

## *Τα Κείμενα Εργασίας του ΙΕΝΕ*

---

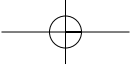
Η σειρά των Κειμένων Εργασίας (Working Papers) που εκδίδονται από το ΙΕΝΕ αναφέρονται σε επιλεγμένα και επίκαιρα θέματα που άπτονται του ενεργειακού τομέα και αναλύονται και παρουσιάζονται από τους πλέον ειδικούς στο χώρο αυτό.

Αντικειμενικός σκοπός είναι η έγκυρη ενημέρωση των μελών του και των στελεχών των εμπλεκόμενων φορέων του Δημοσίου και Ιδιωτικού τομέα, η μεταφορά γνώσεων και εμπειριών καθώς και η συζήτηση εποικοδομητικών προτάσεων σε συγκεκριμένα θέματα.

Τα κείμενα εργασίας διατίθενται δωρεάν και αποτελούν μια προσφορά του ΙΕΝΕ.

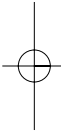
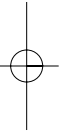
Η παρούσα εργασία αναφέρεται στο επίκαιρο και πολύπλοκο θέμα της θερινής αιχμής, του ηλεκτρικού φορτίου, τα αίτια και τις επιπτώσεις από την αδυναμία αντιμετώπισης των αιχμών, δηλαδή black-outs, και τα προσφερόμενα μέτρα αντιμετώπισής τους.

Το ΙΕΝΕ ευχαριστεί θερμά τον Δρ. Ευάγγελο Λεκατσά για το κείμενο εργασίας που επεξεργάστηκε και παρουσιάζεται σε αυτό το τεύχος και ευελπιστεί ότι αυτό αποτελεί μια σημαντική προσφορά στον επιστημονικό, τεχνικό και επιχειρηματικό κόσμο καθώς και στην Δημόσια Διοίκηση που εμπλέκονται στον Ενεργειακό Τομέα.

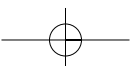


Η παρούσα έκδοση έχει υποστηριχθεί από την δικηγορική εταιρεία **Κυριακίδης, Γεωργόπουλος & Δανιόλος Ησαΐας** στο πλαίσιο του προγράμματός της για τη δημοσιοποίηση θεμάτων που άπτονται του Ενεργειακού Τομέα.

Ημερομηνία έκδοσης κειμένου εργασίας: Μάρτιος 2007



Απαγορεύεται η ολική ή μερική αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή αυτής της έκδοσης σε οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο (ηλεκτρονικό, μηχανικό, φωτογραφικό, ηχογραφικό ή άλλο), χωρίς την άδεια του εκδότη. Επιτρέπεται η χρήση επιμέρους υλικού της έκδοσης με αναφορά της πηγής.



# ΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004 | Working Paper No2

του Δρ. Ευάγγελου Λεκατσά  
Μηχανολόγου-Ηλεκτρολόγου  
Προέδρου ΔΕΣΜΗΕ

Το πρόβλημα της θερινής αιχμής.  
Αίτια και μέτρα αντιμετώπισής του

## Περιοχόμενα

Εισαγωγή .....	4
1. Περιγραφή του προβλήματος .....	5
1.1 Η καμπύλη διάρκειας φορτίου .....	5
1.2 Η συμβολή των συσκευών κλιματισμού .....	6
1.3 Η αιχμή ως αποτέλεσμα της τιμολογιακής πολιτικής .....	8
1.4 Οι επιπτώσεις .....	10
2. Λύσεις αντιμετώπισης του προβλήματος .....	12
2.1 Κοινωνική αναγκαιότητα τιμολόγησης στο οριακό κόστος .....	12
2.2 Εναλλακτικά τιμολόγια με τους υπάρχοντες μειριτές .....	13
2.2.1 Εποχιακά τιμολόγια .....	13
2.2.2 Κλιμακωτά αυξανόμενα τιμολόγια .....	14
2.3 Εναλλακτικά τιμολόγια με νέους εξεληγμένους μειριτές .....	15
2.3.1 Τιμολόγηση Σύμπτωσης με Αιχμή του Συστήματος .....	15
2.3.2 Τιμολόγηση Μέγιστης Ζήτησης .....	16
2.3.3 Τιμολόγηση Ωριαίας Ζήτησης και Ποδηγνικά Τιμολόγια .....	16
2.3.4 Τιμολόγηση με έλεγχο της Ζήτησης .....	17
3. Προτάσεις .....	17
4. Παραπομπές .....	18

## Εισαγωγή

Το καλοκαίρι του 1987 εμφανίστηκε στην Απική ένας ισχυρός και παρατεταμένος καύσωνας με πάνω από 1500 νεκρούς λόγω θερμοπληξίας. Το γεγονός αυτό πυροδότησε την αθρόα εγκατάσταση κλιματιστικών συσκευών στα αμέσως επόμενα χρόνια με αποτέλεσμα, από το 1992 και μετά, η θερινή αιχμή να είναι σταθερά πλέον μεγαλύτερη από τη χειμερινή αιχμή. Ταυτόχρονα άρχισε το φορτίο του συστήματος να εμφανίζει μια σταδιακά αυξανόμενη επαγωγική συνιστώσα (άεργος ισχύς) η οποία, λόγω των κινητήρων επαγωγής των κλιματιστικών, αυξάνεται με ακόμη μεγαλύτερο ρυθμό δημιουργώντας μεγάλες πτώσεις τάσεως αλλά και απώλειες στα δίκτυα της Μεταφοράς και της Διανομής. Ήδη το 1996 παρουσιάστηκε, για πρώτη φορά, ο κίνδυνος κατάρρευσης των τάσεων του Συστήματος λόγω μεγάλου φορτίου και αυξημένων αναγκών σε άεργο ισχύ.

Λόγω ενισχύσεων του συστήματος παραγωγής και μεταφοράς (ένταξη ΑΗΣΑΓ, σταθμός Συνδυασμένου Κύκλου στο Λαύριο 560 MW, νέα καλώδια Ρίου, Τρίτη γραμμή 400 KV στο Κρουνέρι κ.λ.π.) η δυνατότητα φόρτισης του συστήματος αυξήθηκε και ο κίνδυνος κατάρρευσης επανεμφανίστηκε το 2001 μαζί με έντονα φαινόμενα υπερφόρτισης των δικτύων της Διανομής στην περιοχή Αθηνών και συχνές διακοπές που, κατ' ευτυχία συγκυρία, απεσόβησαν ευρύτερες διακοπές στο Νότιο Σύστημα.

Η διακοπή της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος της 12.7.2004 ήταν το σημείο κορύφωσης αυτής της πορείας, το οποίο έδειξε ότι το πρόβλημα της θερινής αιχμής, που εμφανίζεται λιγότερο από 40 ώρες κάθε χρόνο, δεν θεραπεύεται μόνο με ενισχύσεις του παραγωγικού δυναμικού και των δικτύων μεταφοράς και διανομής αλλά παράλληλα χρειάζεται και κάποια μορφή διαχείρισης της πλευράς του φορτίου. (Demand Side Management)

Είναι στόχος της παρούσης προκαταρκτικής μελέτης να προσδιορίσει, πέραν των μέτρων ενίσχυσης της παραγωγής και των δικτύων μεταφοράς και διανομής, τα αναγκαία εκείνα μέτρα διαχείρισης του φορτίου δια των οποίων θα καταστεί δυνατόν να αμβλυνθεί η θερινή αιχμή του Ελληνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος.

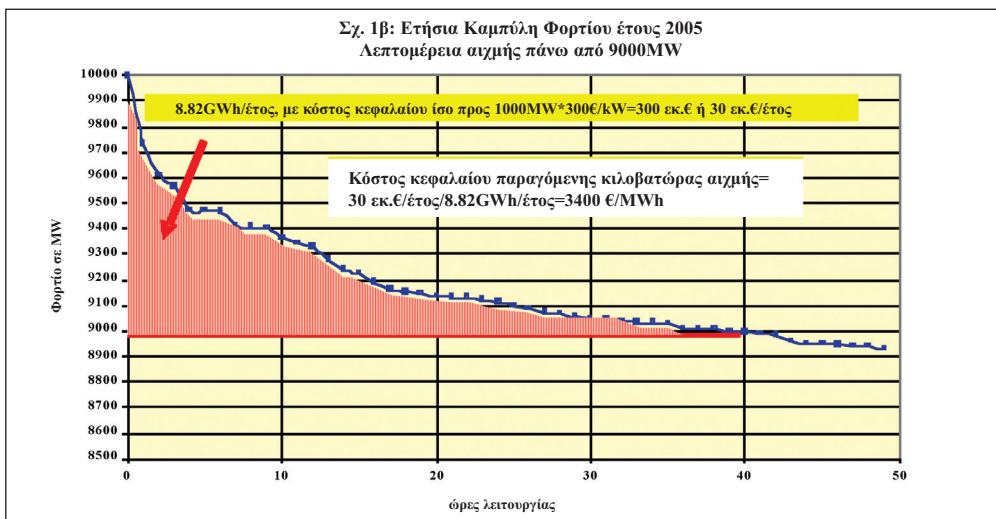
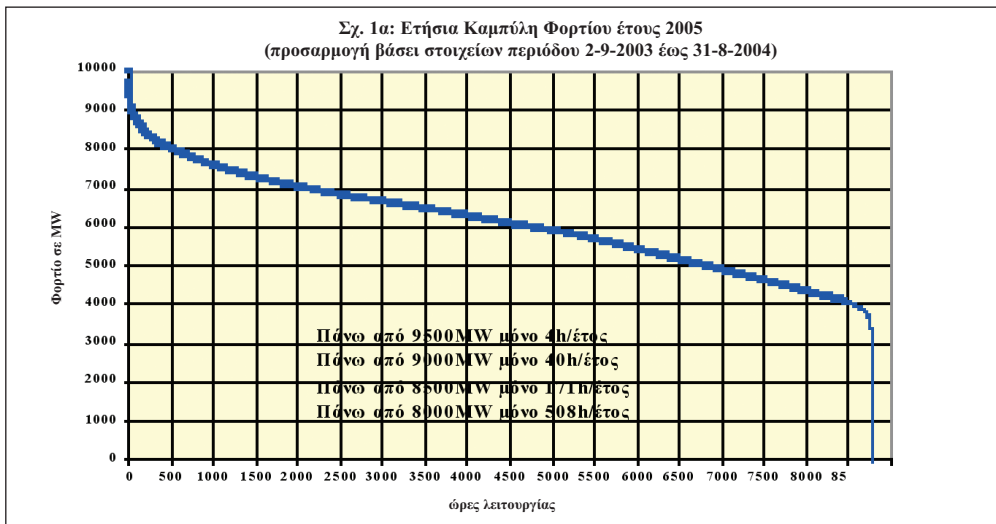
## 1. Περιγραφή του προβλήματος

### 1.1 Η καμπύλη διαρκείας φορτίου

Η παράθεση των 8760 ωριαίων τιμών φορτίου (MW) ενός έτους κατά φθίνουσα σειρά δημιουργεί την καμπύλη διαρκείας φορτίου του Συστήματος. Η εικονιζόμενη καμπύλη διαρκείας φορτίου του Σχ. 1α έχει προκύψει από τα πλέον πρόσφατα στοιχεία της περιόδου 2-9-2003 μέχρι 31-8-2004 και έχει προσαρμοσθεί ώστε να εμφανίζει αιχμή ίση προς την αναμενόμενη, για το 2005, αιχμή των 10000 MW.

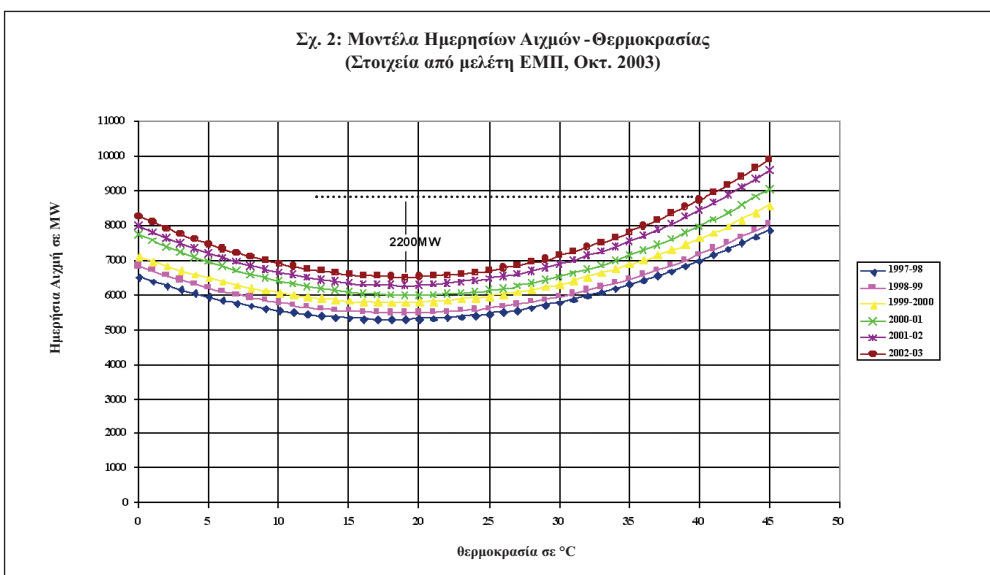
Από το Σχ. 1β προκύπτει ότι **το φορτίο πάνω από 9000 MW παρουσιάζεται για λιγότερο από 40 ώρες/έτος**. Η κάλυψη αυτού του φορτίου αιχμής των τελευταίων 1000 MW (από 9000 μέχρι 10000 MW) αντιπροσωπεύει μια ενέργεια ίση μόνο με **8.82 GWh/έτος**.

Η παραγωγή της ενέργειας αυτής, εάν γίνει από τις φθηνότερες, από άποψη κεφαλαιακού κόστους, μονάδες αεροστροβίλων ανοικτού κύκλου θα αντιστοιχεί σε ένα επίσης κόστος κεφαλαίου τάξεως 30 εκ. € δηλαδή σε μοναδιαίο κόστος κεφαλαίου ίσο προς **3400€/MWh**.



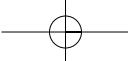
## 1.2 Η συμβολή των συσκευών κλιματισμού

Από μελέτες που έχουν ήδη γίνει, για λογαριασμό του ΔΕΣΜΗΕ, από το ΕΜΠ (Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, Καθηγητής κ. Γ. Κονταξής, Οκτώβριος 2003) [1] προκύπτει ότι τα τελευταία 2000 έως 2500 MW της επίσης αιχμής οφείλονται στις κλιματιστικές συσκευές οι οποίες, στις υψηλές θερμοκρασίες των 39 ή 40 °C, αναγκάζονται να λειτουργούν σε **συνεχή** λειτουργία, άρα ταυτοχρόνως όλες μαζί, με συνέπεια να έχουμε ταυτοχρονισμένη συμμετοχή όλων των κλιματιστικών στην αιχμή. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (π.χ. 35 °C) τα εγκατεστημένα κλιματιστικά μπορούν να αντιμετωπίσουν το θερμικό φορτίο με αποτέλεσμα να μεταπίπτουν, μέσω των θερμοστατών τους, σε **διακοπόμενη** λειτουργία των συμπιεστών. Επειδή η διακοπή της λειτουργίας των συμπιεστών γίνεται σε διαφορετικές στιγμές για κάθε κλιματιστική εγκατάσταση είναι φανερό ότι σε κάθε χρονική στιγμή μόνο ένα ποσοστό από το σύνολο των κλιματιστικών θα ευρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας του συμπιεστού και συνεπώς η ισχύς των ταυτοχρόνως λειτουργούντων κλιματιστικών θα είναι μικρότερη. Τα ανωτέρω γίνονται αμέσως κατανοητά από τα διαγράμματα διασποράς των ημερησίων αιχμών του Διασυνδεδεμένου Συστήματος της ως άνω μελέτης του ΕΜΠ από τα οποία προέκυψαν, στο Σχ. 2, οι αντίστοιχες καμπύλες συσχετισμού των ημερησίων αιχμών με την θερμοκρασία για τα «έτη» 1997-98, 1998-99,....., και 2002-03. (Ως «έτος» 1997-98 ορίζεται η χρονική περίοδος από 1-9-1997 μέχρι 31-8-1998)



Η εξάρτηση των ημερησίων αιχμών από την θερμοκρασία είναι φανερή τόσο προς την κατεύθυνση των χαμηλών θερμοκρασιών (0 °C) οπότε έχουμε χρήση ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης αλλά και κλιματιστικών σε αντίστροφη λειτουργία, όσο και προς την κατεύθυνση των υψηλών θερμοκρασιών (40 °C), οπότε έχουμε έντονη χρήση συσκευών ψύξης και κλιματισμού.

Οι ημερήσιες αιχμές στις ημέρες με ενδιάμεσες θερμοκρασίες (20 °C), οπότε δεν υπάρχουν ούτε θερμικά, ούτε ψυκτικά φορτία, είναι χαμηλότερες. Η διαφορά μεταξύ των χαμηλών



τιμών αιχμής στους 20°C και των υψηλών τιμών αιχμής στους 40°C είναι, όπως προκύπτει από το Σχ. 2 ίση προς 2000 έως 2500 MW περίπου και αυτό αποτελεί μια καλή εκτίμηση της συνολικής ισχύος κλιματιστικών (και ψύξης γενικότερα) στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η ετήσια αιχμή στο Ελληνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα αναμένεται ότι θα είναι περίπου 10000 MW το έτος 2005.
- Το φορτίο αναμένεται να είναι μεγαλύτερο από 9500 MW όταν τα κλιματιστικά στις θερμότερες ημέρες του έτους (συνήθως το πρώτο 15νθήμερο του Ιουλίου) λειτουργούν **αδιαλείπτως**. Το φαινόμενο αυτό αναμένεται ότι θα εμφανιστεί λιγότερο από 4 h/έτος (περίπου 2 ημέρες επί δύο ώρες μεσημβρινής αιχμής).
- Το φορτίο αναμένεται να είναι μεγαλύτερο από 9000 MW για 40 h/έτος. Η ενέργεια των 1000 MW πάνω από τα 9000 MW είναι μόνο 8.82 GWh/έτος, έχει κόστος κεφαλαίου 30 εκ. € έτος και συνεπώς μοναδιαίο κόστος 3400 €/MWh. (Δηλαδή ~ 3465 €/MWh εάν ληφθεί υπόψη και το κόστος καυσίμου)
- Η αντιμετώπιση των 1000 MW κλιματιστικού φορτίου πάνω από τα 9000 MW εκτός του ως άνω πολύ μεγάλου κόστους είναι προβληματική για τον εξής επιπλέον λόγο:

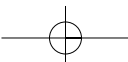
Τα κλιματιστικά φορτία είναι επαγωγικά φορτία δηλαδή απορροφούν σημαντική άεργο ισχύ. Μετριοπαθείς εκτιμήσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι για κάθε 1 MW πραγματικού κλιματιστικού φορτίου χρειαζόμαστε 0,5 έως 1 MVAR άεργου ισχύος. Εάν η άεργος αυτή ισχύς δεν παρασχεθεί με αντισταθμιστικούς πυκνωτές τότε οι απώλειες και η πτώση τάσεως στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής γίνονται πολύ μεγάλες με εμφανή τον κίνδυνο κατάρρευσης του Συστήματος, όπως συνέβη την 12.7.2004.

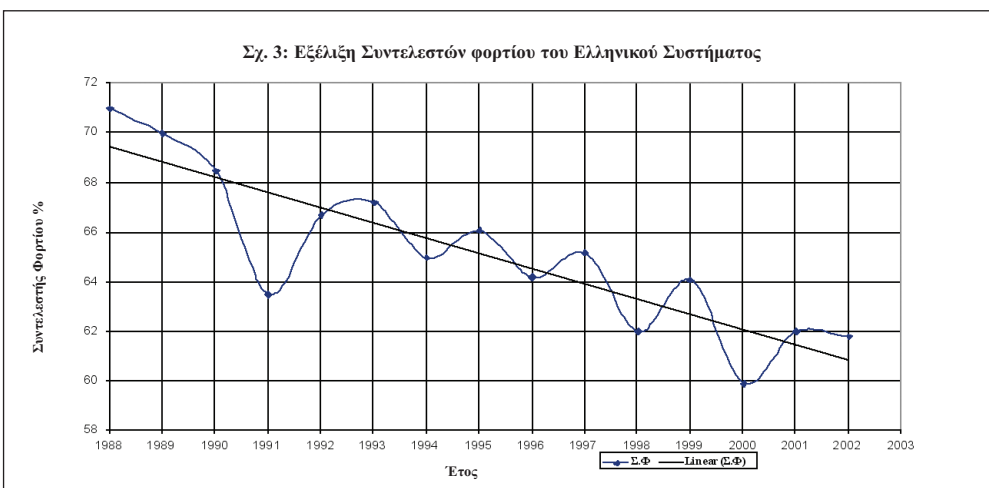
Για την ικανοποίηση της αιχμής των 10000 MW που διογκώνεται στο μέγεθος αυτό λόγω των κλιματιστικών απαιτείται επίσης το Σύστημα να διαθέτει τουλάχιστον 15 % παραπάνω εγκατεστημένη ισχύ για λόγους στρεφόμενης εφεδρείας αλλά και αντιμετώπισης αιφνίδιων βλαβών μονάδων ή συμφορήσεων του δικτύου κατά τις ώρες αιχμής. Το γεγονός αυτό διογκώνει ακόμη περισσότερο το κόστος παραγωγής του Συστήματος.

Εξάλλου στο Σχ. 3 φαίνεται η διαχρονική εξέλιξη του Συντελεστή Φορτίου  $\sigma$  του Διασυνδεδεμένου Συστήματος [2] η οποία βαίνει συνεχώς φθίνουσα λόγω ταχύτερης αύξησης της αιχμής έναντι της συνολικής ενέργειας του έτους.<sup>1</sup>

Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι ο ρυθμός αύξησης της αιχμής είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό αύξησης της καταναλισκόμενης ενέργειας. Είναι συνεπώς φανερό ότι η ραγδαία αύξηση της ετήσιας αιχμής λόγω της διάδοσης των κλιματιστικών επιδείνωσε τον βαθμό αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των εγκατεστημένων μονάδων παραγωγής.

<sup>1</sup> Ο Συντελεστής Φορτίου  $\sigma$  ορίζεται ως  $\sigma = \frac{E}{A \cdot 8760}$  όπου  $E$  η ετήσια ενέργεια σε MWh και  $A$  η ετήσια αιχμή σε MW. Όσο μικρότερος είναι ο  $\sigma$  τόσο ο λόγος της ενέργειας  $E$  προς την αιχμή  $A$  είναι μικρότερος και τόσο περισσότερο αναποτελεσματική είναι η χρησιμοποίηση των εγκατεστημένων μέσων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.





### 1.3 Η αιχμή ως αποτέλεσμα της τιμολογιακής πολιτικής

Στην χώρα μας δεν έχει γίνει κάποια μελέτη σχετικά με την διείσδυση των κλιματιστικών στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, ούτε έχουν μελετηθεί οι προθέσεις και η συμπεριφορά των καταναλωτών ως προς την χρήση των κλιματιστικών συσκευών. Δεν είναι σπάνιο π.χ. το φαινόμενο που παρουσιάζεται σε δημόσια ή ιδιωτικά κτίρια να χρησιμοποιείται ο κλιματισμός με ανοικτά παράθυρα ή και με ρύθμιση της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου στους 21°C γεγονός που οδηγεί τον συμπιεστή της εγκατάστασης σε αδιάλειπτη λειτουργία. Μια τέτοια συμπεριφορά όχι μόνο σπαταλά ενέργεια αλλά, λόγω της **αδιάλειπτης** λειτουργίας, συντελεί στον ταυτοχρονισμό λειτουργίας όλων των εγκατεστημένων κλιματιστικών με αποτέλεσμα να διογκώνει υπέρμετρα την αιχμή του Συστήματος. Για το λόγο αυτό σε όλες τις χώρες όπου παρουσιάζονται ανάλογα φαινόμενα, αυτά μελετώνται και προσδιορίζονται ποσοτικά ώστε εγκαίρως να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Στους εργασιακούς χώρους το γεγονός ότι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για τον κλιματισμό το πληρώνει η δημόσια υπηρεσία ή η ιδιωτική επιχείρηση και όχι οι εργαζόμενοι στον κλιματιζόμενο χώρο δημιουργεί την αίσθηση της άνεσης που οδηγεί στην σπατάλη πόρων (ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος) που περιγράψαμε παραπάνω.

Το θέμα όμως έχει ευρύτερες διαστάσεις και δεν αφορά μόνον τους εργαζόμενους σε κλιματιζόμενους δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους. Τα ισχύοντα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας παρέχουν την ηλεκτρική ενέργεια στην ίδια τιμή τον Απρίλιο μήνα όταν η ημερήσια αιχμή του Συστήματος δεν υπερβαίνει τα 7116 MW, και τον Ιούλιο όταν οι ημερήσιες αιχμές είναι πάνω από 8000 MW και, κάποιες πιο ζεστές ημέρες πάνω από 9000 MW (βλ. Σχ. 4 για τους μήνες Απρίλιο και Ιούλιο 2004).

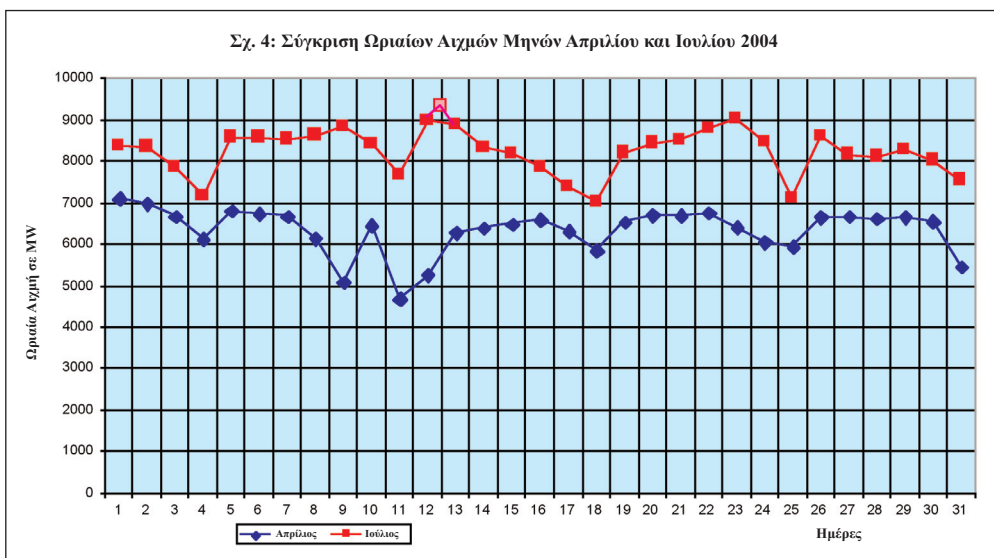
Αυτό συμβαίνει γιατί τα ισχύοντα τιμολόγια είναι τιμολόγια **μέσου κόστους** και όχι **οριακού** κόστους. Όπως είδαμε παραπάνω το οριακό κόστος παραγωγής των τελευταίων 1000 MW της αιχμής ανέρχεται σε **3465 €/MWh**.

Στο κόστος των 3465 €/MWh θα πρέπει επίσης να προστεθεί και το κόστος των αναγκαίων ενισχύσεων των δικτύων μεταφοράς και διανομής (σε γραμμές μεταφοράς και καλώδια, σε



μετασχηματιστές, σε πυκνωτές αντιστάθμισης και σε διατάξεις προστασίας, τηλεμετρήσεων και τηλεχειρισμών κ.λ.π) ώστε τα τελευταία αυτά 1000 MW να μπορούν να μεταφερθούν και διανεμηθούν στους καταναλωτές. Η τελευταία διακοπή της 12.7.2004 απέδειξε ότι αυτό δεν μπορεί να γίνει με ασφάλεια στα υπάρχοντα δίκτυα μεταφοράς – διανομής. Τα δίκτυα αυτά πρέπει σε σημαντικό βαθμό να εκσυγχρονισθούν, να ενισχυθούν με νέες εγκαταστάσεις (υποσταθμούς, γραμμές και καλώδια, αυτομετασχηματιστές και μετασχηματιστές, πυκνωτές αντιστάθμισης της αέργου ισχύος κλπ) και να αναδιοργανωθούν ώστε να επανέλθει το σύστημα στο γενικώς αποδεκτό επίπεδο εφεδρείας και ασφαλούς και αξιόπιστης λειτουργίας κατά τις λίγες ώρες της θερινής αιχμής. Ο προσδιορισμός του κόστους των αναγκαίων ενισχύσεων των δικτύων μεταφοράς διανομής δεν είναι εύκολος να γίνει εδώ στα πλαίσια της παρούσης μελέτης. Είναι όμως βέβαιον ότι οι αναγκαίες νέες εγκαταστάσεις θα χρειαστούν το 2005 **μόνο για 40 h/έτος** και θα χρησιμεύσουν για την πρόσθετη μεταφορά και διανομή **μόνο 8.82 GWh/έτος**.

Με τόσο χαμηλό βαθμό χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων αυτών το μοναδιαίο **οριακό** κόστος – που πρέπει να προσδιοριστεί με ιδιαίτερη μελέτη – ΚΜ-Δ σε €/MWh θα είναι πολύ μεγάλο. Εάν ληφθεί υπόψη ότι ο προϋπολογισμός της ΔΕΗ για τα έργα ενίσχυσης της ηλεκτροδότησης των Ολυμπιακών εγκαταστάσεων συνολικής ισχύος 300 MW περίπου ήταν 231.44 εκ. €, και υποθεθεί ότι θα χρειαστούν για το 2005 συμπληρωματικά έργα με κόστος περίπου το μισό από το κόστος των Ολυμπιακών έργων, τότε μια πρώτη προσέγγιση του κόστους των έργων ενίσχυσης που απαιτούνται για την αντιμετώπιση της αιχμής του έτους 2005 θα είναι τάξεως 100 εκ. €. Με ανάκτηση του ποσού αυτού σε 25 έτη και με επιτόκιο αναγωγής 8% το κόστος αυτό αντιστοιχεί σε επιπλέον επίσιο κόστος μεταφοράς-διανομής ίσο προς  $100 * 0.093679 = 9.4$  εκ. €/έτος. Αναγωγή στις πρόσθετες 8.82 GWh/έτος της αιχμής των 1000 MW δίνει μοναδιαίο οριακό κόστος ΚΜ-Δ = **1062 €/MWh**. Συνεπώς το συνολικό μοναδιαίο οριακό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις ώρες της αιχμής του έτους 2005 εκτιμάται ότι θα είναι ίσο προς  $3465 + 1062 = 4527$  €/MWh. Έναντι αυτού του υψηλού οριακού κόστους οι Καταναλωτές σήμερα χρεώνονται, ανεξαρτήτως του επιπέδου της ζήτησης, την ίδια τιμή, δηλαδή 75 €/MWh κατά μέσο όρο.



Εδώ εγείρεται το ερώτημα εάν η Ελληνική κοινωνία είναι διατεθειμένη να καταβάλει, έστω για ελάχιστες ώρες τον χρόνο, το τόσο υψηλό οριακό κόστος των 4527 €/MWh ή μήπως θα ήταν προτιμότερο με μία πολιτική αυτοσυγκράτησης ή/και περικοπών της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας τις ελάχιστες ώρες εμφανίσεως τόσο υψηλών φορτίων να αποφευχθούν τόσο μεγάλες επενδύσεις. Για να απαντηθεί το ερώτημα αυτό είναι αναγκαίο να προσδιορίσουμε την αξία που χάνεται για την Ελληνική οικονομία από την περικοπή μιάς κιλοβατώρας. Ο προσδιορισμός της αξίας της μη εξυπηρετούμενης κιλοβατώρας (Value of Lost Load=VLL) απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη. Για τις ανάγκες της παρούσης μελέτης η αξία αυτή προσδιορίζεται με βάση την παραδοχή ότι κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα συμβάλει στην δημιουργία του ΑΕΠ ισοτίμως και ότι συνεπώς θα είναι:

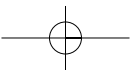
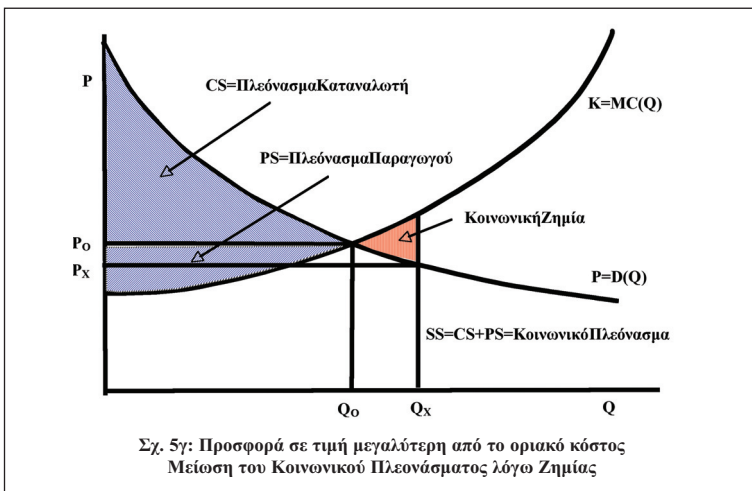
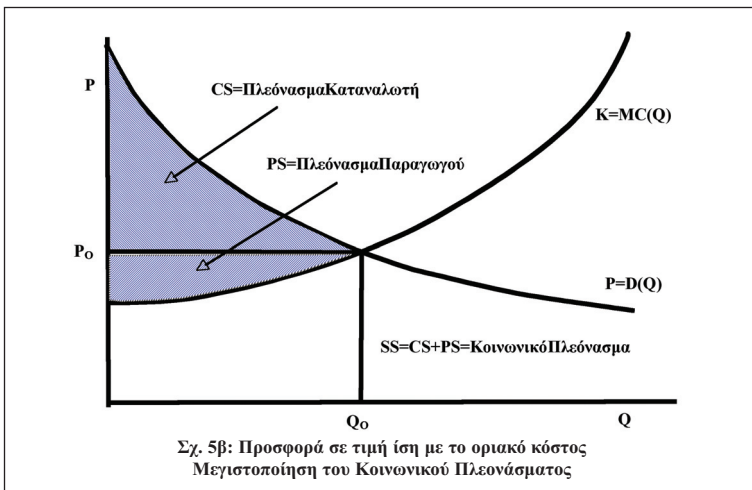
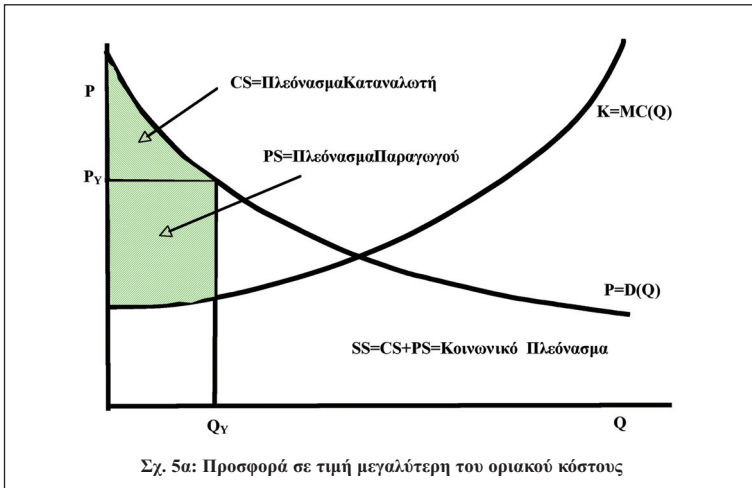
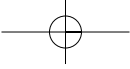
$$VLL = \frac{S \approx -}{\approx} \quad (1)$$

Με ΑΕΠ= 165 δις €/έτος και επίσης παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση προς E=55000 GWh/έτος προκύπτει VLL=3000 €/MWh. Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από το υψηλό οριακό κόστος των μεγάλων επενδύσεων για την ικανοποίηση της αιχμής που προσδιορίσαμε παραπάνω (4527 €/MWh) γεγονός που υποδηλοί ότι είναι προτιμότερη η πολιτική περιορισμού ή περικοπών της ζήτησης παρά η ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων παραγωγής-μεταφοράς-διανομής.

#### 1.4 Οι Κοινωνικές επιπτώσεις

Ανεξάρτητα από το παραπάνω αποτέλεσμα η πολιτική της διάθεσης της κιλοβατώρας σε μέσες τιμές έναντι της τιμολόγησης της στο οριακό κόστος έχει μερικές όψεις που δεν μπορούν να αγνοηθούν:

- Με τις μέσες τιμές δεν κατανέμεται το κόστος μεταξύ των καταναλωτών σύμφωνα με τις δαπάνες που οι επιμέρους καταναλωτές προκαλούν στο ηλεκτρικό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό οι καταναλωτές που δεν έχουν κλιματιστικές συσκευές και δεν δημιουργούν το πρόβλημα της αιχμής που περιγράψαμε παραπάνω επιβαρύνονται το ίδιο με εκείνους που έχουν κλιματιστικές συσκευές και είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία του προβλήματος. Το μέγεθος της επιδότησης των πρώτων προς τους (εν γένει ευπορότερους) δεύτερους και το μέγεθος της ζημιάς που υφίσταται το κοινωνικό σύνολο από την πολιτική αυτή μπορεί να γίνει αντιληπτό με τη βοήθεια του Σχ. 5 στο οποίο δεικνύονται τόσο η καμπύλη του οριακού κόστους παραγωγής  $K=MC(Q)$  όσο και η καμπύλη ζήτησης  $P=D(Q)$  η οποία εκφράζει την βούληση (Willingness to pay) των καταναλωτών να απορροφήσουν ποσότητα  $Q$  όταν η τιμή είναι  $P$ . Στο Σχ. 5α. δεικνύεται η περίπτωση υψηλής τιμής  $P_Y$  διάθεσης μιας ποσότητας  $Q_Y$  και τα δύο διαγραμμασμένα εμβαδά δείχνουν το Πλεόνασμα του Καταναλωτή (Consumer Surplus = CS) και το Πλεόνασμα του Παραγωγού (Producer Surplus = PS) αντιστοίχως. Το άθροισμα των πλεονασμάτων αυτών αποτελεί το Κοινωνικό Πλεόνασμα (Social Surplus =SS). Το Κοινωνικό Πλεόνασμα μεγιστοποιείται όταν η τιμή διάθεσης του προϊόντος είναι η τιμή  $P_0$  του Σχ. 5β, τιμή η οποία καθορίζεται από την τομή των δύο Καμπυλών  $MC(Q)$  και  $D(Q)$ . Για τιμές  $P_X$  χαμηλότερες από την βέλτιστη τιμή  $P_0$  το Κοινωνικό Πλεόνασμα ελαττώνεται κατά το δεξιά του βέλτιστου σημείου διαγραμμασμένο εμβαδό του Σχ. 5γ διότι η διαδικασία παραγωγής των ποσοτήτων  $Q_X$  πέραν της βέλτιστης ποσότητας  $Q_0$  γίνεται ολοένα και πιο δαπανηρή σε σχέση με την βούληση πληρωμής των καταναλωτών.



Το δεξιά του βέλτιστου σημείου διαγραμμασμένο εμβαδό αντιπροσωπεύει την **κοινωνική ζημιά** που προκαλείται από μια υπερκατανάλωση που γίνεται με υψηλό κόστος παραγωγής και χαμηλή τιμή διάθεσης του προϊόντος.

Στην ανάλυση που κάναμε παραπάνω έγινε η σωτηρηρή υπόθεση ότι οι καταναλωτές έχουν όλοι την ίδια ή παρόμοια συμπεριφορά και ότι επομένως η προκαλούμενη ζημιά στο κοινωνικό σύνολο γίνεται με όμοια ευθύνη για όλους. Στην εξεταζόμενη όμως εδώ περίπτωση της αλόγιστης χρήσης κλιματιστικών οι καταναλωτές δεν είναι όλοι ίσοι από την άποψη ότι κάποιοι διαθέτουν συσκευές κλιματισμού και συνεπώς είναι υπεύθυνοι για την δημιουργία του προβλήματος της υψηλής αιχμής ενώ κάποιοι άλλοι δεν διαθέτουν τέτοιες συσκευές και, άρα, δεν φέρουν το βάρος της δημιουργίας του προβλήματος. Είναι συνεπώς φανερό ότι το σύνολο της κοινωνικής ζημιάς που περιγράφεται από την υπερκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο Σχ. 5γ οφείλεται σε εκείνους που έχουν συσκευές κλιματισμού και πραγματοποιούν αυτήν την υπερκατανάλωση, ακόμη και σε ώρες αιχμής, επωφελούμενοι από την χαμηλή μέση τιμή με την οποία χρεώνονται την κιλοβατώρα όλοι, αδιακρίτως, οι καταναλωτές.

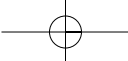
- Γενικότερα το γεγονός ότι οι τιμές μέσου κόστους είναι σημαντικά χαμηλότερες του οριακού κόστους για την ικανοποίηση των υψηλών φορτίων της καλοκαιρινής περιόδου, έχει ως συνέπεια να μην δίδονται τα σωστά σήματα στους καταναλωτές, γεγονός που οδηγεί σε μη αποδοτική, αλλά και σπάταλη, χρήση των ενεργειακών πόρων ενώ, ταυτόχρονα, αναστέλει την αυτόνομη αναπτυξιακή-επενδυτική προοπτική των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού.
- Τέλος, δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας το γεγονός ότι αν ένα προϊόν πωλείται φθηνότερα απ' όσο κοστίζει στο κοινωνικό σύνολο τότε δημιουργούνται ισχυρές στρεβλώσεις σε γενικότερο οικονομικό-αναπτυξιακό επίπεδο αφού οι καταναλωτές ωθούνται στην κατανάλωση αυτού του προϊόντος (π.χ. του ηλεκτρισμού) και όχι άλλου υποκατάστατού του (π.χ. Φυσικού Αερίου), που θα κόστιζε λιγότερο στο κοινωνικό σύνολο.

## *2. Λύσεις αντιμετώπισης του προβλήματος*

### **2.1 Κοινωνική αναγκαιότητα τιμολόγησης στο οριακό κόστος**

Η αντιμετώπιση του προβλήματος της θερινής αιχμής που δημιουργείται κατά κύριο λόγο από την χρήση των, χαμηλού συντελεστού ισχύος, συσκευών κλιματισμού επιβάλλει ένα τεράστιο οικονομικό βάρος σε επενδύσεις παραγωγής-μεταφοράς-διανομής το οποίο, όπως ενδεικτικά είδαμε στην παράγραφο 2.3, είναι ενδεχόμενο να μην αντέχει να σπκώσει το κοινωνικό σύνολο, δηλαδή οι καταναλωτές και οι δραστηριοποιούμενες στον τομέα ηλεκτρισμού επιχειρήσεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το φαινόμενο αυτό της υπερβολικά αυξημένης θερινής βραχύβιας αιχμής λόγω κλιματιστικών δεν είναι πρωτόγνωρο, αλλά έχει εκδηλωθεί εδώ και αρκετά χρόνια σε όλες τις **θερμές και ανεπτυγμένες** χώρες (θερμές πολιτείες των ΗΠΑ με προεξάρχουσα την Καλιφόρνια, Αυστραλία, Ιβηρική Χερσόνησο, νότιο Ιταλία, Ανατολική Μεσόγειο κλπ). Σε όλες τις προηγμένες χώρες, εκτός από τις ενισχύσεις των συστημάτων με νέες εγκαταστάσεις, έχουν μελετηθεί και ήδη εφαρμόζονται συστήματα και πολιτικές που αποσκοπούν στον περιορισμό της βραχύβιας θερινής αιχμής. Τα συστήματα και οι πολιτικές αυτές απαιτούν, για την εφαρμογή τους, πολύ μικρότερες επενδύσεις, στηρίζονται στη συναίνεση και συνεργασία με τους κατανα-



λωτές, και δύνανται να εφαρμοστούν σε χρόνους πολύ πιο σύντομους από τους χρόνους που απαιτούνται για την ανέγερση νέων εγκαταστάσεων. Όλες οι μέθοδοι προσπαθούν να παρέμβουν είτε απ' ευθείας στον έλεγχο του φορτίου με προσυμφωνημένες με τους καταναλωτές περιοχές ή περιορισμό του φορτίου κατά τις ώρες αιχμής κατά τις οποίες η τιμολόγηση στο οριακό κόστος είναι πολύ υψηλή, είτε με διαμόρφωση των τιμολογίων ώστε να «αντανακλούν» στο οριακό κόστος με τρόπο που να ωθούνται οι καταναλωτές στον αυτόβουλο περιορισμό της κατανάλωσής του κατά τις ημέρες ή, σε καλλίτερη προσέγγιση, τις ώρες αιχμής. Με δεδομένο ότι ο περιορισμός της βραχύβιας θερινής αιχμής έχει αναγνωρισθεί διεθνώς ότι αποτελεί κοινωνική ανάγκη για την εξοικονόμηση πόρων που θα βοηθήσουν στη συνέχιση της ανάπτυξης των ήδη αναπτυγμένων κοινωνιών, στις οποίες κυρίως εμφανίζεται το φαινόμενο, είναι σκόπιμο να σκιαγραφήσουμε εδώ τα πρακτικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν ώστε να επιτευχθεί ο στόχος αυτός.

## 2.2 Εναλλακτικά τιμολόγια με τους υπάρχοντες μετρητές ενέργειας.

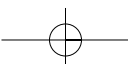
Οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν για την αντιμετώπιση του προβλήματος της βραχύβιας θερινής αιχμής είναι περιορισμένες και όχι τόσο αποτελεσματικές με τους υπάρχοντες μετρητές οι οποίοι μετρούν μόνο το σύνολο της ενέργειας σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Για τους περισσότερους καταναλωτές στη χώρα μας το χρονικό διάστημα είναι το τετράμηνο. Παρά ταύτα είναι οι μόνες παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν αμέσως μόλις μελετηθούν και αποφασιστεί η εφαρμογή τους χωρίς, μάλιστα, ιδιαίτερο επενδυτικό κόστος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα εποχιακά τιμολόγια και τα κλιμακωτά τιμολόγια αυξανόμενης με την κατανάλωση τιμής.

### 2.2.1 Εποχιακά τιμολόγια

Η βασική αρχή της παρέμβασης αυτής συνίσταται στην τιμολόγηση της κιλοβατώρας με υψηλότερη τιμή κατά την επίμαχη θερινή περίοδο εμφάνισης της αιχμής ώστε οι καταναλωτές να περιορίσουν την κατανάλωσή τους κατά την περίοδο αυτή. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής δεν μπορεί να είναι μεγάλη εάν η καταμέτρηση γίνεται ανά τετράμηνο, δηλαδή ανά  $N=120$  ημέρες περίπου, ενώ οι υψηλές αιχμές εμφανίζονται, κατά τυχαίο και μη δυνάμενο να προσδιοριστεί από τους υφιστάμενους μετρητές τρόπο, μόνο για  $n=4$  έως 6 ημέρες υψηλών θερμοκρασιών μέσα στην ίδια περίοδο. Για το λόγο αυτό πρέπει να μελετηθεί η δυνατότητα να επαναφερθεί η μηνιαία καταμέτρηση για την θερινή περίοδο (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος).

Υπάρχει μία πληθώρα μορφών τιμολόγησης που έχουν προταθεί με στόχο τον περιορισμό της αιχμής. Ενδεικτικά θα περιγράψουμε μία με στόχο να τεθούν σε συζήτηση τα ζητήματα που προκύπτουν από τέτοιου είδους τιμολογήσεις.

Επειδή οι αιχμές εμφανίζονται μόνο σε λίγες ημέρες της θερινής περιόδου κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία υπερβαίνει τους  $35^{\circ}\text{C}$ , ίσως είναι σκόπιμη η δημιουργία ενός τιμολογίου που θα χωρίζει την τετραμηνιαία ή μηνιαία ( $N=30$  ημέρες) μέτρηση ενέργειας  $E$  σε  $N$  ισόποσα μέρη  $E/N$  και θα τιμολογεί με την κανονική τιμή  $P$  τις  $N-n$  ημέρες με θερμοκρασίες μικρότερες των  $35^{\circ}\text{C}$  και με την υψηλότερη τιμή  $(1+\alpha)P$  τις  $n$  ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από το όριο των  $35^{\circ}\text{C}$  ένθα  $\alpha$  θετικός συντελεστής προσαύξησης της τιμής. Σύμφωνα με το τιμολόγιο



$$K = \frac{E}{N} \cdot (N-n) \cdot P + \frac{E}{N} \cdot n \cdot (1+a) \cdot P = E \cdot P \cdot \left(1 + \frac{n}{N} \cdot a\right) \quad (2)$$

αυτό ο καταναλωτής στο τέλος της περιόδου θα καταβάλει το ποσό:

**Παράδειγμα:** Έστωσαν  $E=1000\text{kWh}$ ,  $N=120$  ημέρες,  $n=5$  ημέρες με θερμοκρασία  $\theta$  πάνω από  $35^\circ\text{C}$ ,  $P=75\text{€/MWh}=0.075\text{€/kWh}$ . Κανονικά, δηλαδή χωρίς το ειδικό εποχιακό τιμολόγιο παρέμβασης που περιγράψαμε παραπάνω, ο καταναλωτής αυτός έπρεπε να πληρώσει το ποσό  $K_0=E \cdot P=1000 \cdot 0.075=75\text{€}$ . Με το νέο τιμολόγιο και με συντελεστή  $a=3$  από την σχέση (3) προκύπτει  $K=84.375\text{€}$ , δηλαδή 12.5% παραπάνω. Ένα τέτοιο τιμολόγιο δεν είναι δίκαιο γιατί στέλνει το ίδιο τιμολογιακό σήμα σε όλους τους καταναλωτές, ανεξαρτήτως εάν κάποιοι μείωσαν την κατανάλωσή τους τις όντως θερμές ημέρες της θερινής περιόδου, ενώ κάποιοι άλλοι αύξησαν την κατανάλωσή τους ακριβώς σε αυτές τις θερμές ημέρες. Το ορθό τιμολόγιο θα ήταν να μπορούμε να μετρήσουμε ξεχωριστά την ενέργεια  $E_{N-n}$  που καταναλώθηκε στις μη θερμές ημέρες και ξεχωριστά την ενέργεια  $E_n$  που καταναλώθηκε στις θερμές (με  $\theta > 35^\circ\text{C}$ ) ημέρες ένθα:

$$E = E_{N-n} + E_n \quad (3)$$

Σε μία τέτοια περίπτωση το ορθό τιμολόγιο θα ήταν:

$$K = E_{N-n} \cdot P + E_n \cdot (1+a) \cdot P \quad (4)$$

Η εφαρμογή ενός τέτοιου τιμολογίου προϋποθέτει την εγκατάσταση νέων μετρητών με δυνατότητα καταγραφής και αποθήκευσης των ημερησίων επιμέρους καταναλώσεων ώστε να μπορούν στο τέλος της περιόδου να υπολογιστούν οι ποσότητες ενέργειας  $E_{N-n}$  και  $E_n$ .

Παρά την παραπάνω αδυναμία το παραπάνω τιμολόγιο δίνει ένα γενικό σήμα μείωσης της κατανάλωσης τους θερινούς μήνες και μπορεί να συνδυαστεί με τιμολόγια ελεγχόμενου περιορισμού ή μερικής διακοπής της κατανάλωσης ενός καταναλωτού κατά τις θερμές ημέρες και τη χορήγηση σ' αυτόν εκπτώσεως επί του τιμολογίου αυτού εφόσον αποδεχθεί αυτός αυτή την ρύθμιση **ελεγχόμενου περιορισμού** της κατανάλωσής του. Επειδή όπως προτάθηκε παραπάνω το εποχιακό αυτό τιμολόγιο οδηγεί σε επιβάρυνση όλων των καταναλωτών είναι καλό, προκειμένου να γίνει κοινωνικά αποδεκτό, να συνοδευτεί από ένα εποχιακό τιμολόγιο για τις υπόλοιπες εποχές του έτους το οποίο θα περιλαμβάνει κάποιες ευνοϊκές υπέρ των καταναλωτών ρυθμίσεις.

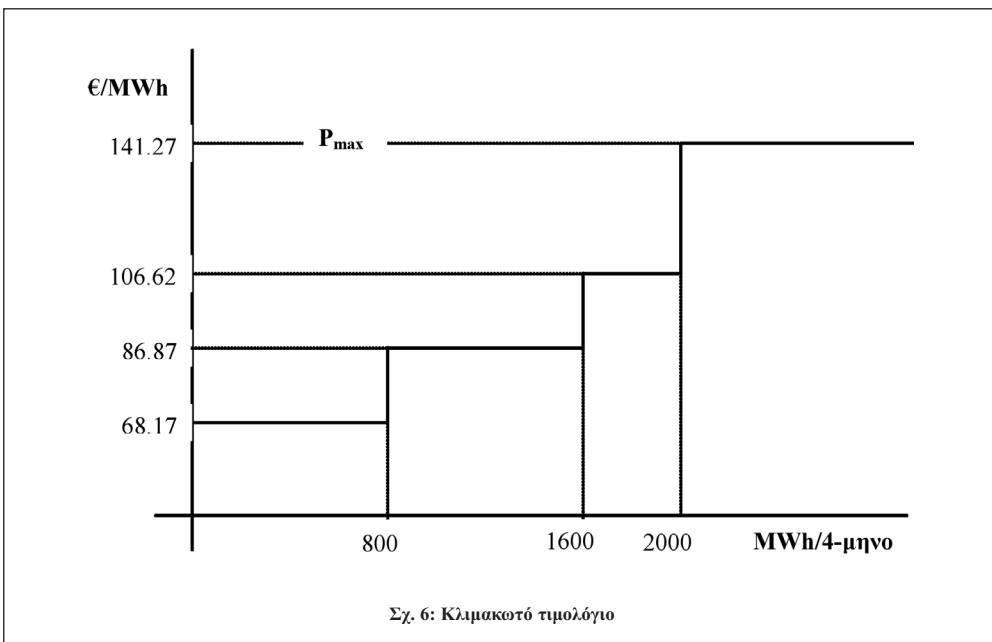
Κρίσιμα σημεία που πρέπει να μελετηθούν είναι η τιμή του συντελεστή προσαύξησης  $a$  και η συνθήκη χαρακτηρισμού μίας ημέρας ως θερμής που στο παραπάνω παράδειγμα ήταν η θερμοκρασιακή συνθήκη  $\theta > 35^\circ\text{C}$ .

## 2.2.2 Κλιμακωτά αυξανόμενα τιμολόγια

Τα Κλιμακωτά αυξανόμενα τιμολόγια στοχεύουν στον εποχιακό περιορισμό της ζήτησης σπριζόμενα στο γεγονός ότι η ενέργεια που αντιστοιχεί στην πλέον ακριβή βαθμίδα κατανάλωσής τους στην τιμή  $P_{\max}$  (βλ. Σχ. 6) σχετίζεται κυρίως με την χρήση των κλιματιστικών κατά τους επίμαχους θερινούς μήνες. Με δεδομένο ότι τέτοια τιμολόγια ήδη χρησιμοποιούνται, θα πρέπει να μελετηθεί η αναδιοργάνωσή τους (πλήθος βαθμίδων και καθορισμός νέων τιμών, ιδίως της τελευταίας βαθμίδας  $P_{\max}$ ) με στόχο την μείωση των καταναλώσεων αιχμής.

## 2.3 Εναλλακτικά τιμολόγια με νέους μετρητές ενέργειας.

Τα μέτρα που περιγράφονται παρακάτω απαιτούν την εγκατάσταση νέων μετρητών ικανών να μετρούν και καταγράφουν την καταναλισκόμενη ενέργεια εντός μικρών σχετικών χρονικών διαστημάτων π.χ. 15 λεπτών της ώρας.



### 2.3.1 Τιμολόγηση Σύμπτωσης με Αιχμή του Συστήματος

Σύμφωνα με τη τιμολόγηση αυτή οι τιμές της κιλοβατώρας είναι πολύ υψηλή μόνο κατά τις ώρες της αιχμής του συστήματος και συνεπώς οι καταναλωτές, ύστερα από προειδοποίηση ωθούνται να μειώσουν την κατανάλωσή τους κατά τις ώρες αυτές. Στις ώρες εκτός αιχμής οι τιμές είναι πολύ χαμηλότερες με αποτέλεσμα οι καταναλωτές να μπορούν να έχουν τότε μεγαλύτερη κατανάλωση σε σχέση με την κατανάλωση που έχουν κατά τις ώρες αιχμής.

Η μέθοδος χρειάζεται μετρητές που να καταγράφουν την κατανάλωση σε ωριαία, ή και μικρότερα της ώρας, διαστήματα (π.χ. 15 λεπτών) και για τον λόγο αυτό απαιτεί ικανό χρονικό διάστημα για την υλοποίησή της και επαρκή επενδυτικά κεφάλαια. Παρά τούτα είναι αποτελεσματική γιατί επιτυγχάνει σε ικανοποιητικό βαθμό την μεταφορά φορτίων από τις κρίσιμες ώρες της αιχμής σε ώρες ενδιαμέσου ή/και χαμηλού φορτίου, που είναι και το κυρίως ζητούμενο. Για να είναι πλήρης η μέθοδος χρειάζεται επίσης να συμπληρωθεί με κατάλληλα και ασφαλή μέτρα έγκαιρης ενημέρωσης των καταναλωτών για τις ώρες κατά τις οποίες θα χρεώνονται στις υψηλές τιμές.

### 2.3.2 Τιμολόγηση Μέγιστης Ζήτησης

Στην περίπτωση αυτή ο καταναλωτής επιβαρύνεται για τις δικές του αιχμές ανεξαρτήτως εάν αυτές συμπίπτουν ή όχι με τις ώρες αιχμής του συστήματος. Τέτοια τιμολόγηση οδηγεί περισσότερο σε εξομάλυνση του φορτίου του καταναλωτή, ώστε να μην παρουσιάζει αιχμές, παρά σε μεταφορά φορτίων του από την ώρα της αιχμής του συστήματος σε άλλες ώρες. Παρά την μικρότερη αναμενόμενη αποτελεσματικότητα της τιμολόγησης αυτής η μέθοδος αυτή απαιτεί απλούστερους μετρητές αφού πέρα από την συνολική ενέργεια απαιτείται μόνο η μέτρηση της μέγιστης ζήτησης του καταναλωτού στο ίδιο χρονικό διάστημα.

### 2.3.3 Τιμολόγηση Ωριαίας Ζήτησης και Πολυζωνικά Τιμολόγια

Πολυζωνικά τιμολόγια είναι τα τιμολόγια τα οποία χωρίζουν το 24-ωρο σε περισσότερες της μίας ζώνες, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται σε διαφορετικές τιμές, έτσι ώστε να «αντανακλούν» με μεγαλύτερη προσέγγιση στο οριακό κόστος της διατιθέμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την διακύμανση που έχει αυτό το κόστος μέσα στον ημερήσιο κύκλο. Το αποκαλούμενο **νυκτερινό** τιμολόγιο, που εφαρμόζεται από πολλά χρόνια στην χώρα μας είναι στην πραγματικότητα ένα διζωνικό τιμολόγιο με δύο τιμές, μία για τη ζώνη των νυκτερινών ωρών και μία για την ζώνη των ημερήσιων ωρών. Για την εφαρμογή του οι μετρητές αρκεί να μπορούν να μετρούν ξεχωριστά την ενέργεια των δύο ζωνών (μετρητές δύο καταστάσεων). Ο καθορισμός των ωρών ισχύος εκάστης ζώνης μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή (θερινή, χειμερινή περίοδος κλπ), ο δε μετρητής του κάθε καταναλωτή μπορεί να διεγείρεται με τηλεχειρισμό (ripple control) ώστε η καταναλισκόμενη ενέργεια να καταγράφεται σε κάθε χρονική στιγμή ως ενέργεια της μίας ή της άλλης ζώνης. Εάν οι μετρητές είναι τριών καταστάσεων, δηλαδή έχουν την δυνατότητα να καταγράφουν την καταναλισκόμενη ενέργεια σε τρία μέρη τότε θα μπορούσαν να δημιουργηθούν τριζωνικά τιμολόγια με μία νυκτερινή ζώνη **ελαχίστου φορτίου**, μία ζώνη **ενδιαμέσου φορτίου**, και με μία ζώνη για τις **ώρες της αιχμής**. Τα τριζωνικά τιμολόγια θεωρείται ότι αντανακλούν με ικανοποιητικό βαθμό τις διακυμάνσεις του οριακού κόστους της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσα στον ημερήσιο κύκλο. Ακόμη καλλίτερη προσέγγιση του οριακού κόστους μπορεί να επιτευχθεί με 24-ζωνικά τιμολόγια **ωριαίας ζήτησης** (στην βιβλιογραφία αναφέρονται και τιμολόγια με ιδιαίτερη τιμή σε κάθε τέταρτο της ώρας, δηλαδή 96 τιμές στον ημερήσιο κύκλο) τα οποία όμως, λόγω της πολυπλοκότητάς των δεν γίνονται εύκολα αποδεκτά από τους καταναλωτές.

Σημειώνουμε ότι με την εισαγωγή και τρίτης ζώνης για τις ώρες αιχμής σε αρκούντως υψηλή τιμή, μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της αιχμής με ικανοποιητικό τρόπο. Η τρίτη ζώνη αιχμής θα μπορούσε π.χ. να διεγείρεται μόνον τις ελάχιστες εκείνες ώρες (40 ώρες / έτος) κατά τις οποίες το σύστημα ευρίσκεται, λόγω υψηλών θερμοκρασιών, σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης. Με την ασφάλεια που έχουν σήμερα οι προγνώσεις του καιρού, η κήρυξη του συστήματος σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης μπορεί να προβλέπεται νωρίτερα και να ανακοινώνεται εγκαίρως στους καταναλωτές η επερχόμενη τιμολόγηση στην υψηλή τιμή της τρίτης αυτής **ζώνης αιχμής**.



### 2.3.4 Τιμολόγηση με έλεγχο της Ζήτησης

Τα τιμολόγια αυτά στηρίζονται στην σκέψη ότι, παρέχοντας στον καταναλωτή κάποια κίνητρα, θα ήταν δυνατόν ο καταναλωτής να αποδεχθεί τον έλεγχο της κατανάλωσής του κατά τις ώρες της αιχμής υπό αυστηρά προδιαγεγραμμένες, σε μία σύμβαση με την εταιρεία παροχής ηλεκτρισμού, συνθήκες. Π.χ ο καταναλωτής θα εισπράττει μία αποζημίωση ή θα του χορηγείται κάποια έκπτωση εάν αποδεχθεί να τοποθετηθεί, με δαπάνες της εταιρείας παροχής, στην εγκατάσταση κλιματισμού του μία συσκευή η οποία, διεγερόμενη με ραδιοφωνικό σήμα κατά τις ώρες που το σύστημα ευρίσκεται σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, θα επιβάλλει κυκλική λειτουργία (15 λεπτά on και 15 λεπτά off) στον συμπιεστή της εγκαταστάσεως κλιματισμού. Εάν η κυκλική λειτουργία επιβληθεί με τυχαίο τρόπο ενάρξεως του κύκλου σε κάθε μία από τις συσκευές ενός συνόλου κλιματιστικών συσκευών συνολικής ισχύος 1000MW, τότε, λόγω της τυχαίας κυκλικής λειτουργίας των συμπιεστών τους, το φορτίο τους θα είναι κατά μέσο όρο το μισό, δηλαδή 500MW. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική και έχει το προσόν ότι είναι εκ των προτέρων γνωστό και ελεγχόμενο το ποσό της μείωσης της αιχμής λόγω κλιματιστικών. Χρειάζεται βεβαίως κάποιες, όχι μεγάλες, επενδύσεις και χρόνο διείσδυσης και αποδοχής από τους καταναλωτές. Σημειώνεται ότι από μελέτες που έχουν γίνει η κυκλική λειτουργία ανεβάζει την θερμοκρασία των κλιματιζόμενων χώρων μόνο κατά 1.5 έως 2.5°C διότι κατά την περίοδο που ο συμπιεστής δεν λειτουργεί συνεχίζεται η κυκλοφορία ψυχρού αέρα με τους λειτουργούντας ανεμιστήρες της εγκαταστάσεως.

### 3. Προτάσεις

Η ποικιλία λύσεων που **σκιαγραφήθηκαν** στις προηγούμενες παραγράφους είναι μεγάλη δεδομένης και της δυνατότητας που υπάρχει κάποια από τα μέτρα αυτά να λειτουργήσουν παράλληλα ή/και συμπληρωματικά. Είναι συνεπώς σκόπιμο να διερευνηθούν και, σε σύντομο χρονικό διάστημα, καταγραφούν:

- οι διαθέσιμες δυνατότητες από την άποψη των συστημάτων μέτρησης της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους καταναλωτές,
- οι δυνατότητες τηλεχειρισμού των μετρητών (Ripple control),
- οι δυνατότητες τηλεχειρισμού μεγάλων κλιματιστικών εγκαταστάσεων,
- τα υφιστάμενα τιμολόγια παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και οι δυνατότητες που παρέχουν ή δεν παρέχουν ώστε να μετατραπούν σε τιμολόγια τα οποία κατά τις ημέρες της θερινής αιχμής θα δίδουν τα σωστά σήματα στους καταναλωτές με στόχο την ορθολογικότερη και οικονομικά βέλτιστη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και
- τα μέτρα που έχουν προταθεί και δοκιμαστεί επιτυχώς σε άλλες χώρες για την αντιμετώπιση του προβλήματος της βραχύβιας θερινής αιχμής λόγω κλιματιστικών.

Μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα (π.χ. ενός μηνός) θα πρέπει να αξιολογηθούν οι παραπάνω δυνατότητες και μέτρα ώστε να επιλεγούν και θεσμοθετηθούν εκείνα τα μέτρα που:

- ταιριάζουν περισσότερο στις ιδιαιτερότητες του ελληνικού συστήματος,
- είναι εύκολο, με κατάλληλη παρουσίαση, να γίνουν κοινωνικώς αποδεκτά,
- αναμένεται να έχουν ταχεία διείσδυση στο καταναλωτικό κοινό,
- απαιτούν τις μικρότερες επενδύσεις και
- μπορούν να εφαρμοστούν από την αρχή του θέρους του 2005.

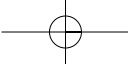
Τέλος θα πρέπει να προσδιοριστούν και εκείνα τα μέτρα που, ενώ δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν από το 2005, θα ήταν όμως αναγκαία να υιοθετηθούν σε περισσότερο μακροχρόνια βάση.

#### *4. Παραπομπές*

---

[1] «Πρόβλεψη μηνιαίων αιχμών για την περίοδο Σεπτέμβριος 2003- Αύγουστος 2009» ΕΜΠ, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, Γ. Κονταξής et al., Οκτώβριος 2003.

[2] «Προβλέψεις Ζήτησης Ενέργειας και Ισχύος και Δυνατότητες Κάλυψης της Ζήτησης στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας – Περίοδος:2003-2007», ΔΕΣΜΗΕ, Διεύθυνση Σχεδιασμού Συστήματος, Δεκέμβριος 2002.



## ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Δρος Ευαγγέλου Λεκατσά

Ο συγγραφέας είναι Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ (1964) και Διδάκτωρ της αυτής σχολής του ΕΜΠ (1971). Διετέλεσε Επιμελητής και εν συνεχεία Ειδικός Επιστήμων στο ΕΜΠ (1966-87). Μηχανικός της ΔΕΗ από το 1969, διετέλεσε Διευθυντής Προγραμματισμού (1991-93), Βοηθός Γενικός Διευθυντής της ΔΕΗ (1993) και Διευθυντής στο Γεν. Δ/ντή της ΔΕΗ (1994-2004). Σήμερα είναι Πρόεδρος του Δ.Σ. του ΔΕΣΜΗΕ και μέλος του Συμβουλίου Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής. Διετέλεσε μέλος του Δ.Σ και Γενικός Γραμματέας του Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων (1982-1986), και Πρόεδρος του 1ου Διαμερίσματος του Δήμου Αθηναίων (1987-1990). Έχει επανειλημμένα εκλεγεί μέλος της Αντιπροσωπείας του ΤΕΕ (1984-2000). Είναι συγγραφέας τριών βιβλίων («Εισαγωγή εις την Θεωρίαν των Μικροκυματικών Στοιχείων», Εκδόσεις Σελλούντος, Αθήνα 1979, «Θέματα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας», Έκδοση ΔΕΗ, Αθήνα 1985 και «Οικονομική Ανάλυση Ηλεκτρικών Συστημάτων», Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα 2000), πλήθους επιστημονικών άρθρων και μελετών καθώς και άρθρων κοινωνικού, πολιτικού και οικονομικού περιεχομένου.

