¹ απαντάται στις μεσημβρινές και απογευματινές ώρες των πιο θερμών ημερών του έτους, λόγω της εκτεταμένης χρήσης συσκευών κλιματισμού. Επομένως, η πιθανή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στο μέλλον θα δημιουργήσει επιπρόσθετες απαιτήσεις για ηλεκτρική ισχύ· στον βαθμό που η επιπλέον ισχύς θα ζητείται σε ώρες αιχμής του ηλεκτρικού φορτίου, αυτό συνεπάγεται επιπλέον επενδύσεις σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού, ώστε να διασφαλιστεί η επαρκής ηλεκτρική τροφοδοσία της χώρας.

Διάγραμμα 3: Ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος και διαθεσιμότητα ισχύος στο Κυπριακό ηλεκτρικό σύστημα κατά τη διάρκεια μιας καλοκαιρινής ημέρας του 2007.



Πηγή: ΔΣΜ, Αρχεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος,
http://www.dsm.org.cy/nqcontent.cfm?a_id=1114&tt=graphic&lang=11

Με βάση τα αναλυτικά δεδομένα που παρέχει ο ΔΣΜ στην ιστοσελίδα του αναφορικά με το φορτίο που ζητείται από το ηλεκτρικό σύστημα της Κύπρου ανά ώρα για όλες τις μέρες του έτους κατά την περίοδο 2000-2007, διενεργήσαμε οικονομετρικές αναλύσεις για την επίδραση διαφόρων παραμέτρων στο μέγιστο ημερήσιο φορτίο. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν αυτοπαλίνδρομες εξισώσεις, όπως έκαναν και οι Engle et al.

¹¹ Το ηλεκτρικό φορτίο εκφράζεται σε μονάδες ισχύος, δηλαδή σε Megawatts (MW).

(1992). Το μέγιστο ημερήσιο φορτίο εκτιμήθηκε ως συνάρτηση του μέσου και του μέγιστου φορτίου της προηγούμενης ημέρας, των βαθμο-ημερών θέρμανσης ή ψύξης (ανάλογα με την εποχή και με βάση μετρήσεις θερμοκρασίας στη Λευκωσία και στον Πρωταρά) και της μέσης ημερήσιας υγρασίας (στη Λευκωσία και στον Πρωταρά). Χρησιμοποιήθηκαν επίσης ψευδομεταβλητές για κάθε μέρα της εβδομάδας, κάθε μήνα του χρόνου και κάθε έτος, καθώς και για τις δημόσιες αργίες. Διενεργήθηκαν εκτιμήσεις με βάση:

- όλα τα δεδομένα της περιόδου 2000–2007 (2581 παρατηρήσεις)
- τα δεδομένα της περιόδου Μαΐου–Σεπτεμβρίου για την περίοδο 2000–2007 (1216 παρατηρήσεις)
- τα δεδομένα των μηνών Ιουνίου–Αυγούστου για την περίοδο 2000–2007 (735 παρατηρήσεις)
- τα δεδομένα των μηνών Μαΐου–Σεπτεμβρίου μόνο για την πιο πρόσφατη διετία 2006–2007 (303 παρατηρήσεις)
- τα δεδομένα των μηνών Ιουνίου–Αυγούστου μόνο για τη διετία 2006–2007 (183 παρατηρήσεις).

Προφανώς η έμφαση ήταν στα δεδομένα των θερινών μηνών, αφού το μέγιστο φορτίο ηλεκτρισμού στην Κύπρο παρατηρείται κατά τη θερινή περίοδο.

Οι εκτιμημένες εξισώσεις συμφωνούν πολύ ικανοποιητικά με τα πραγματικά δεδομένα, με προσαρμοσμένο συντελεστή R^2 γύρω στο 0,95. Λόγω της σημασίας των θερινών μηνών, δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στις σχετικές εκτιμήσεις, οπότε και βρέθηκε στατιστικά σημαντική η επίδραση των βαθμο-ημερών ψύξης ακόμα και στην τετραγωνική τους μορφή – και πράγματι είναι αναμενόμενο η κατανάλωση ηλεκτρισμού να αυξάνεται έντονα σε περιπτώσεις έντονης και παρατεταμένης ζέστης.

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται τα κυριότερα αποτελέσματα των εκτιμήσεων αυτών. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, υπολογίστηκε η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο μέγιστο ημερήσιο φορτίο ηλεκτρισμού. Αντίθετα όμως από ό,τι στο προηγούμενο Κεφάλαιο, επειδή στην περίπτωση αυτή μας ενδιαφέρει η αύξηση στο μέγιστο φορτίο, δηλαδή υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες, έγινε η υπόθεση ότι κατά τους θερινούς μήνες κάθε μέρα οι βαθμο-ημέρες αυξάνονται κατά 0,6 το 2020 και κατά 1 το 2030 (σε αντιστοιχία με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0,6°C το 2020 και κατά 1°C το 2030). Με αυτή την υπόθεση προκύπτει ότι το μέγιστο ημερήσιο φορτίο μπορεί να αυξηθεί κατά 2,1–3,6% σε σχέση με την περίπτωση χωρίς κλιματική αλλαγή· αυτό αντιστοιχεί κατά προσέγγιση σε αύξηση του φορτίου κατά 65–75 MW το 2020 και κατά 85–95 MW το 2030.

Όπως και στο Κεφάλαιο 5.2, εδώ έγινε η υπόθεση ότι η κλιματική αλλαγή δεν θα επιφέρει ανομοιόμορφες αυξήσεις της θερμοκρασίας, ούτε και εντονότερους καύσωνες κατά τους θερινούς μήνες· αν υποθεθεί ότι θα υπάρξουν και εντονότεροι καύσωνες, η επίδραση στο μέγιστο ημερήσιο φορτίο μπορεί εύκολα να γίνει διπλάσια από αυτήν που αναφέρθηκε. Πράγματι, η πρόβλεψη του ΔΣΜ, που αφορά περίπτωση παρατεταμένου καύσωνα, είναι για 150 επιπλέον MW το έτος 2017.

Η ανάγκη για μεγαλύτερη διαθέσιμη ηλεκτρική ισχύ στο μέλλον, προκειμένου να είναι σε θέση η Κύπρος να αντιμετωπίσει εντονότερες θερμές περιόδους, συνεπάγεται επιπλέον οικονομικό κόστος, εφόσον θα πρέπει να υπάρχει περισσότερη εφεδρική ισχύς για να χρησιμοποιηθεί αν υπάρξει ανάγκη. Η εκτίμηση του κόστους αυτού δεν είναι δυνατή στο πλαίσιο του παρόντος Δοκιμίου.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πρόβλεψη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού αποσκοπεί στην εκπόνηση μακροχρόνιου σχεδιασμού για τη διασφάλιση της απρόσκοπτης τροφοδοσίας σε ηλεκτρική ενέργεια, ιδιαίτερα στην Κύπρο που δεν μπορεί να εισάγει ηλεκτρισμό από άλλες χώρες. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η πιθανή εξέλιξη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στον οικιακό, εμπορικό, βιομηχανικό και γεωργικό τομέα στην Κύπρο έως το 2030, σε συνάρτηση με την εξέλιξη των μακροοικονομικών μεγεθών, των τιμών του πετρελαίου και των καιρικών συνθηκών. Για τη διενέργεια των ενεργειακών προβλέψεων χρησιμοποιήθηκαν επίσημες μακροοικονομικές προβλέψεις και η πιο πρόσφατη υπόθεση του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ για τη μελλοντική εξέλιξη των τιμών του πετρελαίου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, εφόσον συνεχιστούν οι τάσεις που παρατηρήθηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες και δεν επέλθουν δραματικές αλλαγές στη διάρθρωση της οικονομικής δραστηριότητας και στις διαθέσιμες τεχνολογίες για παραγωγή και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, η χρήση ηλεκτρισμού αναμένεται να τριπλασιαστεί κατά τα επόμενα 20–25 χρόνια, με αυξανόμενη συμμετοχή των οικιακών καταναλωτών και του τριτογενούς τομέα της οικονομίας.

Εκτός από την ανωτέρω πρόβλεψη, που αφορά ένα σενάριο αναφοράς, διενεργήθηκε και πρόβλεψη υποθέτοντας σταδιακή μεταβολή των καιρικών συνθηκών λόγω της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τις προβλέψεις διεθνών οργανισμών, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα οδηγήσει σε ηπιότερους χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια. Εφαρμόζοντας το οικονομετρικά εκτιμημένο μοντέλο, υπολογίσαμε ότι η κατανάλωση ηλεκτρισμού στην Κύπρο θα αυξηθεί μέχρι το 2030 κατά 2,9% συνολικά (4,2% στον οικιακό τομέα και 2,5% στον τριτογενή τομέα) σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς. Η

αύξηση θα γίνει περισσότερο αισθητή μετά το 2020, οπότε θα είναι και σχετικά μεγαλύτερη η αύξηση της θερμοκρασίας. Οι αυξημένες ανάγκες χρήσης ηλεκτρισμού αναμένεται να οδηγήσουν σε άμεσο κόστος (απώλεια ευημερίας) 15 εκ. Ευρώ το 2020 και 45 εκ. Ευρώ το 2030, ενώ η παρούσα αξία του συνολικού κόστους για την περίοδο 2008-2030 υπολογίζεται σε 239 εκ. Ευρώ (όλα σε σταθερές τιμές 2007). Το μεγαλύτερο μέρος της επιβάρυνσης αναμένεται να το επωμιστούν τα νοικοκυριά, με μέσο κόστος ανά νοικοκυριό 30 Ευρώ ανά έτος το 2020 και 83 Ευρώ ανά έτος το 2030 (σε τιμές 2007). Επιπλέον, το μέγιστο ημερήσιο ηλεκτρικό φορτίο αναμένεται να αυξηθεί κατά 65–75 MW το 2020 και κατά 85–95 MW το 2030 σε σχέση με την περίπτωση χωρίς κλιματική αλλαγή· αυτό συνεπάγεται επιπλέον οικονομικό κόστος, εφόσον θα πρέπει να υπάρχει περισσότερη εφεδρική ηλεκτρική ισχύς για να χρησιμοποιηθεί αν υπάρξει ανάγκη. Οι παραπάνω προβλέψεις αφορούν μια ήπια αύξηση της θερμοκρασίας στην Κύπρο, αφού η περίοδος πρόβλεψής μας φτάνει μέχρι το 2030, ενώ οι μεγάλες αυξήσεις της θερμοκρασίας αναμένονται κατά το δεύτερο μισό του 21ου αιώνα.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι ανωτέρω προβλέψεις υπόκεινται σε αβεβαιότητες, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με την αβεβαιότητα στις οικονομικές εξελίξεις, που έχουν πολύ σημαντική επίδραση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού, αλλά και με την άγνωστη μέχρι στιγμής επίδραση στις τελικές τιμές από συνδυασμό παραγόντων όπως η υποχρέωση της ΑΗΚ να αγοράζει δικαιώματα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η σταδιακή φιλελευθεροποίηση της αγοράς ηλεκτρισμού και η εισαγωγή του φυσικού αερίου και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Υπάρχει επίσης μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στις καιρικές συνθήκες της Κύπρου. Σε κάθε περίπτωση, οι προβλέψεις πρέπει να χρησιμοποιούνται όχι ως ακριβείς προγνώσεις, αλλά ως εργαλεία για την υποστήριξη του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζαχαριάδης Θ. (2006), Μακροχρόνια πρόβλεψη της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στην Κύπρο: Σενάρια και αβεβαιότητες. Δοκίμιο Οικονομικής Πολιτικής 09-06, Κέντρο Οικονομικών Ερευνών, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Ιούλιος 2006.
<http://www.erc.ucy.ac.cy/greek/publications.html>
- Στατιστική Υπηρεσία (2007), Στατιστικές Βιομηχανίας 2006, Λευκωσία.
- EC (European Commission) (2008), European Energy and Transport – Trends to 2030 – Update 2007. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2007/
- EIA (US Department of Energy, Energy Information Administration) (2007), International Energy Outlook 2007, Report DOE/EIA-0484(2007), Washington, DC, May 2007.
www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html
- EIA (US Department of Energy, Energy Information Administration) (2008), Annual Energy Outlook 2008, Report DOE/EIA-0383(2008), Washington, DC, June 2008.
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>
- Clements M.P. and Madlener R. (1999), Seasonality, cointegration, and forecasting UK residential energy demand. *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 46, No. 2, 185–206.
- IEA (International Energy Agency) (2006), *World Energy Outlook 2006*, Paris, France.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report – Summary for Policymakers*.
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf
- Pesaran M.H. and Shin Y. (1999), An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. In: Strøm S, editor. *Econometrics and economic theory in the twentieth century: the Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Pesaran M.H., Shin Y. and Smith R.J. (2001), Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics* 16: 289–326.
- Engle R.F, Mustafa C. and Rice J. (1992), Modelling Peak Electricity Demand. *Journal of Forecasting*, Vol. 11, 241–251.
- Stern D. (2004), Economic Growth and Energy, in: Cleveland C.J. (ed.), *Encyclopedia of Energy* Vol. 2, pp. 35–51, Amsterdam: Elsevier.
- Zachariadis T. (2006), An empirical time series analysis of energy consumption in Cyprus. *Economic Analysis Paper 01-06*, Economics Research Centre, University of Cyprus.
<http://www.erc.ucy.ac.cy/greek/publications.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται τα αποτελέσματα από τις εκτιμήσεις της μέγιστης ημερήσιας ηλεκτρικής ισχύος, με βάση τα δεδομένα που παρέχει στην ιστοσελίδα του ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρισμού της Κύπρου. Παρουσιάζονται μόνο οι εκτιμήσεις που χρησιμοποίησαν δεδομένα της θερινής περιόδου.

Παρακάτω επεξηγούνται οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν.

- peak*: μέγιστη ημερήσια ηλεκτρική ισχύς (MW)
peak(-1): μέγιστη ημερήσια ηλεκτρική ισχύς της προηγούμενης ημέρας (MW)
avgload(-1): μέση ημερήσια ηλεκτρική ισχύς της προηγούμενης ημέρας (MW)
cdd: βαθμο-ημέρες ψύξης ανά ημέρα (με βάση τη μέση θερμοκρασία Λευκωσίας)
cdd(-1): βαθμο-ημέρες ψύξης της προηγούμενης ημέρας (με βάση τη μέση θερμοκρασία Λευκωσίας)
cdd2: βαθμο-ημέρες ψύξης ανά ημέρα (με βάση τη μέση θερμοκρασία Πρωταρά)
avghumid1: μέση ημερήσια υγρασία στη Λευκωσία (%)

Ψευδομεταβλητές (dummies) για τα έτη 2001-2007: *year01, year02, ..., year07*

Ψευδομεταβλητές για κάθε μέρα της εβδομάδας: *sun, mon, tue, wed, thu, fri, sat, sun*

Ψευδομεταβλητές για μήνες του έτους: *jul, sep*

Ψευδομεταβλητή για δημόσιες αργίες: *hld*

A) Δείγμα: Δεδομένα Μαΐου – Σεπτεμβρίου 2000-2007

Dependent Variable: PEAK

Method: Least Squares

Date: 09/12/08 Time: 15:58

Sample (adjusted): 2 1231

Included observations: 1216 after adjustments

Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=6)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEAK(-1)	0.282008	0.05678	4.966645	0
AVGLOAD(-1)	0.468867	0.070983	6.605364	0
CDD	10.14189	0.657043	15.43566	0
CDD(-1)	-2.539122	0.764708	-3.320381	0.0009
HLD	-82.03553	10.57627	-7.756565	0
MON	210.685	5.813998	36.23754	0
TUE	139.4474	8.305716	16.78933	0
WED	129.763	8.036234	16.14723	0
THU	139.2328	7.846035	17.74563	0
FRI	130.0071	8.038031	16.174	0
SAT	49.03069	8.330182	5.885909	0
SUN	64.96858	6.957462	9.337971	0
YEAR01	20.84091	2.668009	7.811409	0
YEAR02	35.47445	3.643567	9.736185	0
YEAR03	41.42165	3.638472	11.38435	0
YEAR04	48.54549	3.875696	12.52562	0
YEAR05	60.13409	4.560496	13.18587	0
YEAR06	69.87929	4.931171	14.17093	0
YEAR07	79.51349	4.984135	15.95332	0
JUL	8.148534	2.054897	3.965422	0.0001
SEP	16.80315	1.813648	9.264832	0
R-squared	0.960108	Mean dependent var	622.9152	
Adjusted R-squared	0.95944	S.D. dependent var	121.3517	
S.E. of regression	24.43961	Akaike info criterion	9.247406	
Sum squared resid	713766.9	Schwarz criterion	9.335539	
Log likelihood	-5601.423	Durbin-Watson stat	1.929906	

B) Δείγμα: Δεδομένα Ιουνίου – Αυγούστου 2000-2007

Dependent Variable: PEAK

Method: Least Squares

Date: 09/12/08 Time: 17:32

Sample (adjusted): 2 736

Included observations: 735 after adjustments

Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=6)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEAK(-1)	0.27604	0.08614	3.204556	0.0014
AVGLOAD(-1)	0.469485	0.097733	4.803753	0
CDD^2	0.661357	0.059944	11.03292	0
HLD	-86.18681	14.08516	-6.118981	0
MON	235.4953	8.303218	28.36193	0
TUE	156.8421	12.73746	12.31344	0
WED	144.5962	11.81179	12.24168	0
THU	157.0656	11.58793	13.55424	0
FRI	147.8042	11.67305	12.662	0
SAT	53.12321	11.83857	4.487299	0
SUN	71.46219	9.714027	7.356597	0
YEAR01	27.66409	3.75818	7.361032	0
YEAR02	37.90076	4.642717	8.163486	0
YEAR03	46.82204	4.784158	9.786892	0
YEAR04	55.80942	4.90868	11.36954	0
YEAR05	69.27188	5.761692	12.02284	0
YEAR06	79.36885	5.896975	13.45925	0
YEAR07	87.82721	5.972291	14.70578	0
JUL	8.576896	2.137151	4.013238	0.0001
R-squared	0.947281	Mean dependent var		660.7323
Adjusted R-squared	0.945956	S.D. dependent var		116.6571
S.E. of regression	27.11975	Akaike info criterion		9.463912
Sum squared resid	526604.2	Schwarz criterion		9.58282
Log likelihood	-3458.988	Durbin-Watson stat		1.930362

Γ) Δείγμα: Δεδομένα Μαΐου – Σεπτεμβρίου 2006-2007

Dependent Variable: PEAK

Method: Least Squares

Date: 09/12/08 Time: 15:32

Sample (adjusted): 2 306

Included observations: 303 after adjustments

Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=5)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEAK(-1)	0.387812	0.114888	3.375557	0.0008
AVGLOAD(-1)	0.279005	0.134683	2.071571	0.0392
CDD1	4.459676	1.703836	2.617433	0.0093
CDD1^2	0.35811	0.111984	3.197862	0.0015
CDD2	6.673035	2.316332	2.880863	0.0043
HLD	-111.7209	12.09723	-9.235248	0
MON	279.2102	15.65062	17.8402	0
TUE	201.2615	21.13876	9.520968	0
WED	189.809	20.37941	9.313762	0
THU	202.0804	20.08144	10.06305	0
FRI	194.5765	20.44448	9.517309	0
SAT	99.55324	22.18715	4.486977	0
SUN	108.4151	19.10889	5.673544	0
AVGHUMID1	0.564862	0.200901	2.811642	0.0053
R-squared	0.955699	Mean dependent var	720.5412	
Adjusted R-squared	0.953706	S.D. dependent var	122.9373	
S.E. of regression	26.4512	Akaike info criterion	9.433583	
Sum squared resid	202203.5	Schwarz criterion	9.605175	
Log likelihood	-1415.188	Durbin-Watson stat	1.917732	

Δ) Δείγμα: Δεδομένα Ιουνίου – Αυγούστου 2006-2007

Dependent Variable: PEAK

Method: Least Squares

Date: 09/12/08 Time: 16:14

Sample (adjusted): 2 184

Included observations: 183 after adjustments

Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=4)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEAK(-1)	0.576936	0.05147	11.20914	0
CDD1	5.616126	2.748235	2.043539	0.0425
CDD1^2	0.578381	0.182508	3.169068	0.0018
CDD2	6.107149	3.038288	2.010062	0.046
HLD	-107.6943	13.09861	-8.221814	0
MON	277.0862	18.18791	15.23463	0
TUE	187.502	27.6294	6.786321	0
WED	182.8475	26.34809	6.939687	0
THU	192.6818	26.01263	7.407242	0
FRI	182.9803	25.60049	7.147531	0
SAT	76.40852	28.12805	2.716453	0.0073
SUN	86.79578	23.50105	3.693273	0.0003
AVGHUMID1	1.092222	0.278943	3.915569	0.0001
R-squared	0.950759	Mean dependent var		766.2298
Adjusted R-squared	0.947283	S.D. dependent var		114.9308
S.E. of regression	26.38826	Akaike info criterion		9.452104
Sum squared resid	118377.9	Schwarz criterion		9.680101
Log likelihood	-851.8676	Durbin-Watson stat		2.020093

Πρόσφατα Δοκίμια Οικονομικής Πολιτικής/Ανάλυσης

- 03-08 Γρηγορίου Π., Θ. Μαμουνέας, Π. Πασιαρδής και Χ.Σ. Σάββα, "Η επίδραση του ευρώ στην παραγωγικότητα", Ιούνιος 2008.
- 02-08 Μιχαήλ Μ., Λ. Χριστοφίδης, Κ. Χατζηγιάννης και Σ. Κληρίδης, "Οι επιδράσεις της μετανάστευσης στη συμμετοχή των γυναικών στην αγορά εργασίας", Απρίλιος 2008.
- 01-08 Pashardes P. and A. Polykarpou, "Tax-free income vs. in-work tax credits: Effects on labour market participation", March 2008.
- 13-07 Χασάπης Κ., "Η Διαδικασία Σύγκλισης και η Μεταβλητότητα των Αγορών Χρήματος και Κεφαλαίου", Δεκέμβριος 2007.
- 12-07 Ανδρέου Μ., Ν. Νικολαΐδου, Α. Πολυκάρπου και Σ. Χατζησπύρου, "Το μοντέλο προσομοίωσης φοροπαροχών για την Κυπριακή οικονομία", Δεκέμβριος 2007.
- 11-07 Pashardes P., "Tackling child poverty and promoting the social inclusion of children", December 2007.
- 10-07 Christofides L. and K. Vrachimis, "The Gender Wage Gap in Cyprus", December 2007.
- 09-07 Ηλιοφώτου-Μένον Μ., Ν. Πασιουρτίδου, Α. Πολυκάρπου και Μ. Σωκράτους, "Προσδοκίες φοιτητών για απασχόληση και μισθό στην Κύπρο", Δεκέμβριος 2007.
- 08-07 Μαμουνέας Θ. και Χ.Σ. Σάββα, "Κρατικές δαπάνες για υποδομές και η παραγωγικότητα του ιδιωτικού τομέα", Νοέμβριος 2007.
- 07-07 Αθανασιάδου Μ., Θ. Μαμουνέας και Χ.Σ. Σάββα, "Έρευνα και ανάπτυξη στην Κύπρο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση", Οκτώβριος 2007.
- 06-07 Kontolemis Z., S. Nicolaou, N. Pashourtidou and C.S. Savva, "Business and consumer surveys in the European Union: What do they tell us?", July 2007.
- 05-07 Christofides L., A. Kourtellos and K. Vrachimis, "New unemployment indices for Cyprus and their performance in established economic relationships", July 2007.
- 04-07 Mamuneas T. and C.S. Savva, "The efficiency of Cypriot commercial banks: Comparison with Greece and the UK", June 2007.
- 03-07 Χασάπης Κ., "Ευρωπαϊκή οικονομική ολοκλήρωση και κυπριακή οικονομία", Απρίλιος 2007.