



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**Πρακτικά ημερίδας με θέμα:
“ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”**



3 Νοεμβρίου 2006

**Αμφιθέατρο Κέντρου Ιατροβιολογικών Ερευνών
της Ακαδημίας Αθηνών**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Μέρος Α: Σκοπός ημερίδας «Εξοικονόμηση Ενέργειας»	4
--	---

Μέρος Β: «Εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή της»

«Η συμβολή της απελευθέρωσης της αγοράς στην εξοικονόμηση ενέργειας», <i>Μ. Καραμανής, Πρόεδρος ΡΑΕ</i>	
«Αίτια και μέτρα αντιμετώπισης της θερινής αιχμής», <i>Ε. Λεκατσάς, Πρόεδρος ΔΕΣΜΗΕ</i>	9
«Η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διαχείριση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα της ΔΕΗ», <i>Χ. Ποσειδών, Διευθυντής Διεύθυνσης Διαχείρισης Ενέργειας, ΔΕΗ ΑΕ</i>	20
«Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βελτίωσης του βαθμού απόδοσης των θερμικών σταθμών παραγωγής της ΓΔ/Π της ΔΕΗ ΑΕ», <i>Ι. Κοπανάκης, Διευθυντής Διεύθυνσης Σχεδιασμού Διαχείρισης Απόδοσης Μονάδων Παραγωγής, ΔΕΗ ΑΕ</i>	27
«Εξοικονόμηση ενέργειας σε Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας», <i>Ε. Κακαράς, Αν. Καθηγητής Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ</i>	32
«Συμβολή της διεσπαρμένης παραγωγής στην εξοικονόμηση ενέργειας», <i>Ν. Χατζηαργυρίου, Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ</i>	40

Μέρος Γ: «Εξοικονόμηση ενέργειας στην κατανάλωση (διαχείριση φορτίου, ενημέρωση, εκπαίδευση)»

«Η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού από την πλευρά της κατανάλωσης - Η εμπειρία και η άποψη της ΔΕΗ ΑΕ», <i>Δ. Βουμβουλάκης, Βοηθός Διευθυντής Εμπορίας, ΔΕΗ ΑΕ</i>	52
«Η εξοικονόμηση ενέργειας στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης», <i>Φ. Καραγιάννης, Τομεάρχης Διεύθυνσης Στρατηγικής & Προγραμματισμού, ΔΕΗ ΑΕ</i>	56
«Βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα: στόχοι, εμπόδια και προοπτικές», <i>Α. Ευθυμιάδης, Τεχνομετρική ΕΠΕ, Σύμβουλοι Επιχειρήσεων</i>	65
«Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ ΑΕ και ειδικότερα στο Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας», <i>Δ. Μπακόπουλος, Βοηθός Διευθυντής Διεύθυνσης Μελετών και Ανάπτυξης Ορυχείων, ΔΕΗ ΑΕ</i>	77
«Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε λιγνιτωρυχεία», <i>Μ.Χαμψας-Κοντογεωργάκης, Βοηθός Διευθυντής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος Ορυχείων, ΔΕΗ ΑΕ</i>	88
«Αξιόπιστες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία. Παραδείγματα έργων», <i>Δ. Κάργας, Σύμβουλος Ενεργειακής Οικονομίας</i>	96

Μέρος Δ: «Ρόλος νέων υλικών και νέων τεχνολογιών»

«Νέα υλικά και τεχνολογίες για εξοικονόμηση και παραγωγή ενέργειας», Δ. Νιάρχος , Διευθυντής και Πρόεδρος ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος».....	109
«Εξοικονόμηση ενέργειας με την κατάλληλη εφαρμογή προτύπων φωτισμού» Χ. Καμπεζίδης , Πρόεδρος Ελληνικής Επιτροπής Φωτισμού.....	110
«Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων», Φ. Τοπαλής , Αν. Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ.....	115
«Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας έργων επιδοτούμενων από ΚΠΣ: αποτελέσματα – εμπειρίες – προοπτικές», Γ. Βόκας , Προϊστάμενος Δράσεων Ενέργειας, ΕΛΑΝΕΤ.....	131
«Κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό τομέα», Μ. Σανταμούρης , Αν. Καθηγητής Παν. Αθηνών.....	139
«Η συμβολή των ενεργειακά αποδοτικών υλικών και συστημάτων στην ελληνική κατασκευή», Ε. Κορωνάκη , Συνεργάτης Τμήματος Κτηρίων, ΚΑΠΕ.....	147

POSTER SESSION

1. «Εξοικονόμηση ενέργειας και κλιματικές αλλαγές – η περίπτωση της Κύπρου», Κ. Παπασταύρος	158
2. «Εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, μέσω διαχείρισης νερού στο ψυκτικό κύκλωμα ΑΗΣ», Σ. Ίτσκος	160
3. «Εξοικονόμηση ενέργειας και ορυκτών πόρων από τον εξορθολογισμό προμήθειας λιγνίτη και τη διεύρυνση αξιοποίησης της τέφρας του», Σ. Ίτσκος	167
4. «Εξοικονόμηση ενέργειας σε λιγνιτικό ατμοηλεκτρικό σταθμό. Η περίπτωση του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου», Θ. Παπαδέλης, Π. Τσανούλας, Δ. Σωτηρόπουλος	175
5. «Περιστροφείς (ΡΑΟΥΛΑ): Αξιολόγηση και ρόλος τους στους ταινιοδρόμους διακίνησης υλικού των ορυχείων της ΔΕΗ», Ν. Στεφανής	181
6. «Η τεχνική της διάγνωσης στον έλεγχο του μηχανολογικού εξοπλισμού των υπαίθριων ορυχείων», Ν. Στεφανής	186
7. «Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης λειτουργικών χαρακτηριστικών και βαθμού απόδοσης ΑΗΣ με την ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών ανάλυσης, παρακολούθησης και βελτιστοποίησης», Ε. Νάνος, Α. Τομπουλίδης, Α. Τουρλιδάκης, Ι. Παναγιωτίδης	193
8. «Ευφύες μοντέλο με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια», Χ Δούκας., Κ. Πατλιτζιάνας, Κ. Ιατρόπουλος, Α. Παπαδοπούλου, Ι. Ψαρράς	199
9. «Στρατηγικές για την ανάπτυξη και προώθηση των ενεργειακά αποδοτικών μετασχηματιστών διανομής», Κ. Μπουρούσης, Φ. Τοπαλής	204
10. «Μεθοδολογία περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού εκπαιδευτικών κτηρίων», Ε. Τριάντη, Ι. Τζουβαδάκης	209
11. «Περιβαλλοντικές παράμετροι στον σχεδιασμό δημόσιων υπαίθριων χώρων στην Αθήνα», Ι. Τζουβαδάκης, Ε. Τριάντη	216
12. «Η άντληση εμπειρίας από τη φιλοσοφία δόμησης των ιστορικών κτηρίων ως υπόδειγμα για την οικολογική δόμηση & τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αλλά και	

- ως εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας & ανάπτυξης ενός αειφόρου πολεοδομικού σχεδιασμού», **Ε. Βαρουτά-Φλωρού**.....220
13. «Κόστος ενέργειας και υλοποίηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας- Συγκρίσεις 2002-2006. Ο συνδυασμός δράσεων πολιτείας και πολιτών», **Μ. Κτενιαδάκης**.....227
14. «Η Εβδομάδα Οικολογίας: EcoWeek», **Η. Μεσσίνας**.....233
15. «Πληροφοριακό Σύστημα Βέλτιστης Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων, **Β. Νικολόπουλος, Β. Λούμος**.....238
16. «Καινοτόμες Εφαρμογές Αλουμινίου στη Σύγχρονη Κατασκευή - Εξελίξεις Προϊόντων σε θέματα Εξοικονόμησης Ενέργειας», **Ν. Παπαβασιλείου**.....242
17. «Πεζοί και εξοικονόμηση ενέργειας», **Κ. Τσουρλάκης**.....245
18. «Η συμβολή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων», **Α. Τσιτόπουλος**.....250
19. «Εξοικονόμηση ενέργειας σε θερμικούς υποσταθμούς» **Β. Καψάλης, Γ. Καρανάσος**.....254

ΜΕΡΟΣ Α:

Σκοπός Ημερίδας: «Εξοικονόμηση Ενέργειας»

*Λουκάς Γ. Χριστοφόρου
της Ακαδημίας Αθηνών*

Κύριε Υπουργέ, κύριε Πρόεδρε της Ακαδημίας Αθηνών, κύριε Πρύτανη, κύριε Διοικητά, κύριοι συνάδελφοι, κυρίες και κύριοι,

Το έτος 2005 η Ακαδημία Αθηνών συνέστησε την Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας με σκοπό να διαδραματίσει συμβουλευτικό ρόλο στα ενεργειακά θέματα της Ελλάδος, τα οποία θεωρεί καίριας σημασίας.

Όπως είναι γνωστόν, η ενέργεια είναι ίσως η ουσιωδέστερη των «πρώτων υλών» που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος και η παραγωγή, μεταφορά και χρήση της είναι στενά συνδεδεμένη με το περιβάλλον, την υγεία, την ευημερία, την οικονομία και την παγκόσμια ειρήνη. Είναι, επίσης, γνωστόν ότι τα ενεργειακά προβλήματα, όπως μάλιστα έχουν διαμορφωθεί τελευταία, απαιτούν ολοκληρωμένη εθνική ενεργειακή πολιτική και συντονισμένες προσπάθειες αξιοποίησης των ενδογενών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της χώρας μας, όπως, π.χ., η ηλιακή και η αιολική.

Πιστεύουμε ότι και η *εξοικονόμηση ενέργειας* αποτελεί ουσιώδες μέρος μίας ολοκληρωμένης εθνικής ενεργειακής πολιτικής και θεωρούμε την εξοικονόμηση ενέργειας ως μία άλλη σημαντική ενδογενή πηγή ενέργειας που πρέπει να αξιοποιηθεί δεόντως. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με πολλά μικρά και συντονισμένα βήματα και αφορά όλα τα στρώματα και όλες τις δραστηριότητες της κοινωνίας. Είναι υποχρέωση του κάθε πολίτη και του κάθε εμπορικού, βιομηχανικού, και δημόσιου ή ιδιωτικού τομέα, καθώς και της κάθε τοπικής και σχολικής αρχής.

Ως πρώτη, λοιπόν, πρωτοβουλία της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών είναι η διοργάνωση της σημερινής ημερίδας με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας στην Ελλάδα, μέσα από έναν ουσιαστικό διάλογο μεταξύ Ελλήνων ειδικών, το συντονισμό προσπαθειών και τη διατύπωση προτάσεων για πρωτοβουλίες και δράσεις.

Η διοργάνωση της ημερίδας έγινε σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και ιδιαίτερα με τον καθ. κ. Νικόλαο Χατζηαργυρίου. Χρηματοδοτήθηκε από την Ακαδημία Αθηνών και τη ΔΕΗ και φιλοξενείται σ' αυτόν το χώρο ο οποίος ευγενώς παραχωρήθηκε από τον Πρόεδρο του Διοικητικού Συμβουλίου του ΠΒΕΑΑ, κ. Γρηγόριο Σκαλκέα. Ευχαριστώ τους χορηγούς της Ημερίδας, τον κ. Χατζηαργυρίου και τον κ. Σκαλκέα, καθώς και τον καθηγητή κ. Παναγιώτη Παπαγιαννακόπουλο και την κα Φωτεινή Κουτσογιάννη που πρόσφεραν ιδιαίτερα στην οργάνωση της Ημερίδας.

Ευχαριστώ, επίσης, τη Σύγκλητο της Ακαδημίας Αθηνών - ιδιαίτερα τον Πρόεδρο της Ακαδημίας κ. Κωνσταντίνο Στεφανή και τον Γενικό Γραμματέα της Ακαδημίας κ. Νικόλαο

Ματσανιώτη - για την υποστήριξη αυτής της προσπάθειας καθώς και τα μέλη της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών για τη συμμετοχή τους παρά τα πολλά τους καθήκοντα.

Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών

*Γεώργιος Κοντόπουλος
Αντώνιος Κουνάδης
Λουκάς Χριστοφόρου
Νικόλαος Αμβράζης
Ιάκωβος Βασάλος
Γεώργιος Κουτζούκος
Παναγιώτης Παπαγιαννακόπουλος
Χρήστος Ποσειδώνας
Νικόλαος Χατζηαργυρίου
Δημήτριος Τσανάκας
Νικόλαος Στεφάνου
Παναγιώτης Παυλόπουλος*

Ευχαριστώ όλους σας για την εδώ παρουσία σας.

Κυρίες και κύριοι,

Η σημερινή ημερίδα θα επικεντρωθεί στις ακόλουθες θεματικές περιοχές:

- 1. Εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή της.*
- 2. Εξοικονόμηση ενέργειας στην κατανάλωση (διαχείριση φορτίου, ενημέρωση, εκπαίδευση).*
- 3. Ρόλος νέων υλικών και τεχνολογιών και ανάπτυξη νέων προγραμμάτων στην Ελλάδα σε υλικά με ενεργειακές εφαρμογές.*

Διαπρεπείς Έλληνες επιστήμονες και τεχνικοί θα αναφερθούν λεπτομερώς με σχετικές εισηγήσεις σ' αυτές τις θεματικές περιοχές και θα δώσουν παραδείγματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Η ημερίδα θα κλείσει με «Συζήτηση Στρογγυλής Τράπεζας» στην οποία θα λάβουν μέρος επιστήμονες, τεχνικοί, και εκπρόσωποι κρατικών φορέων και βιομηχανίας.

Σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας στη μεταφορά και τη διανομή της, το 2004 η Ακαδημία Αθηνών διοργάνωσε, σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Tenth International Symposium on Gaseous Dielectrics κύριος σκοπός του οποίου ήταν η μελέτη, εξερεύνηση και βιομηχανική χρήση διηλεκτρικών αερίων και υπεραγωγών για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στη μεταφορά και τη διανομή της.

Σχετικά με τις τρεις θεματικές περιοχές της Ημερίδας, επιτρέψτε μου, να επισημάνω την ανάγκη συζήτησης θεμάτων, όπως:

- 1. Ενεργειακή παιδεία και ενεργειακή συνείδηση (συλλογική υπευθυνότητα για την ενέργεια και το περιβάλλον).*

2. Αξιοποίηση του επιστημονικού και τεχνολογικού δυναμικού της χώρας στα ενεργειακά θέματα.
3. Προώθηση της επιστήμης και της τεχνολογίας της ενέργειας (κυρίως νέα υλικά και νέες αποδοτικότερες τεχνολογίες).
4. Συνεργασία με άλλες χώρες και αξιοποίηση της εμπειρίας των σχετικά με μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας - ανάληψη κοινών πρωτοβουλιών.
5. Διαφώτιση του πολίτη σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας και εξοικονόμησης ενέργειας (υπηρεσία και τράπεζα δεδομένων, παροχή πληροφοριών στον πολίτη).

Σε ότι αφορά στο επιστημονικό και τεχνολογικό δυναμικό της χώρας μας και τη δυνατότητα προσφοράς του στα ενεργειακά θέματα της Ελλάδος γενικότερα και στην εξοικονόμηση ενέργειας ειδικότερα, συμμερίζομαι την άποψη πολλών συναδέλφων ότι η Ελλάδα διαθέτει ζηλευτό έμπυχο δυναμικό το οποίο θα μπορούσε να πρωτοπορήσει σε αρκετούς ενεργειακούς τομείς, όπως, για παράδειγμα, στην εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη βέλτιστη διαχείριση των δικτύων μεταφοράς και διανομής με μείωση των απωλειών, και στην αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας στην κατανάλωση. Θα ήθελα να σταθώ ιδιαίτερα στην έρευνα στην περιοχή της **επιστήμης των υλικών με ενεργειακές εφαρμογές**. Δύο συγκεκριμένες περιοχές αυτού του είδους αποτελούν τα **θερμοηλεκτρικά υλικά** για τη μετατροπή θερμότητας (συμπεριλαμβανομένης και της «άχρηστης» θερμότητας) σε ηλεκτρική ενέργεια και τα **οπτοηλεκτρικά υλικά** για την αποδοτικότερη μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια και τη χρήση μεγαλύτερου μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Στο άνω σχήμα της εικόνας 1 σκιαγραφείται η αρχή μίας ηλιακής θερμοηλεκτρικής γεννήτριας και στο κάτω σχήμα η μετατόπιση των οπτικών συχνοτήτων της ηλιακής ακτινοβολίας σε περιοχές καταλληλότερες για αποδοτική μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε χρήσιμη μορφή ενέργειας. Και στις δύο αυτές περιοχές η επιστήμη των υλικών (και ειδικότερα η νανοτεχνολογία) προβλέπεται να διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο. Ουσιαστική είναι επίσης η σημασία των υλικών στην εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό.

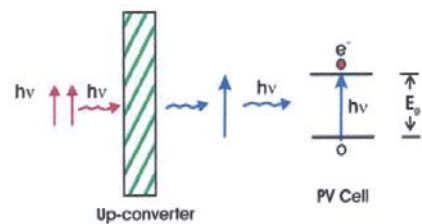
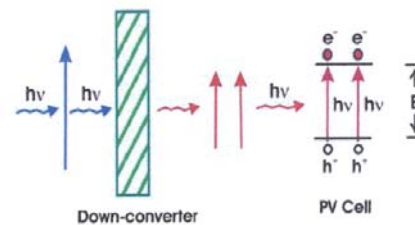
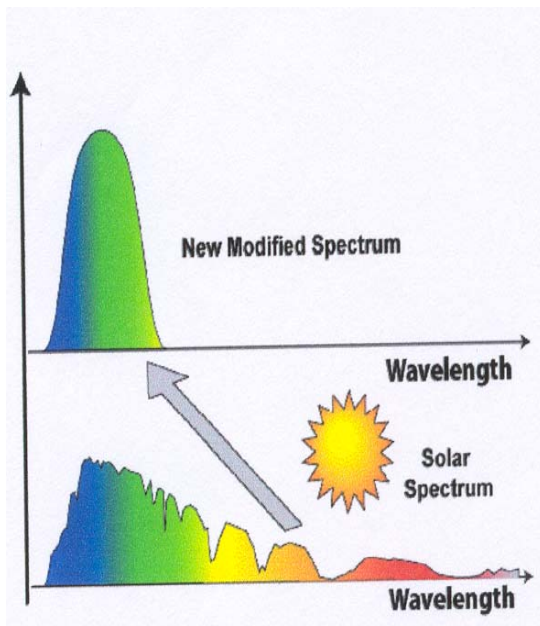
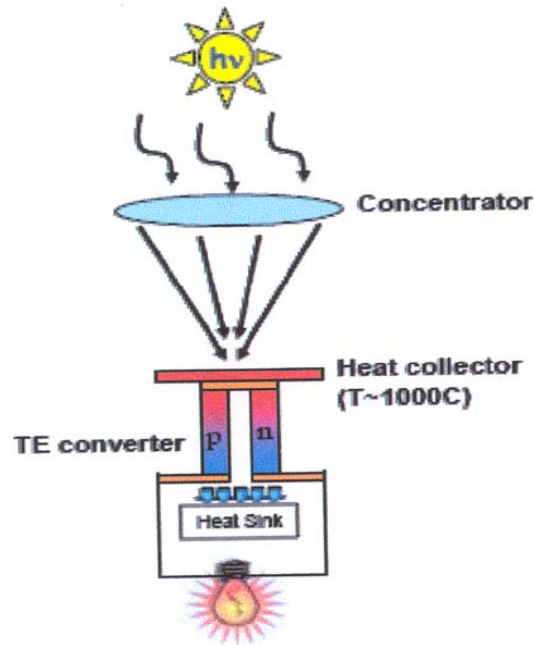
Επιθυμώ, εν προκειμένω, να αναφέρω ότι, τελευταία, η Ακαδημία Αθηνών προκήρυξε τρεις μεταπτυχιακές υποτροφίες στην περιοχή της ενέργειας.

Πριν κλείσω την εισαγωγική αυτή ομιλία για την Ημερίδα, επιτρέψτε μου να υπενθυμίσω μερικούς απλούς πρακτικούς τρόπους άμεσης εξοικονόμησης ενέργειας:

- Κλείστε τα φώτα, τον υπολογιστή, την τηλεόραση που δεν χρησιμοποιείτε.
- Αντικαταστήστε τις λυχνίες πυρακτώσεως με αποδοτικότερες, όπως τις λυχνίες φθορισμού.
- Χρησιμοποιείτε προγραμματιζόμενους θερμοστάτες και χαμηλώστε τη θερμοκρασία τους μερικούς βαθμούς τον χειμώνα και αυξήστε την μερικούς βαθμούς το καλοκαίρι.
- Χαμηλώστε το θερμοστάτη του θερμοσίφωνα στους 50⁰ C.
- Αν δεν έχετε, βάλτε ηλιακό.
- Διαβάστε τις ετικέτες που δίνουν πληροφορίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα των νέων συσκευών (π.χ., ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών) - αγοράστε τις πλέον αποδοτικές.
- Αντικαταστήστε το παλιό ψυγείο σας (νέα ψυγεία χρησιμοποιούν σχεδόν 4 φορές λιγότερη ενέργεια από τα παλιά μοντέλα).
- Περιορίστε τη σπατάλη νερού.
- Βοηθήστε στην ανακύκλωση υλικών, κυρίως χαρτιού, πλαστικών, γυαλιού και αλουμινίου αρχίζοντας από το σπίτι σας.
- Καθιερώστε μία μέρα την εβδομάδα που να μη κάμετε χρήση του αυτοκινήτου σας.
- Βεβαιωθείτε ότι τα κτίρια (δημόσια και μη) στα οποία εργάζεσθε έχουν πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας.

Η Επιτροπή Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών ελπίζει ότι η σημερινή ενημέρωση και συζήτηση θα βοηθήσει τη χώρα μας στην προσπάθειά της να εξοικονομήσει σημαντικά ποσά ενέργειας.

Εύχομαι κάθε επιτυχία.



Εικόνα1

Reference: USA DOE 2005, <http://www.sc.doe.gov/bes/reports/abstracts.html#SEU>

ΜΕΡΟΣ Β:

**«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ,
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΗΣ»**

ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΙΝΗΣ ΑΙΧΜΗΣ

Δρ. Ευάγγελος Λεκατσάς

Πρόεδρος του Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το καλοκαίρι του 1987 εμφανίστηκε στην Αττική 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. Παράλληλα, ήδη από 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 (επανεένταξη του ΑΗΣΑΓ στο Κερατσίνι, νέος σταθμός Συνδυασμένου Κύκλου στο Λαύριο 560 MW, νέα καλώδια Ρίου, τρίτη γραμμή 400 KV στο Κρυονέρι κ.λ.π.) η δυνατότητα φόρτισης του συστήματος αυξήθηκε. Παρά ταύτα, 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 50 ώρες κάθε χρόνο, δεν θεραπεύεται μόνο με ενισχύσεις του παραγωγικού δυναμικού και των δικτύων μεταφοράς και διανομής αλλά παράλληλα χρειάζεται αφενός η βελτίωση της αξιοπιστίας του παραγωγικού δυναμικού με την ένταξη φθηνών (από την άποψη του επενδυτικού κόστους) και αξιόπιστων αιχμιακών μονάδων (αεριοστρόβιλοι ανοικτού τύπου) και αφετέρου η λήψη ορισμένων μέτρων **διαχείρισης της πλευράς του φορτίου** (Demand Side Management). Η λήψη μέτρων διαχείρισης του φορτίου πρέπει να έχει διαρκή και μακροπρόθεσμο χαρακτήρα, ώστε να καταστεί σταδιακά δυνατόν να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της θερινής αιχμής του Ελληνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος σε μονιμότερη βάση. Αντίθετα, όπως αναλυτικά θα εξηγηθεί παρακάτω, είναι άμεση η ανάγκη ένταξης στο Σύστημα μονάδων αιχμής, γεγονός που υπαγορεύεται τόσο από την ανάγκη τονώσεως του επιπέδου αξιοπιστίας του υφιστάμενου σήμερα (πεπαλαιωμένου) παραγωγικού δυναμικού, όσο και από την ανάγκη εισαγωγής στο Σύστημα μονάδων αφενός ευέλικτων και αφετέρου μικρών επενδυτικά κεφαλαιακών απαιτήσεων δεδομένης της ολιγοώρου ετησίας χρησιμοποίησής τους μόνον κατά τις ώρες αιχμής.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

2.1 Σενάρια εξέλιξης της ζήτησης

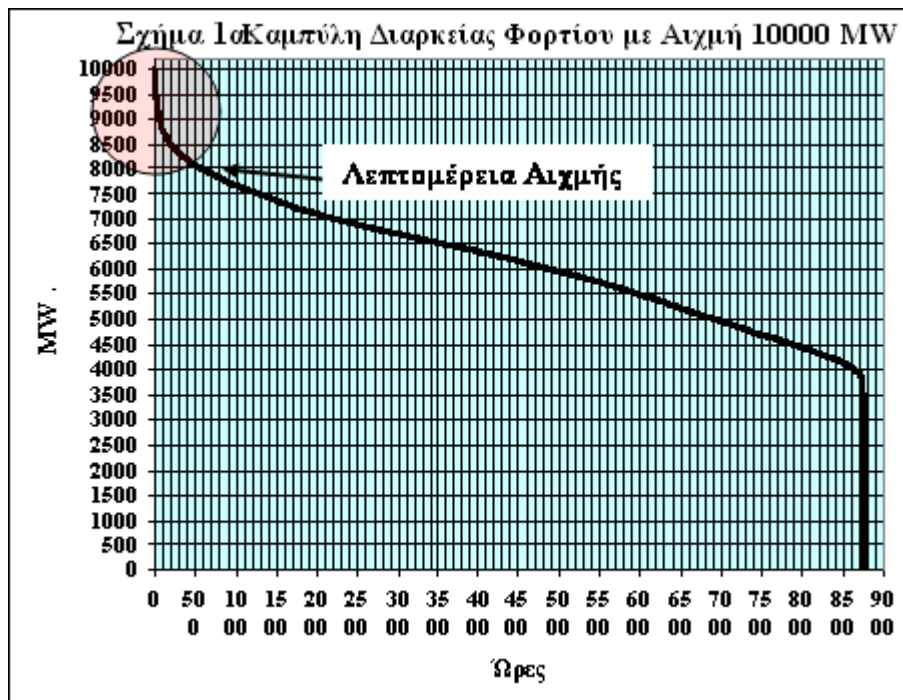
Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί δίδονται οι προβλέψεις για την μέχρι το 2010 περίοδο τόσο ως προς την ετήσια κατανάλωση ενέργειας, όσο και ως προς την ετήσια αιχμή. Για το έτος 2006 έχουν χρησιμοποιηθεί, ως σημείο εκκίνησης, τα πλέον πρόσφατα, κατά την έναρξη της παρούσης μελέτης, στοιχεία της περιόδου από 25/08/2005 μέχρι και 24/08/2006. Θεωρήθηκαν δύο σενάρια. Στο **ήπιο** σενάριο η αιχμή αυξάνεται με ρυθμό **3%** ετησίως και η ενέργεια με ρυθμό **2.5%** ετησίως. Για το **υψηλό** σενάριο οι αντίστοιχοι ρυθμοί είναι **4%** για την αιχμή και **3.6%** για την ενέργεια. Σημειώνεται ότι, **κατά τα τελευταία χρόνια ο ρυθμός αύξησης της αιχμής είναι συνεχώς 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 (Συντελεστής φορτίου το 2006 μόνο 61.75%).

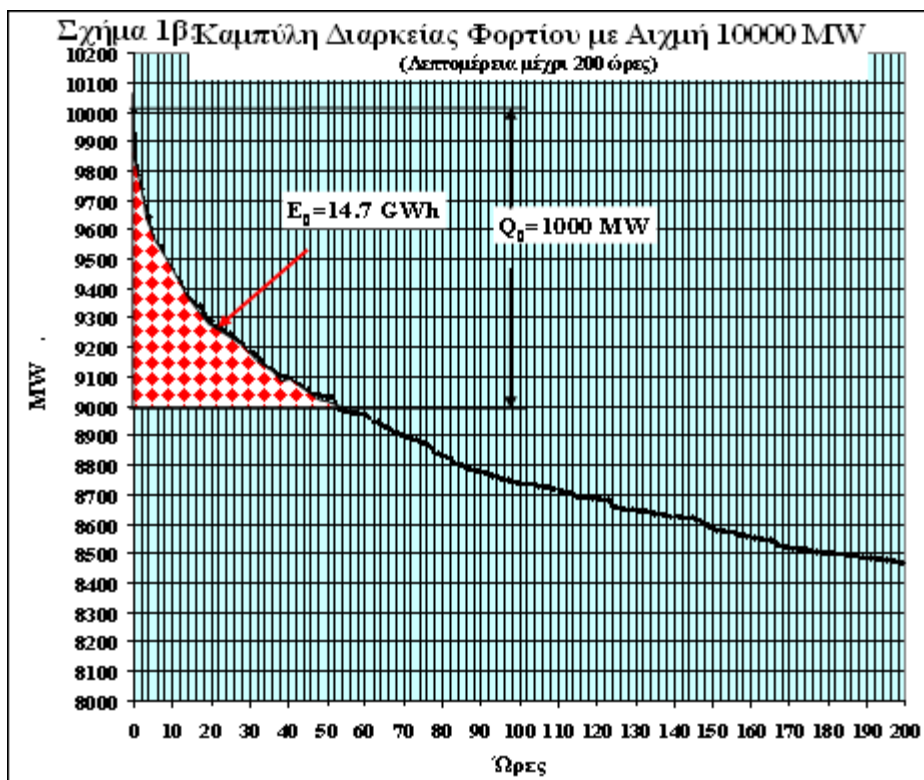
ΠΙΝΑΚΑΣ 1	Αιχμή (MW)		Ενέργεια (GWh)	
	Ήπιο	Υψηλό	Ήπιο	Υψηλό
2006	9961	9961	53886	53886
2007	10,260	10,359	55,233	55,826
2008	10,568	10,774	56,614	57,836
2009	10,885	11,205	58,029	59,918
2010	11,211	11,653	59,480	62,075

2.2 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 Σχήματος 1α έχει προκύψει από τα πλέον πρόσφατα στοιχεία της περιόδου 25/08/2005 μέχρι 24/08/2006 και έχει προσαρμοσθεί ώστε να εμφανίζει αιχμή ίση προς την εμφανισθείσα, για το 2006, αιχμή των 10000 MW (στρογγυλοποιημένη τιμή της αιχμής των 9961 MW της 21/08/2006). Στο Σχήμα 1β δεικνύεται η λεπτομέρεια της καμπύλης αυτής κατά τις 200 ώρες υψηλότερου φορτίου του συστήματος. Από το σχήμα αυτό προκύπτει ότι **το φορτίο πάνω από 9000 MW παρουσιάζεται για λιγότερο από 52 ώρες/έτος** (βλ. διαγραμμισμένη περιοχή Σχήματος 1β). Όπως προκύπτει από το Σχήμα 1β η κάλυψη αυτού του φορτίου αιχμής των **τελευταίων $Q_0=1000$ MW** (από 9000 μέχρι 10000 MW) αντιπροσωπεύει μια ενέργεια ίση μόνο με **$E_0=14700$ MWh/έτος** (δηλαδή πρόκειται για

ισχύ 1000 MW με φορτίο μόνο 14.7 ισοδύναμων ωρών λειτουργίας ετησίως, που αντιστοιχεί στο 0.0273% της ετήσιας ζήτησης ενέργειας), γεγονός που δημιουργεί την ανάγκη εγκατάστασης νέων μονάδων με μεγάλο επενδυτικό κόστος, οι οποίες χρησιμοποιούνται τελικώς μόνο για ελάχιστες ώρες ετησίως. Αντικείμενο της παρούσης μελέτης είναι να προσδιοριστεί ο προσφορότερος τρόπος αντιμετώπισης αυτού του **ολιγόωρου αιχμακού** φορτίου (Q_0, E_0). Σημειώνεται ότι για την ικανοποίηση της αιχμής των 10000 MW, που διογκώνεται βραχυχρονίως 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.





2.3 Δεδομένα υποψηφίων μονάδων παραγωγής

Ως υποψήφιες μονάδες έχουν θεωρηθεί (α) Αεριοστροβλικές μονάδες Ανοικτού Κύκλου με Φυσικό Αέριο, (β) Μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου με Φ. Α. και (γ) Λιγνιτικές Μονάδες. Για κάθε μονάδα έχουν θεωρηθεί τα ακόλουθα δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ϵ και έτη απόσβεσης της επένδυσης N
- Κόστος Φυσικού Αερίου g_{AK} και g_{SK} για μονάδες Ανοικτού και Συνδυασμένου Κύκλου αντιστοίχως.
- Κόστος Λιγνίτη g_L
- Βαθμός απόδοσης η
- Μοναδιαίο κόστος επένδυσης K

Για κάθε μία από τις παραπάνω κοστολογικές παραμέτρους θεωρήθηκαν δύο τιμές **min** και **max** τέτοιες ώστε η **min** να οδηγεί σε χαμηλή εκτίμηση του κόστους της μονάδος και η **max** να οδηγεί σε υψηλή εκτίμηση αυτού. Με τον τρόπο αυτό για κάθε είδος μονάδος προέκυψαν δύο εκτιμήσεις του διωνυμικού κόστους (**fc**=σταθερό και **vc**=μεταβλητό): μία εκτίμηση χαμηλού κόστους (**min**) και μία εκτίμηση υψηλού κόστους (**max**). Τα σχετικά αποτελέσματα δεικνύονται στο Πίνακα 2 που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Τυπικές Τιμές Κόστους	Σταθερό κόστος fc €/MW- έτος	Μεταβλητό Κόστος Καυσίμου vc €/MWh	Ισχύς Αιχμής Q₀ MW	Ετήσια Ενέργεια Αιχμής E₀ MWh	Συνολικό Ετήσιο Κόστος Αιχμής C₀=fc*Q₀+vc*E₀ €/έτος	Συνολικό Μοναδιαίο Κόστος C_{0pu} = C₀ / E₀ €/MWh
Είδος Μονάδας						
Λιγνιτική min	176272	20.5882	1000	14700	176575146	12011.91
Λιγνιτική max	223459	31.0345	1000	14700	223914790	15232.30
Συνδ. Κύκλος min	58344	44.8276	1000	14700	59002552	4013.78
Συνδ. Κύκλος max	82875	58.0000	1000	14700	83727580	5695.75
Ανοικτός Κύκλος min	35805	82.5000	1000	14700	37017373	2518.19
Ανοικτός Κύκλος max	50205	120.0000	1000	14700	51968543	3535.28

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 προκύπτει ότι η φθηνότερη λύση για την παροχή των τελευταίων $Q_0=1000$ MW της αιχμής με αντίστοιχη παροχή ενέργειας μόνο $E_0 =14700$ MWh/έτος είναι η λύση με αεριοστροβιλικές μονάδες Ανοικτού Κύκλου. Πράγματι η **ακριβότερη** εκδοχή τέτοιων μονάδων Ανοικτού Κύκλου έχει μοναδιαίο κόστος $C_{0pu} =3535.28$ €/MWh το οποίο είναι σημαντικά μικρότερο όλων των άλλων τύπων μονάδων. Σημειώνεται επίσης ότι, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, το συνολικό ετήσιο κόστος C_0 των αεριοστροβιλικών μονάδων που θα κληθούν να παράσχουν την υπηρεσία αυτή κυμαίνεται μεταξύ **37.02** και **51.97 εκ. €/έτος**.

Εδώ εγείρεται το ερώτημα εάν η Ελληνική κοινωνία είναι διατεθειμένη να καταβάλει το τόσο υψηλό κόστος των **37.02** έως **51.97 εκ. €/έτος** ή μήπως θα ήταν προτιμότερο, με μία πολιτική **αυτοσυγκράτησης** ή/και **διαχείρισης** 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 μιας μεγαβατώρας. Ο προσδιορισμός της αξίας της μη εξυπηρετούμενης ενέργειας (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 συνεπώς θα είναι:

$$VLL = \frac{AEΠ}{E} \quad (1)$$

Με **ΑΕΠ** που τα προσεχή χρόνια θα φθάσει τα **220** δις €/έτος και με ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση προς **E=55000000** MWh/έτος προκύπτει **VLL=4000** €/MWh.

Το ερώτημα που τίθεται εδώ και πρέπει να διερευνηθεί είναι μήπως, αντί της κατασκευής (επενδύσεως) των τελευταίων $Q_0=1000$ MW και της παραγωγής από αυτά μόνο $E_0=14700$ MWh/έτος, θα ήταν οικονομικότερο να κατασκευαστούν λιγότερα $Q_{SE}<Q_0$ τα οποία θα παράγουν μέρος της ενέργειας αιχμής δηλαδή $E_{SE}<E_0$, ενώ η διαφορά $E_{USE}=E_0-E_{SE}$ θα ήταν η **μη εξυπηρετούμενη ενέργεια** ($USE=UnServedEnergy$). Σε μία τέτοια περίπτωση το κόστος θα ήταν :

$$C = fc * Q_{SE} + vc * E_{SE} + VLL * (E_0 - E_{SE}) \quad (2)$$

Στην σχέση (2) οι παράμετροι fc και vc αναφέρονται στην φθηνότερη εκδοχή αεριοστροβίλου Ανοικτού Κύκλου του Πίνακα 2 ($fc=35805$ €/MW-έτος και $vc= 82.5$ €/MWh), ενώ στο κόστος επένδυσης και λειτουργίας έχει προστεθεί και το κόστος της μη εξυπηρετούμενης ενέργειας.

Για να είναι συμφέρουσα μία τέτοια λύση θα πρέπει να ισχύει η σχέση:

$$C = fc * Q_{SE} + vc * E_{SE} + VLL * (E_0 - E_{SE}) < fc * Q_0 + vc * E_0 \quad (3)$$

Η σχέση αυτή αναδιαμορφώνεται ως εξής:

$$VLL * (E_0 - E_{SE}) < fc * (Q_0 - Q_{SE}) + vc * (E_0 - E_{SE}) \quad (4)$$

Η σχέση (4) εξασφαλίζει ότι η **κοινωνική αξία της μη εξυπηρετούμενης ενέργειας πρέπει να είναι μικρότερη από το συνολικό κόστος παραγωγής αυτής της ενέργειας**.

Θεωρώντας τις ισοδύναμες ώρες της **μη εξυπηρετούμενης ενέργειας**:

$$h_{USE} = \frac{E_0 - E_{SE}}{Q_0 - Q_{SE}} = \frac{E_{USE}}{Q_{USE}} \quad (5)$$

μετασχηματίζουμε την (4) ως εξής:

$$VLL * h_{USE} < fc + vc * h_{USE} \quad (6)$$

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω τιμές των παραμέτρων fc , vc και VLL και την σχέση (6) προκύπτει ότι $h_{USE} < 9.14$ ώρες/έτος. Το αποτέλεσμα αυτό υποδηλοί ότι, **για ισοδύναμες ώρες λιγότερες από 9.14 ανά έτος, είναι προτιμότερη η πολιτική περιορισμού ή/και διαχείρισης της ζήτησης παρά η ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων παραγωγής**.

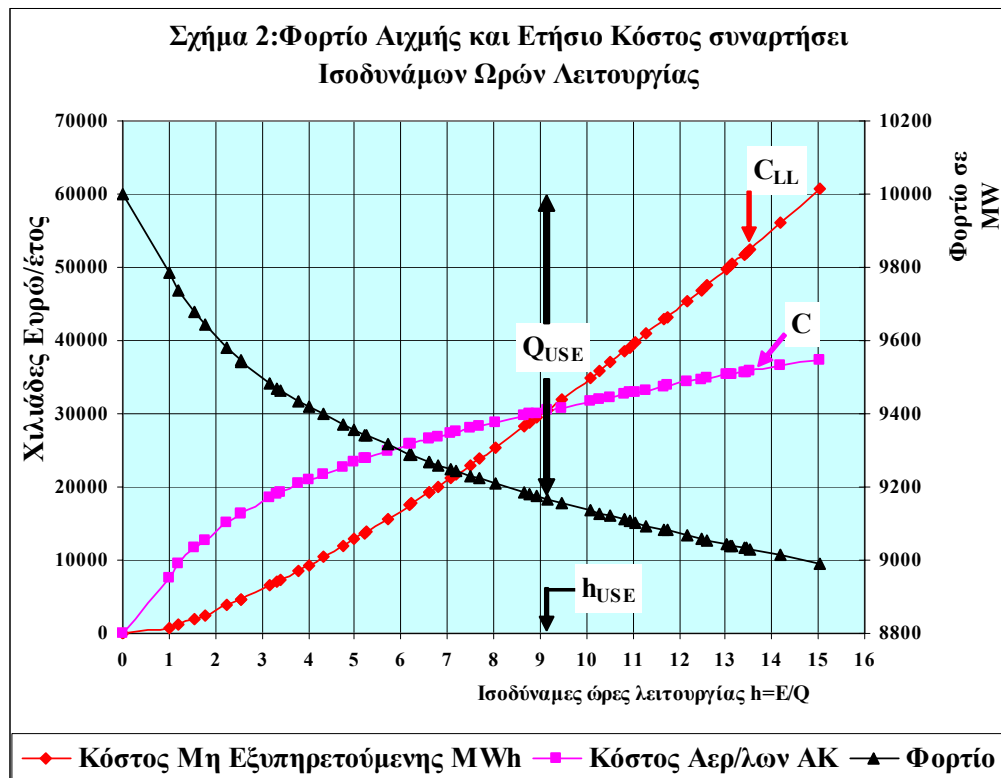
Τα μεγέθη E_{USE} και Q_{USE} δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους αλλά συνδέονται μέσω της καμπύλης διαρκείας φορτίου (όπως και τα μεγέθη E_0 και Q_0 του Σχήματος 1β). Εάν A είναι η

Αιχμή του φορτίου, το μέγεθος E_{USE} εκφράζεται από το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη διαρκείας φορτίου για ισχείς από $A- Q_{USE}$ μέχρι την αιχμή $A=10000$ MW. Ορίζοντας συνεπώς μία τιμή Q_{USE} μπορούμε από την καμπύλη διαρκείας φορτίου να προσδιορίσουμε το εμβαδόν E_{USE} και, χρησιμοποιώντας τη σχέση (5), τις ισοδύναμες ώρες h_{USE} . Στην συνέχεια έχοντας τα E_{USE} και Q_{USE} μπορούμε να υπολογίσουμε τόσο το κόστος που θα προέκυπτε εάν θέλαμε να εξυπηρετηθεί η ενέργεια E_{USE} όσο και το κόστος μη εξυπηρέτησης της ενέργειας αυτής:

$$C = fc * Q_{USE} + vc * E_{USE} \quad (7) \quad \text{και} \quad C_{LL} = VLL * E_{USE}$$

(8)

Μπορούμε συνεπώς να προσδιορίσουμε τις συναρτήσεις $C=C(h_{USE})$ και $C_{LL}=C_{LL}(h_{USE})$. Οι συναρτήσεις αυτές έχουν απεικονιστεί στο Σχήμα 2, από το οποίο προκύπτει ότι τέμνονται στο σημείο όπου είναι $h_{USE} = 9.14$ ώρες/έτος. Όπως φαίνεται καθαρά από το σχήμα αυτό δια $h_{USE} < 9.14$ είναι $C_{LL} < C$, άρα είναι προτιμότερο να μην εξυπηρετείται το φορτίο αιχμής, ενώ δια $h_{USE} > 9.14$ είναι $C_{LL} > C$ και συνεπώς, πέρα από το σημείο αυτό είναι προτιμότερη η κάλυψη του αιχμιακού φορτίου με αεριοστροβιλικές μονάδες Ανοικτού Κύκλου. Σημειώνεται ότι το σημείο $h_{USE} = 9.14$ ώρες/έτος αντιστοιχεί σε $Q_{USE} = 830$ MW.



Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι από τα τελευταία $Q_0=1000$ MW αιχμής μόνο τα $Q_{SE}=1000-830=170$ MW είναι αναγκαίο να κατασκευαστούν, αφού τα υπόλοιπα $Q_{USE}=830$ είναι συμφερότερο, με κατάλληλα μέτρα διαχείρισης φορτίου, να μη εξυπηρετηθούν. Θα πρέπει εδώ να παρατηρηθεί ότι οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα αυτό από την υπόθεση ότι η αξία της μη εξυπηρετούμενης ενέργειας είναι ίση με $VLL=4000$ €/MWh. Ο προσδιορισμός της αξίας αυτής μπορεί να αμφισβητηθεί π.χ. με το επιχείρημα ότι το επίσημο ΑΕΠ στην χώρα μας είναι μικρό διότι δεν λαμβάνεται υπόψη η παραοικονομία η μεγάλη έκταση της οποίας οδηγεί σε ένα πραγματικό ΑΕΠ πολύ μεγαλύτερο. Εάν π.χ. θεωρήσουμε ένα ΑΕΠ κατά 25% μεγαλύτερο τότε θα οδηγηθούμε σε μία τιμή $VLL=5000$ €/MWh. Χρησιμοποιώντας τα ίδια λοιπά δεδομένα το σημείο τομής των δύο καμπυλών του Σχήματος 2 θα είναι στις $h_{USE}=7.28$ ώρες/έτος, οπότε από την καμπύλη φορτίου του Σχήματος 2 προκύπτει ότι $Q_{USE}=757$ MW και άρα **θα έπρεπε να κατασκευασθούν $Q_{SE}=1000-757=243$ MW αεριοστροβιλικών μονάδων αιχμής.** Συμπεραίνεται από το παράδειγμα αυτό ότι **όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του VLL, δηλαδή όσο πιο μεγάλη είναι αξία της ηλεκτρικής ενέργειας για την κοινωνία, τόσο περισσότερα MW αιχμής θα πρέπει να εγκατασταθούν.** Για το λόγο αυτό ο καθορισμός της τιμής VLL έχει πολιτικές πτυχές και δεν είναι ένα απλό τεχνοκρατικό ζήτημα. Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί έχουν γίνει οι παραπάνω υπολογισμοί για τις τιμές του VLL από 3500 έως 7000 €/MWh σε βήματα των 500 €/MWh. Από τον Πίνακα αυτό προκύπτει π.χ. ότι με $VLL=5000$ €/MWh μπορούμε να εντάξουμε στο σύστημα μέχρι $Q_{SE}=243$ MW που θα παράγουν ετησίως $E_{SE}=9188$ MWh με ένα κόστος $C_{SE}=9.5$ εκ. €/έτος. Στην περίπτωση αυτή η Μη Εξυπηρετούμενη Ενέργεια λόγω περικοπών αναμένεται ότι θα είναι $E_{USE}=14700-9188=5512$ MWh και θα έχει κοινωνική αξία ίση προς $C_{LL}=C_{USE}=27.5$ εκ. €/έτος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Υπολογισμός Ισχύος και Ενέργειας Αεριοστροβιλικών Μονάδων Α/Κ και Μη Εξυπηρετούμενης Ενέργειας συναρτήσει της Αξίας VLL									
VLL	h_{USE}	Q_{USE}	E_{USE}	Q_{SE}	E_{SE}	C_{SE}	C_{LL}	C_{USE}	C_0
€/MWh	ώρες/έτος	MW	MWh/έτος	MW	MWh/έτος	€/έτος	€/έτος	€/έτος	€/έτος
VLL	h_{USE}	Q_{USE}	E_{USE}	Q_{SE}	E_{SE}	C_{SE}	C_{LL}	C_{USE}	C_0
3500	10.48	877	9188	123	5512	4858693	32158681	32158681	37017373
4000	9.14	830	7586	170	7114	6673698	30343676	30343676	37017373
4500	8.11	792	6419	208	8281	8130519	28886854	28886854	37017373

5000	7.28	757	5512	243	9188	9458553	2755882 0	27558820	3701737 3
5500	6.61	729	4818	271	9882	1051831 7	2649905 6	26499056	3701737 3
6000	6.05	702	4248	298	10452	1153210 5	2548526 8	25485268	3701737 3
6500	5.58	677	3777	323	10923	1246603 0	2455134 3	24551343	3701737 3
7000	5.18	653	3380	347	11320	1335811 3	2365926 0	23659260	3701737 3
∞				1000	14700	3701737 3	0	0	3701737 3

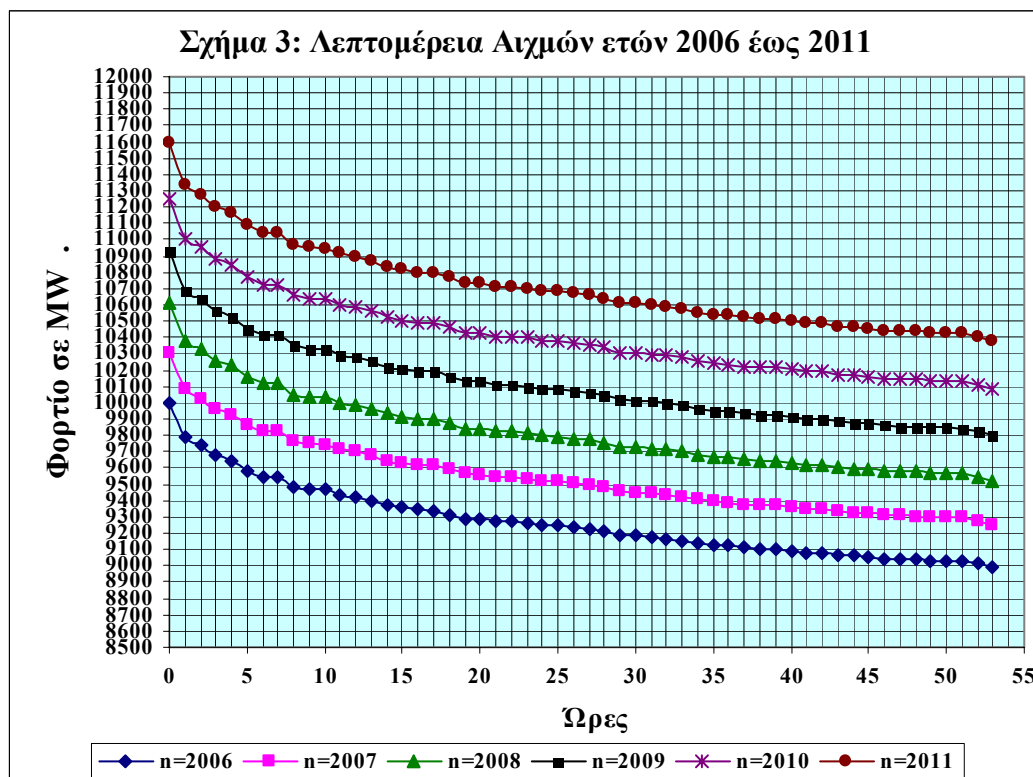
Τονίζεται ότι το αποτέλεσμα αυτό της παρούσης μελέτης δεν σημαίνει ότι από τα τελευταία αυτά 1000 MW της αιχμής θα περικόπτονται με βεβαιότητα τα **757** και θα εξυπηρετούνται τα **243** MW. Το αποτέλεσμα δηλώνει ότι το μίγμα (mix) των μονάδων παραγωγής που έχουμε σήμερα δεν περιλαμβάνει τις κατάλληλες μονάδες ώστε η **βελονοειδής** αιχμή να αντιμετωπίζεται με τον οικονομικότερο τρόπο δηλαδή κατά ένα μέρος **με μονάδες αεριοστροβιλικές Ανοικτού Κύκλου** και κατά ένα δεύτερο μέρος **με μέτρα ελεγχόμενης διαχείρισης τυχόν ελλειμμάτων ισχύος**.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ανεξαρτήτως των παραπάνω σκέψεων πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι, όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Πίνακα 1, οι αναμενόμενες αιχμές των επομένων ετών είναι μεγαλύτερες της αιχμής των **10000** MW, που θεωρήσαμε στους παραπάνω υπολογισμούς, αυξανόμενες κατά 300 και πλέον MW ετησίως. Παράλληλα οι προβλέψεις είναι ότι κάθε χρόνο η αιχμή αυξάνεται **ταχύτερα** από την ετήσια ενέργεια **επομένως το αιχμιακό πρόβλημα θα παρουσιάζεται ολοένα και περισσότερο οξυμένο** (βλ. Σχήμα 3 από το οποίο προκύπτει ότι ενώ τα τελευταία 1000 MW της καμπύλης φορτίου του έτους 2006 εμφανίζονται για λιγότερες από 52 ώρες ετησίως, τα τελευταία 1000 MW των καμπυλών φορτίου των επομένων ετών εμφανίζονται για ολοένα και λιγότερες ώρες ετησίως. Π.χ. για το έτος 2010 οι ώρες αυτές μειώνονται στις 35 ετησίως).

Εξάλλου η αναμενόμενη πλέον μεγάλη διείσδυση αιολικού παραγωγικού δυναμικού, ενώ θα συμβάλλει σημαντικά στην υποκατάσταση ακριβών και ρυπογόνων καυσίμων, εντούτοις θα εισάγει μεγάλες αβεβαιότητες ως προς την παροχή ισχύος ιδιαίτερα κατά τις ώρες της αιχμής, με συνέπεια να καθιστά αναγκαία την παράλληλη εγκατάσταση ευέλικτων θερμικών μονάδων που θα μπορούν σε σύντομο χρονικό διάστημα να παράσχουν **ενέργεια** και **ισχύ** στις περιπτώσεις χρονικής συμπτώσεως **άπνοιας** και **υψηλού αιχμιακού φορτίου**. Για τους

παραπάνω λόγους, αλλά και για την βελτίωση της αξιοπιστίας του συνολικού, αρκούντως πεπαιωμένου, παραγωγικού δυναμικού του Συστήματος, καθώς και για την αντιμετώπιση της διαφαινόμενης στενότητας εισαγωγών λόγω διακοπής της λειτουργίας του πυρηνικού σταθμού στο Kozlodui, κρίνεται αναγκαία η άμεση παραγγελία αιχμιακών μονάδων με αεριοστροβίλους Φυσικού Αερίου Ανοικτού Κύκλου συνολικής ισχύος 450 MW και η ενεργοποίηση μέτρων και μεθόδων ανάσχεσης της συνεχιζόμενης υπέρμετρης αύξησης της αιχμής.



Διευκρινίζεται ότι το πλήρες ετήσιο κόστος των ως άνω 450 MW μονάδων αιχμής εκτιμάται (με επιτόκιο 12% και έτη απόσβεσης μόνο 10) μεταξύ **23.6** και **28.3** εκ. €/ έτος. Εάν το κόστος αυτό επιμερισθεί στην συνολική ετήσια κατανάλωση των 55 εκ MWh/έτος η επιβάρυνση θα είναι μεταξύ **0.000429** και **0.000515** €/kWh (**0.429** και **0.515** €/MWh), δηλαδή αύξηση της μέσης τιμής κατά **0.6%** μόνο.

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 (Καλιφόρνια, Αυστραλία, Ιβηρική Χερσόνησο, νότιο Ιταλία, Ανατολική Μεσόγειο κλπ) στις οποίες, εκτός από τις ενισχύσεις των συστημάτων με νέες εγκαταστάσεις, έχουν μελετηθεί και ήδη εφαρμόζονται συστήματα

και πολιτικές που αποσκοπούν στον περιορισμό της αιχμής. Τα συστήματα και οι πολιτικές αυτές απαιτούν, για την εφαρμογή τους, πολύ μικρότερες επενδύσεις, στηρίζονται στη συναίνεση και συνεργασία με τους καταναλωτές, 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 περικοπές 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 τους κατά τις ημέρες ή, σε καλλίτερη προσέγγιση, τις ώρες αιχμής.

Η ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΔΕΗ

Δρ. Χρήστος Ποσειδών, Διευθυντής
Ευάγγελος Πανταζής, Βοηθός Διευθυντής
Γεώργιος Παναγιωτόπουλος, Τομέαρχης Προσφορών
Διεύθυνση Διαχείρισης Ενέργειας, ΔΕΗ Α.Ε.

I. Εισαγωγή

Το αντικείμενο της εισήγησης αυτής είναι η εξοικονόμηση ενέργειας στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (Η/Ε) και πως αυτή επιτυγχάνεται κατά τη Διαχείριση της Παραγωγής της ΔΕΗ, λειτουργώντας στο πλαίσιο του Κώδικα Διαχείρισης Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΚΔΣ & ΣΗΕ).

Ο ΚΔΣ & ΣΗΕ αποτυπώνει το θεσμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λειτουργεί η Αγορά Η/Ε στη Χώρα μας. Οι δύο βασικές οντότητες της Αγοράς είναι οι Παραγωγοί και οι Προμηθευτές ή Εκπρόσωποι Φορτίου. Το σύστημα της αγοράς λειτουργεί σε γενικές γραμμές ως εξής : Οι Παραγωγοί και οι Εισαγωγείς Η/Ε προσφέρουν την ενέργεια που διαθέτουν στο Σύστημα, ορίζοντας επακριβώς τις ποσότητες και τις αντίστοιχες τιμές (προσφορές). Οι Εκπρόσωποι φορτίου αντίστοιχα δηλώνουν τις ποσότητες και τιμές που ενδιαφέρονται να αγοράσουν. Η τιμή εκκαθάρισης σε κάθε ώρα, που αναφέρεται ως Οριακή Τιμή Συστήματος (ΟΤΣ), ορίζεται ως το σημείο που τέμνονται οι καμπύλες προσφοράς και ζήτησης.

Στην παρούσα εισήγηση θα επικεντρωθούμε στο Τμήμα των Προσφορών, από την Παραγωγή της ΔΕΗ και θα διερευνήσουμε σε ποια σημεία της διαδικασίας Διαχείρισης, και πώς, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα εξής:

II. Οργάνωση της προσφοράς στο Σύστημα.

III. Τομείς που επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.

α) Κατανομή Θερμικών Μονάδων.

β) Υδροθερμική Συνεργασία.

γ) Λειτουργία Υδροηλεκτρικών Μονάδων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την επίτευξη της μέγιστης αποδόσεως των Θερμικών Μονάδων, αποτελούν αντικείμενο ξεχωριστής εισήγησης. Στην παρούσα, περιοριζόμαστε στην βέλτιστη διαχείριση των Μονάδων, όπως αυτές διατίθενται,

και στην κατάσταση που βρίσκονται, σε καθημερινή βάση.

II. Οργάνωση της προσφοράς στο Σύστημα

Η ημερήσια προσφορά της ΔΕΗ υποβάλλεται στον ΔΕΣΜΗΕ μετά την επίλυση του Ημερήσιου Προγραμματισμού λειτουργίας του υδροθερμικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ. Για τη μοντελοποίηση που ακολουθεί οι Υπηρεσίες μας συνεργάστηκαν με το ΑΠΘ (καθηγητή κ. Μπακιρτζή).

Κατά τον Ημερήσιο Προγραμματισμό υπολογίζονται:

- α) το πρόγραμμα ένταξης και το επίπεδο φόρτισης των θερμικών μονάδων (ΘΜ) και
- β) το πρόγραμμα λειτουργίας των υδροηλεκτρικών σταθμών (ΥΗΣ),

έτσι ώστε να καλύπτεται η πρόβλεψη φορτίου για το επόμενο 24ωρο κατά τον πλέον οικονομικό τρόπο και να τηρούνται οι τεχνικοί περιορισμοί του Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΠΗΕ).

Λαμβάνονται υπόψη:

- i. Η προβλεπόμενη ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου.
- ii. Η προβλεπόμενη μη ελεγχόμενη παραγωγή (ΑΠΕ κ.λ.π.)
- iii. Το πρόγραμμα εισαγωγών/εξαγωγών μέσω διεθνών διασυνδέσεων
- iv. Το ωριαίο κόστος λειτουργίας των ΘΜ.
- v. Το κόστος εκκίνησης / κράτησης των ΘΜ.
- vi. Οι τεχνικοί περιορισμοί των ΘΜ όπως:
 - α) Τεχνικά ελάχιστα / μέγιστα.
 - β) Διαδικασία εκκίνησης / κράτησης μονάδας.
 - γ) Ταχύτητα αύξησης / μείωσης της ισχύος εξόδου.
 - δ) Ελάχιστος χρόνος λειτουργίας / κράτησης
- vii. Η ωριαία κατανάλωση νερού των ΥΗΣ.
- viii. Οι περιορισμοί λειτουργίας των ΥΗΣ όπως:
 - α) Τεχνικά ελάχιστα / μέγιστα.
 - β) Αρχική / επιθυμητή τελική στάθμη νερού στους ταμιευτήρες.
 - γ) Αποθηκευτικά όρια ταμιευτήρων.
 - δ) Ισοζύγιο νερού ταμιευτήρων σε ωριαία βάση
 - ε) Αρδευτικοί περιορισμοί.
- ix. Οι περιορισμοί του ηλεκτρικού συστήματος.
 - α) Ισοζύγιο ισχύος.
 - β) Στρεφόμενη και μη στρεφόμενη εφεδρεία για τριτεύουσα ρύθμιση.

γ) Εφεδρεία για δευτερεύουσα και πρωτεύουσα ρύθμιση.

Η αρχική και η επιθυμητή τελική στάθμη των ταμιευτήρων μαζί με την ημερήσια εισροή νερού στους ταμιευτήρες προσδιορίζουν την επιθυμητή ημερήσια κατανάλωση νερού των ΥΗΣ. Η επιθυμητή τελική στάθμη των ταμιευτήρων καθορίζεται από τον μεσοπρόθεσμο προγραμματισμό χρήσης των ταμιευτήρων που προκύπτει από το πρόγραμμα Υδροθερμικής Συνεργασίας. Οι περιορισμοί της ημερήσιας προς εκταμίευση ενέργειας (ή ποσότητας νερού) από κάθε ταμιευτήρα ή, ισοδύναμα, οι περιορισμοί τελικής στάθμης των ταμιευτήρων είναι σημαντικοί περιορισμοί στην επίλυση του προβλήματος ΗΠΛ-ΣΠΗΕ. Στη γενική του τοποθέτηση, το πρόβλημα του ΗΠΛ-ΣΠΗΕ είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης μεγάλης κλίμακας με ακέραιες και συνεχείς μεταβλητές απόφασης. Για την επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιείται μέθοδος Μικτού Ακέραιου Προγραμματισμού (ΜΑΠ).

ΦΑΣΗ Α

α) Στον υπολογισμό του ημερήσιου προγράμματος εμπλέκονται μόνο ηλεκτρικά μεγέθη, όπως ημερήσιες ενέργειες (MWh) και ισχύεις εξόδου των μονάδων (MW). Δεν μοντελοποιούνται οι υδραυλικοί περιορισμοί του προβλήματος που εμπλέκουν τον όγκο του αποταμιευμένου νερού στους ταμιευτήρες (m^3) ή τις παροχές (m^3/s).

β) Κάθε θερμική μονάδα (ΘΜ) χαρακτηρίζεται από μια τμηματικά βηματική συνάρτηση. Η συνάρτηση οριακού κόστους ΘΜ ορίζεται από δέκα (κατά μέγιστο) ζεύγη τιμών βήματος ισχύος (MW) – οριακού κόστους (€/MWh).

Η σειρά φόρτισης των ΘΜ κατά οικονομική προτεραιότητα για την κάλυψη του φορτίου καταρτίζεται φορτίζοντας τα βήματα των μονάδων με αύξουσα σειρά οριακού κόστους μέχρι να καλυφθεί το φορτίο.

Εκκίνηση θερμικών μονάδων κατά τη διάρκεια της μέρας προγραμματισμού μοντελοποιείται ως μια αλληλουχία επιθυμητών τιμών της εξόδου της μονάδας κατά τη διάρκεια εκκίνησης.

γ) Το πρόγραμμα άντλησης συντάσσεται με βάση την πλεονάζουσα ενέργεια λιγνιτικών σταθμών ή φθηνών εισαγωγών ενέργειας.

δ) Η μέγιστη προς εκταμίευση ενέργεια από κάθε ταμιευτήρα υπολογίζεται σε τρία στάδια ως εξής :

(i) Στο πρώτο στάδιο υπολογίζεται η υποχρεωτική φόρτιση των αντλητικών ΥΗΣ, λόγω άντλησης. Υπολογίζεται αρχικά, η ημερήσια επιθυμητή εκταμίευση ενέργειας για ανακύκλωση του νερού άντλησης με πολλαπλασιασμό της ημερήσιας ενέργειας που αντλήθηκε στο βήμα (γ) με το βαθμό κύκλου απόδοσης (π.χ. 70%)

του αντλητικού σταθμού. Στη συνέχεια η ημερήσια επιθυμητή εκταμίευση ενέργειας λόγω άντλησης μετατρέπεται σε ωριαίο πρόγραμμα λειτουργίας των ΥΗΣ, με στόχο την εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου.

(ii) Στο δεύτερο στάδιο υλοποιείται η υποχρεωτική φόρτιση των ΥΗΣ λόγω ύδρευσης, άρδευσης ή πλημμυρικών εισροών, με στόχο την εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου.

(iii) Στο τρίτο στάδιο υπολογίζεται η επιπρόσθετη φόρτιση των ΥΗΣ για την κάλυψη των αιχμών φορτίου θεωρώντας τους ΥΗΣ ως σταθμούς αιχμής με υψηλό οριακό κόστος λειτουργίας, όπως περιγράφεται ακολούθως. Το στάδιο αυτό χρειάζεται γιατί σε πολλές περιπτώσεις το διαθέσιμο θερμικό δυναμικό δεν επαρκεί για να καλύψει τις αιχμές του φορτίου.

ΦΑΣΗ Β

Στη δεύτερη φάση εισάγονται οι περιορισμοί λειτουργίας μιας θερμικής μονάδας που είναι:

- το τεχνικό ελάχιστο της μονάδας (MW),
- η μέγιστη καθαρή ισχύς της μονάδας (MW), και
- οι περιορισμοί στην ταχύτητα μεταβολής της ισχύος εξόδου της μονάδας (MW/min).

Εισάγονται οι υδραυλικοί περιορισμοί, ώστε να εξασφαλίζεται ότι το υπολογιζόμενο πρόγραμμα είναι υδραυλικά εφικτό.

Με τη χρήση ακέραιων μεταβλητών απόφασης κατά τη μοντελοποίηση των ΥΗΣ δίνεται η δυνατότητα να μοντελοποιηθούν περιορισμοί όπως τα τεχνικά ελάχιστα των ΥΗΣ και η λειτουργία των ΥΗΣ με δυο κύκλους συνεχούς λειτουργίας (κατά τη μεσημβρινή και τη βραδινή περίοδο αιχμής φορτίου). Επίλυση με χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού (ΓΠ), δεν θα μπορούσε να μοντελοποιήσει τους περιορισμούς τεχνικού ελαχίστου των μονάδων. Επίσης η επίλυση με ΓΠ, λόγω αδυναμίας μοντελοποίησης του ανάλογου περιορισμού, είναι δυνατόν να δημιουργήσει προγράμματα φόρτισης ΥΗΣ με «διακοπτόμενη λειτουργία», δηλ. ένα πρόγραμμα κατά το οποίο ο ΥΗΣ λειτουργεί κατά τις ώρες 10,11,13,14,15 και δεν λειτουργεί κατά την ώρα 12. Αυτές οι καταστάσεις δεν είναι λειτουργικά αποδεκτές.

Στη Φάση Β επίσης υπολογίζεται και το βέλτιστο επίπεδο άντλησης καθώς και η βέλτιστη συμμετοχή της ΔΕΗ στην ημερήσια αγορά ενέργειας τρίτων χωρών. Για τον υπολογισμό της βέλτιστης συμμετοχής της ΔΕΗ στην ημερήσια αγορά ενέργειας μιας άλλης

χώρας απαιτείται η πρόβλεψη της οριακής τιμής της χώρας και περιορίζεται από τη διαθέσιμη ικανότητα μεταφοράς των κόμβων των διασυνδέσεων.

III. Τομείς που επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας

Η ΔΕΗ πριν λίγα χρόνια ήταν ο μοναδικός παραγωγός Η/Ε. Σήμερα η ΔΕΗ προσφέρει το 92% της συνολικής καταναλισκόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας και η προοπτική είναι τα επόμενα χρόνια το ποσοστό αυτό να μειωθεί.

Το Σύστημα παραγωγής της ΔΕΗ (πλήν Νήσων) αποτελείται από τις κάτωθι Μονάδες :

Είδος	Πλήθος	Ισχύς (MW)
Λιγνιτικές	22	4.808
Πετρελαϊκές	4	718
Φυσικού Αερίου	6	1.539
Υδροηλεκτρικές	55	3.060

Η σύνθεση της προσφερόμενης ενέργειας από τη ΔΕΗ, στο Σύστημα για το έτος 2006 είναι η εξής :

Από Λιγνιτικές Μονάδες :	30.400 GWh
Από Πετρελαϊκές Μονάδες :	3.200 GWh
Από Μονάδες Φυσικού Αερίου:	8.500 GWh
Από Υδροηλεκτρικές Μονάδες :	6.200 GWh
Από Εισαγωγές :	2.900 GWh

α) Κατανομή Θερμικών Μονάδων

Σκοπός είναι η κάθε ποσότητα ζητούμενης Η/Ε που πρόκειται να παραχθεί από Θερμικές Μονάδες, να παραχθεί με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Όταν απαιτείται να παραχθεί μια επί πλέον ποσότητα Η/Ε (Kwh) και αυτό μπορεί να γίνει από πλήθος διαθέσιμων Μονάδων Παραγωγής, πρέπει να επιλεγεί εκείνη η Μονάδα Παραγωγής που θα απαιτήσει προς τούτο τη μικρότερη επί πλέον δαπάνη σε μεταβλητό κόστος, δηλαδή, βασικά, κατανάλωση καυσίμου.

Η οικονομικότερη Φόρτιση Μονάδων Παραγωγής επιτυγχάνεται όταν η σειρά φόρτισης είναι αντιστρόφως ανάλογη του Οριακού Κόστους των Μονάδων Παραγωγής κάθε χρονική στιγμή. (Σχήμα 1).

Η ΔΕΗ κατά τις Ημερήσιες Τεχνικές-Οικονομικές Προσφορές των Θερμικών

Μονάδων Παραγωγής της προς το Διαχειριστή Συστήματος (ΔΕΣΜΗΕ), μεριμνά έτσι ώστε οι τιμές για κάθε μέρος παραγωγής κάθε Μονάδας Παραγωγής, βάσει των οποίων ο ΔΕΣΜΗΕ φορτίζει τις Μονάδες Παραγωγής, να έχουν την ίδια Σειρά Φόρτισης με αυτή που προκύπτει λαμβάνοντας υπ' όψη το Οριακό Κόστος, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση.

Ειδικά για την περίπτωση Μονάδων με το ίδιο καύσιμο, ο ανωτέρω τρόπος οδηγεί στη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση καυσίμων.

β) Υδροθερμική Συνεργασία

Για τη λειτουργία των Υδροηλεκτρικών Μονάδων χρησιμοποιείται το κριτήριο της Υποκατάστασης Παραγωγής. Όταν παράγει μια Υδροηλεκτρική Μονάδα τότε δεν φορτίζεται (καταναλώνει καύσιμο) αντίστοιχα μια Θερμική.

Η Υδροθερμική Συνεργασία αποσκοπεί στη μέγιστη αποφυγή κόστους (ισοδύναμα κατανάλωσης καυσίμων) από τις Θερμικές Μονάδες με τη χρήση μιάς συγκεκριμένης συνολικά διαθέσιμης ποσότητας Υδροηλεκτρικής Ενέργειας σε ένα έτος. Το έτος είναι και η περίοδος διακύμανσης των εισροών στους ταμιευτήρες. (Σχήμα 2).

Οι Υδροηλεκτρικές Μονάδες της ΔΕΗ όπως και οι Θερμικές Μονάδες Παραγωγής υπόκεινται στον περιορισμό της Ονομαστικής Ισχύος τους για τη μέγιστη δυνατή Παραγωγή τους. Εκτός όμως από αυτό υπόκεινται και πλήθος άλλους περιορισμούς ως κάτωθι :

- Περιορισμοί διαθέσιμης Υδραυλικής Ενέργειας μακροπρόθεσμα. Δηλαδή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα δεν μπορούν συνολικά να παράγουν περισσότερη ενέργεια από όση είναι αποταμιευμένη στους Ταμιευτήρες τους συν την ενέργεια εισροών που όμως δεν ελέγχεται (βροχοπτώσεις, τήξη χιονιών) αλλά μόνο μπορεί να προβλεφθεί.

- Περιορισμοί αλληλεξάρτησης Μονάδων του ίδιου ποταμού. Εάν λειτουργήσει μία Μονάδα στο άνω μέρος του ποταμού πρέπει διαδοχικά να λειτουργήσουν και οι Μονάδες στη συνέχεια του ποταμού.

- Περιορισμοί συμβατικής υποχρεωτικής παραγωγής (για λόγους αρδεύσεων, ύδρευσης και άλλων υποχρεώσεων της ΔΕΗ).

- Περιορισμοί υποχρεωτικής παραγωγής για λόγους ασφαλείας Φραγμάτων. (Σε περιπτώσεις έντονων εισροών στους Ταμιευτήρες και αντίστοιχης ανόδου της στάθμης των Φραγμάτων).

- Περιορισμοί ειδικής κατανάλωσης λόγω στάθμης Φράγματος. Η ίδια ποσότητα ύδατος δεν μπορεί να αξιοποιηθεί (μετατραπεί σε Ηλεκτρική Ενέργεια) το ίδιο σε υψηλές και χαμηλές στάθμες Φράγματος.

Το όλο πρόβλημα είναι αρκετά πολύπλοκο και λόγω του πλήθους των παραμέτρων αλλά και της φύσης τους (πιθανοτικές). Γι' αυτό το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την Υδροθερμική Συνεργασία αποτελείται από τα πλέον εξειδικευμένα και τεχνολογικά προηγμένα προγράμματα (νευρωνικά δίκτυα, μη γραμμικός προγραμματισμός, κλπ).

Η πρακτική αυτή οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας διότι υποκαθιστά μεταξύ θερμικών Μονάδων ομοίου καυσίμου, αυτήν με την υψηλότερη ειδική κατανάλωση.

γ) Λειτουργία Υδροηλεκτρικών Μονάδων

Η Βέλτιστη Λειτουργία Υδροηλεκτρικών Μονάδων αποσκοπεί στο να παράγεται η κάθε ποσότητα Ηλεκτρικής Ενέργειας από τις Υδροηλεκτρικές Μονάδες με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ύδατος.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης των Υδροηλεκτρικών Μονάδων εξαρτάται, εκτός από τα Ηλεκτρο-Μηχανολογικά τους χαρακτηριστικά (τους βαθμούς απόδοσης της Γεννήτριας και του Στροβίλου), και από το ύψος στάθμης του ταμιευτήρα τους (ύψος πτώσης). Γι' αυτό λαμβάνεται μέριμνα έτσι ώστε, όταν παράγουν Ηλεκτρική Ενέργεια, όχι μόνο να λειτουργούν σε φορτίο ώστε να εξασφαλίζεται ο καλύτερος Ηλεκτρο-Μηχανολογικός βαθμός απόδοσης, αλλά και το ύψος στάθμης του ταμιευτήρα τους να είναι το μέγιστο δυνατόν.

IV. Συμπεράσματα

Τα νέα δεδομένα της Αγοράς, δηλαδή ο ανταγωνισμός αλλά και η προσπάθεια για κερδοφορία οδηγούν τη Διαχείριση της Παραγωγής σε εκμετάλλευση των παραγωγικών πόρων με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Ταυτόχρονα, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας με την κατάλληλη σειρά φόρτισης των θερμικών Μονάδων όπως και τη χρήση των Υδροηλεκτρικών Μονάδων.

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΤΗΣ ΓΔ/Π ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.**

Ιωάννης Κοπανάκης

**Διευθυντής Διεύθυνσης Σχεδιασμού Διαχείρισης Απόδοσης Μονάδων Παραγωγής,
ΔΕΗ ΑΕ**

Το πρόγραμμα βελτίωσης του βαθμού απόδοσης των ατμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής της Γενικής Διεύθυνσης Παραγωγής της ΔΕΗ Α.Ε, είναι έργο που βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και εντάσσεται στο Πρόγραμμα Μετασχηματισμού "ΗΡΑΚΛΗΣ" που αποτελεί βασικό άξονα του Νέου Πενταετούς Επιχειρησιακού Προγράμματος 2006-2010 της Επιχείρησης.

Στην παρουσίαση που ακολουθεί γίνεται ειδική αναφορά, τόσο στο στόχο του προγράμματος, όσο και στη μεθοδολογία προσέγγισης (βήματα) που υιοθετήθηκε, δίνοντας παράλληλα και ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής. Η παρουσίαση ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έως τώρα εφαρμογή του προγράμματος.

Ξεκινώντας λοιπόν καθορίσαμε τους βασικούς στόχους του προγράμματος βελτίωσης του βαθμού απόδοσης των ατμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής, ως ακολούθως:

- ◆ Μείωση του μεταβλητού κόστους των Σταθμών Παραγωγής μέσω της εξοικονόμησης καύσιμης πρώτης ύλης και εκπομπών ρύπων CO₂
- ◆ Μείωση της εξάρτησης της ΓΔ/Π από εισαγόμενα καύσιμα και καλύτερη αξιοποίηση των εγχώριων κοιτασμάτων στερεών καυσίμων
- ◆ Βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των Σταθμών Παραγωγής

Σημειώνουμε με ιδιαίτερη έμφαση στο σημείο αυτό, ότι στις σημερινές συνθήκες η βελτίωση του Β.Α. του συνόλου των Σταθμών Παραγωγής της ΓΔ/Π της ΔΕΗ Α.Ε. κατά 1 π.μ. οδηγεί σε όφελος περίπου 50 εκ. € ετησίως.

Σε πρώτη φάση καθορίστηκαν οι στόχοι βελτίωσης του Β.Α ανά Μονάδα ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Εστίαση στην αντιμετώπιση των βασικών προβλημάτων
2. Συσχέτιση προβλημάτων και λειτουργικών παραμέτρων

3. Προγραμματισμός δράσεων για τη βελτίωση των τιμών των κυρίων λειτουργικών παραμέτρων
4. Στοχοθέτηση της αναμενόμενης βελτίωσης του Β.Α της Μονάδας
5. Συσχέτιση του Β.Α της Μονάδας από άλλους «μη ελεγχόμενους» από το Σταθμό παράγοντες

Με τη μέθοδο bottom – up, με τη βασική δηλαδή συνδρομή των Σταθμών Παραγωγής στην διαδικασία, οι ανωτέρω άξονες αναλύθηκαν σε επιμέρους συνιστώσες, όπως:

1. Εστίαση στην αντιμετώπιση των βασικών προβλημάτων

- Μείωση παρασιτικού αέρα Λεβήτων και Προθερμαντών Αέρα (LUVO)
- Βελτίωση της καθαρότητας των Λεβήτων
- Μείωση των διαφυγών Ατμού-Νερού
- Βελτίωση της απόδοσης κυκλώματος Ψυκτικού-Συμπύκνωσης (Κ.Ψ.-Π.Ψ)
- Βελτίωση απόδοσης Προθερμαντών νερού
- Μείωση της εσωτερικής κατανάλωσης
- Βελτίωση Ποιότητας λιγνίτη

2. Συσχέτιση προβλημάτων και λειτουργικών παραμέτρων

- Καθορισμός κύριων λειτουργικών παραμέτρων ανά ενότητα προβλήματος
- Απόκλιση από συμβατικές τιμές

3. Προγραμματισμός δράσεων για τη βελτίωση των τιμών των κυρίων λειτουργικών παραμέτρων

- Λειτουργικές Πρακτικές
- Επενδύσεις
- Χρονοδιάγραμμα Δράσεων
- Στοχοθέτηση Βελτίωσης των τιμών των κύριων Λειτουργικών Παραμέτρων με αναφορά το χρονοδιάγραμμα δράσεων

4. Στοχοθέτηση της αναμενόμενης βελτίωσης του Β.Α της Μονάδας

- Συσχέτιση Κύριων Λειτουργικών Παραμέτρων και Β.Α.
 - Ανάπτυξη αλγορίθμων
 - Ανάπτυξη γραφημάτων

- Στοχοθέτηση Βελτίωσης του Β.Α. της μονάδας, με βάση τους στόχους βελτίωσης των Κύριων Λειτουργικών Παραμέτρων , που στηρίζονται σε συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα δράσεων

5. Συσχέτιση του Β.Α της Μονάδας από άλλους «μη ελεγχόμενους» από το Σταθμό παράγοντες

- Συντελεστή Εκμετάλλευσης
- Ποιότητα καυσίμου
- Θερμοκρασία Περιβάλλοντος
- Μεθοδολογία αναγωγής

Αφού καθορίστηκαν οι **στόχοι** και οι παράμετροι (το «**τι**») που θα μετράμε, στη συνέχεια διαμορφώθηκε και το πλαίσιο του τρόπου (το «**πώς**») της συστηματικής λήψης και αποστολής των πληροφοριών, το οποίο χωρίζεται σε δύο στάδια με την κάτωθι ανάλυση:

A. Καθορισμός τρόπου παρακολούθησης πορείας δράσεων και υλοποίησης των στόχων που έχουν τεθεί αναφορικά με τη βελτιστοποίηση συγκεκριμένων λειτουργικών παραμέτρων:

- Καθορισμός εντύπων μέτρησης και παρακολούθησης δράσεων
- Καθορισμός τρόπου λήψης μετρήσεων
- Καθορισμός διαδικασίας ροής πληροφοριών
- Σύνταξη οργανωτικής οδηγίας (παρούσα κατάσταση προγράμματος)

B. Προετοιμασία ΑΗΣ για λήψη μετρήσεων

- Ενημέρωση
- Εκπαίδευση

Το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας αναφέρεται στην **αξιολόγηση** της πορείας των δράσεων και περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

• Αξιολόγηση πορείας δράσεων

- Παρακολούθηση της πορείας των δράσεων

- Παρακολούθηση της εξέλιξης των Κύριων Λειτουργικών Παραμέτρων σε σχέση με την αρχική τους κατάσταση (στάδιο αναφοράς) και τους στόχους που έχουν τεθεί
- Υπολογισμός της βελτίωσης που αναμένεται στο B.A. από κάθε δράση ξεχωριστά και σύγκριση με τη στοχοθετημένη ανά δράση βελτίωση.
Αιτιολόγηση απόκλισης.
- Σύγκριση της υπολογιστικά αναμενόμενης βελτίωσης του B.A. της κάθε μονάδας (από το σύνολο των δράσεων) με τις μετρήσεις που υπάρχουν σχετικά με την εξέλιξη του B.A. των μονάδων.
 - Μέσος λειτουργικός B.A. μέσω του συστήματος Thermo (σύστημα συλλογής και επεξεργασίας τεχνικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των ΑΗΣ)
 - Μέτρηση του B.A. με συνεργεία
 - On – Line μέτρηση του B.A. των μονάδων

Το ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής που είναι ενσωματωμένο στην παρουσίαση, αναφέρεται στη μείωση του παρασιτικού αέρα του λέβητα μιας λιγνιτικής μονάδας παραγωγής. Δείχνει αναλυτικά (με την βοήθεια καμπυλών) την επίδραση των σημαντικότερων λειτουργικών παραμέτρων στο B.A. της Μονάδας και παράλληλα παρουσιάζει με συγκεκριμένες οθόνες τον τρόπο λήψης, παρακολούθησης και αξιολόγησης των στοχοθετημένων δράσεων και παραμέτρων.

Καταλήγοντας, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έως τώρα πορεία του προγράμματος είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, έχοντας καταγράψει δυνατότητα βελτίωσης του B.A. σε πρώτη φάση κατά μία (1) περίπου ποσοστιαία μονάδα (0,5 π.μ από λειτουργικές πρακτικές και 0,5 π.μ με προώθηση σχετικά χαμηλού προϋπολογιστικού ύψους επενδύσεων). Σε δεύτερη φάση προκύπτει δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης του B.A. κατά 1,5 περίπου π.μ. ($\approx 4,5\%$) με μεγάλες επενδύσεις (≈ 125 εκ. €).

Ενδεικτικά αναφέρονται δράσεις από λειτουργικές πρακτικές και μικρού ύψους επενδύσεις:

- Στεγανοποίηση θυρίδων επιθεώρησης τροφοδοτών - Μύλων και αγωγών Μύλων
- Ανίχνευση εισόδου παρασιτικού αέρα στο Λέβητα με τη χρήση θερμοκάμερας
- Βελτίωση λειτουργίας συστήματος καθαρισμού Κύριου Ψυγείου
- Ανάμιξη – ομογενοποίηση λιγνίτη

καθώς και δράσεις που σχετίζονται με μεγάλου ύψους επενδύσεις:

- Αναβάθμιση Πύργων Ψύξης λιγνιτικών ΑΗΣ

- Αναβάθμιση ατμοστροβίλων λιγνιτικών ΑΗΣ
- Εγκατάσταση και λειτουργία εναλλακτών θερμότητας μετά τα LUVO
- Εγκατάσταση συστημάτων για την On-line παρακολούθηση του Β.Α.
- Εγκατάσταση on-line αναλυτών καυσίμου

Η υλοποίηση του Προγράμματος θα φέρει όφελος στη ΓΔ/Π και τη ΔΕΗ Α.Ε. που θα υπερβαίνει τα 100 εκ. € ετησίως (με σημερινές τιμές καυσίμων και δικαιωμάτων εκπομπών CO₂).

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

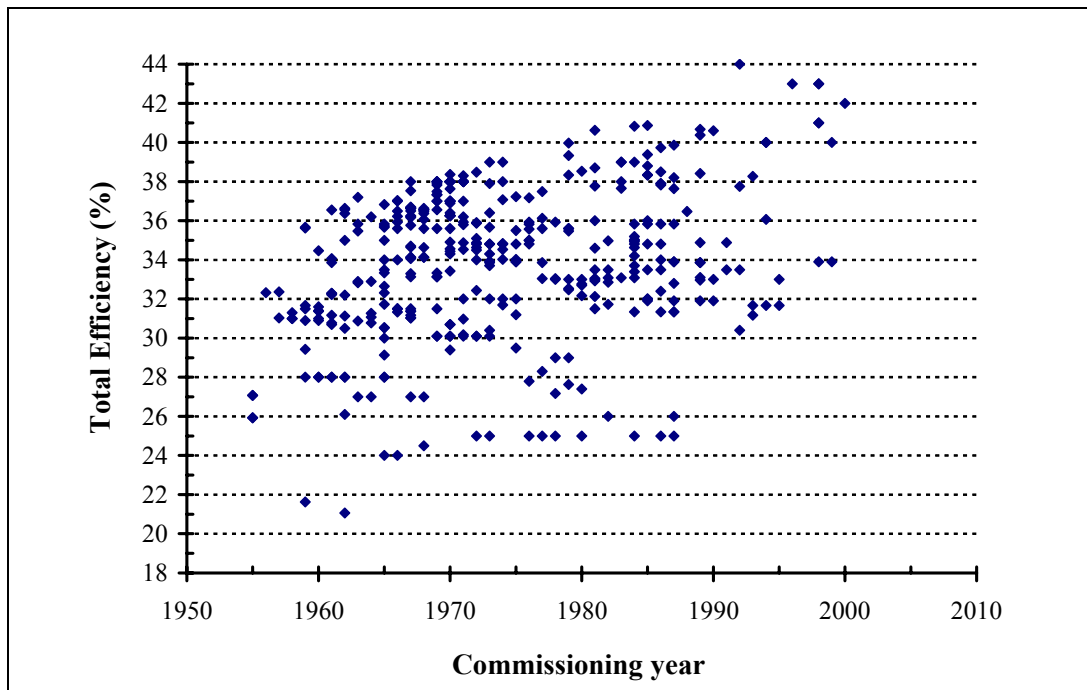
Ε. Κακαράς, Δ. Γιαννακόπουλος, Α. Δουκέλης

Εργαστήριο Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων, ΕΜΠ

1. Εισαγωγή

Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής χαρακτηρίζεται από τη συνεχή προσπάθεια για την προηγμένη χρήση των φυσικών πόρων λαμβάνοντας υπόψη την ορθολογική χρήση των διαθέσιμων ορυκτών αποθεμάτων καθώς και την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης. Η εφαρμογή των διαθέσιμων τεχνολογιών για αύξηση του βαθμού απόδοσης αποτελεί σημαντικό τομέα ενδιαφέροντος για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο βαθμός απόδοσης θερμοηλεκτρικών μονάδων με καύσιμο άνθρακα στην διευρυμένη Ευρώπη κυμαίνεται από 21.1% έως 44.0% [1]. Η απόδοση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής εμφανίζεται υψηλότερη στα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες, κυρίως λόγω της εφαρμογής βελτιωμένων τεχνολογιών, της καλύτερης συντήρησης καθώς και της μεγαλύτερης ισχύος των μονάδων. Ο ολικός βαθμός απόδοσης συναρτήσει του έτους έναρξης λειτουργίας των μονάδων παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Ολικός βαθμός απόδοσης συναρτήσει του έτους έναρξης λειτουργίας μονάδων ηλεκτροπαραγωγής στερεού καυσίμου στην διευρυμένη Ευρώπη.

Η υιοθέτηση νέων τεχνολογικών λύσεων έχει οδηγήσει στην αύξηση του βαθμού απόδοσης, επιτυγχάνοντας κατά την τελευταία δεκαετία τιμές από 38 έως 42%, οι οποίες προσεγγίζουν τα υφιστάμενα σχεδιαστικά όρια συμβατικών μονάδων. Η περαιτέρω αύξηση του βαθμού απόδοσης απαιτεί εφαρμογή προηγμένων τεχνολογικών λύσεων.

2. Ελληνικοί λιγνιτικοί σταθμοί

Το εθνικό ενεργειακό σύστημα περιλαμβάνει οκτώ λιγνιτικούς σταθμούς συνολικής ισχύος 5,228 MWe, η πλειοψηφία των οποίων περιλαμβάνει μονάδες ισχύος 200-300 MWe. Πάνω από 11% της εγκατεστημένης ισχύος των μονάδων αυτών έχει κατασκευασθεί πριν το 1970, ενώ 35% λειτουργεί από 20 έως 30 έτη. Συγκριτικά με την ηλικιακή κατανομή των μονάδων στερεών καυσίμων της διευρυμένης Ευρώπης, στην οποία σχεδόν το 50% είναι από 15 έως 22 ετών λειτουργίας, οι ελληνικές μονάδες κατατάσσονται στις σχετικά νεώτερες [2].

Εκτιμάται ότι το 2010, περίπου 40 % των υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων και από τις οποίες παράγεται το 40.5 % του ηλεκτρισμού, θα ξεπεράσουν τα 30 έτη λειτουργίας. Λαμβάνοντας υπόψη και την αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας τα επόμενα έτη, κρίνεται αναγκαία η αναβάθμιση των παλαιότερων μονάδων για την εξασφάλιση υψηλού βαθμού απόδοσης του συστήματος.

3. Μέτρα εξοικονόμησης

3.1 Τεχνολογικά μέτρα

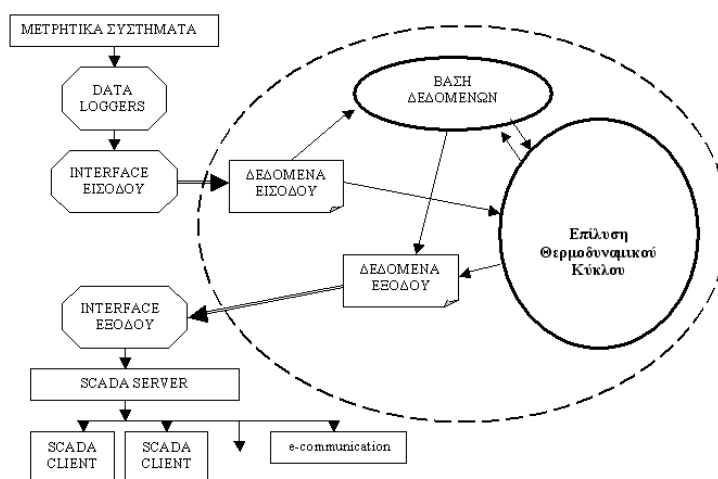
Για την αναβάθμιση των υφιστάμενων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, οι διαθέσιμες τεχνικές επιλογές αφορούν τη βελτίωση των ενεργειακών χαρακτηριστικών καθώς και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσής τους. Για την επίτευξη των στόχων αυτών, προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα [3], η εφαρμογή των οποίων μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα :

- *Καθαρισμός επιφανειών συναλλαγής, συντήρηση και βελτιστοποίηση των εκκαπνιστών.* Το μέτρο αυτό στοχεύει στη διατήρηση υψηλού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας κατά τη λειτουργία των μονάδων, ελαχιστοποιώντας προβλήματα επικαθήσεων στις επιφάνειες συναλλαγής. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές συστημάτων βελτιστοποίησης της λειτουργίας των εκκαπνιστών, όπως τα συστήματα KEDI, Diogenes κ.α.

- *Στεγανοποίηση του λέβητα.* Χρησιμοποιείται για τη μείωση των απωλειών διαφυγών καυσαερίων και για την επαναφορά σε συνθήκες σχεδιασμού παλαιών λεβήτων και στοχεύει στην αποδοτικότερη αξιοποίηση της θερμότητας των καυσαερίων καθώς και στην επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών καύσης. Οι παρεμβάσεις επικεντρώνουν κυρίως στις περιοχές εισόδου του καυσίμου και της ανακυκλοφορίας καυσαερίων.
- *Βελτιστοποίηση του προθερμαντήρα αέρα.* Στοχεύει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας της προθέρμανσης από την πλευρά του καυσαερίου και επιτρέπει με την χρήση νέων υλικών την μείωση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων.
- *Πρόσθετη εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων.* Εφαρμόζεται σε μονάδες που διαθέτουν εγκαταστάσεις αποθείωσης με χρήση μη μεταλλικών εναλλακτών για μείωση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων μέχρι 100 °C.
- *Αναδιάταξη επιφανειών συναλλαγής, μεγέθυνση, σμίκρυνση ή και αντικατάστασή τους.* Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σημαντικών τροποποιήσεων λειτουργίας της μονάδας, όπως αλλαγή καυσίμου ή συστήματος καύσης, οι οποίες επηρεάζουν το θερμοκρασιακό πεδίο εντός του λέβητα. Επίσης, είναι αναγκαία σε περιπτώσεις επανασχεδιασμού του λέβητα. Οι αλλαγές περιορίζονται από τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά του λέβητα.
- *Μείωση των απωλειών του ανεμιστήρα.* Επιτρέπει την βελτίωση του ελέγχου της λειτουργίας των ανεμιστήρων.
- *Βελτιστοποίηση του κρύου άκρου του Σταθμού με επέμβαση στον Ατμοστρόβιλο.* Αφορά παρεμβάσεις κυρίως σε βαθμίδες του στροβίλου και αντικατάσταση με πτερύγια υψηλότερης απόδοσης. Λόγω της εξέλιξης στο σχεδιασμό και κατασκευή προηγμένων πτερυγώσεων στροβίλων, το τεχνικό ρίσκο των επεμβάσεων αυτών είναι χαμηλό, ενώ η αύξηση του βαθμού απόδοσης δικαιολογεί το πρόσθετο κόστος επέμβασης.
- *Βελτίωση της λειτουργίας του πύργου ψύξης.* Η αξιοποίηση νέων υλικών προσφέρει τη δυνατότητα μείωσης της θερμοκρασίας συμύκνωσης και της αντίθλιψης του ατμοστροβίλου και αντίστοιχα αύξηση του ολικού βαθμού απόδοσης της μονάδας.
- *Εφαρμογή βέλτιστων μεθόδων ξήρανσης του λιγνίτη.* Για τη αντιμετώπιση των προβλημάτων που προέρχονται από την υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία του λιγνίτη, όπως αστάθεια στην καύση και μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων και του βαθμού απόδοσης, προτείνονται διάφορες καινοτόμες τεχνολογίες ξήρανσης. Με αυτές επιτυγχάνεται μείωση των ιδιοκαταναλώσεων που απαιτούνται για την ξήρανση και αύξηση του βαθμού απόδοσης.

3.2 Μέτρα παρακολούθησης

Στην επίτευξη του στόχου της αύξησης του βαθμού απόδοσης σημαντική είναι η συνεισφορά υπολογιστικών συστημάτων παρακολούθησης της λειτουργίας των ΑΗΣ, τα οποία καταγράφουν και αξιοποιούν, σε πραγματικό χρόνο, λειτουργικά δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ΑΗΣ. Στο σχήμα 2 που ακολουθεί παρατίθεται η δομή προτεινόμενου συστήματος.



Σχήμα 2 : Δομή συστήματος συνεχούς παρακολούθησης βαθμού απόδοσης ΑΗΣ.

Κρίσιμα στοιχεία του συστήματος αφορούν τον καθορισμό των απαιτούμενων δεδομένων εισόδου-εξόδου, τις υπολογιστικές απαιτήσεις καθώς και την εξασφάλιση των απαιτήσεων της μεθόδου υπολογισμού βαθμού απόδοσης κατά DIN 1942, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία του συστήματος και η συμβατότητα με τις διεθνείς προδιαγραφές.

Το σύστημα θα παρέχει τη δυνατότητα άμεσης και ακριβούς πληροφόρησης για τη λειτουργική κατάσταση των διαφόρων τμημάτων των μονάδων, δίνοντας τη δυνατότητα επέμβασης σε περίπτωση που η μονάδα αποκλίνει από τη βέλτιστη λειτουργία. Εκτιμάται ότι η μέση ετήσια απόκλιση του βαθμού απόδοσης των μονάδων από το σημείο βέλτιστης λειτουργίας είναι της τάξεως του 0.5%.

4. Υλοποίηση έργων αναβάθμισης

Στα πλαίσια της αναβάθμισης μονάδων ηλεκτροπαραγωγής διεξάγονται έργα που αφορούν την αναβάθμιση Πύργων Ψύξεως ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου I, II, III, IV, ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα I, II, ΑΗΣ Μεγαλόπολης III και ΑΗΣ Καρδιάς I, II, την αναβάθμιση των Στροβίλων των μονάδων III και IV του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου και την εγκατάσταση πληροφορικών

συστημάτων για την ON-LINE (Συνεχή) παρακολούθηση του βαθμού απόδοσης και της λειτουργικής κατάστασης των μονάδων του ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου, ΑΗΣ Λαυρίου, Αγ. Γεωργίου και ΑΗΣ Αλιβερίου, καθώς επίσης δρομολογούνται και έργα για την περαιτέρω αξιοποίηση της θερμότητας των καυσαερίων μονάδων με χρήση πρόσθετων εναλλακτών.

4.1 Αναβάθμιση Πύργων Ψύξης ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου I, II, III, IV, Μεγαλόπολης III, Αμυνταίου-Φιλότα I, II, και Καρδιάς I,II

Από τα αποτελέσματα πρόσφατων μετρήσεων της απόδοσης των πύργων ψύξης των υπό αναβάθμιση μονάδων προέκυψαν αποκλίσεις της θερμοκρασίας εξόδου του ψυχρού νερού από τους πύργους ψύξης μεταξύ 0.7°C έως 5.2°C σε σχέση με τη θερμοκρασία σχεδιασμού, οι οποίες έχουν σαν συνέπεια αυξημένη αντίθλιψη στην έξοδο των στροβίλων, επηρεάζοντας αρνητικά τον βαθμό απόδοσης των μονάδων.

Η αναβάθμιση των πύργων ψύξης, με αντικατάσταση του συνόλου των επιφανειών συναλλαγής θερμότητας, αντικατάσταση του υφιστάμενου συστήματος διανομής και ψεκασμού του νερού με καινούρια και αντικατάσταση των υφιστάμενων συλλεκτών σταγονιδίων, θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας ψυχρού νερού στην έξοδο των πύργων ψύξης σε τιμές χαμηλότερες κατά 0.3°C από την αρχική τιμή σχεδιασμού, με αποτέλεσμα την βελτίωση του βαθμού απόδοσης των μονάδων έως και 0.48 ποσοστιαίες μονάδες.

4.2 Αναβάθμιση στροβίλων ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου III, IV

Λόγω της φθοράς του μηχανολογικού εξοπλισμού η ειδική κατανάλωση των υφιστάμενων αμοστροβίλων έχει αυξηθεί κατά περίπου 4.5%. Η αναβάθμιση των αμοστροβίλων των μονάδων αφορά το Στρόβιλο Υ/Π (αντικατάσταση στροφείου, μετατροπές εσωτερικού κελύφους, αντικατάσταση βαθμίδων σταθερών πτερυγίων, ανακαίνιση εδράνων και πλάκας έδρασης και αντικατάσταση συστήματος λαβυρίνθων), το Στρόβιλο Μ/Π (αντικατάσταση στροφείου, μετατροπές κελύφους, αντικατάσταση βαθμίδων σταθερών πτερυγίων και συστήματος λαβυρίνθων), το Στρόβιλο Χ/Π (αντικατάσταση στροφείου, βαθμίδων σταθερών πτερυγίων και συστήματος λαβυρίνθων) και γενικές μετατροπές (εγκατάσταση συστήματος ανυψώσεως στροφείου, συστήματος καθαρισμού ελαίου και εκσυγχρονισμό συστήματος ελέγχου και ρυθμίσεως στροβίλου). Η αναβάθμιση θα επιφέρει σημαντική μείωση της ειδικής κατανάλωσης των αμοστροβίλων, τόσο σε σχέση με την παρούσα κατάσταση όσο και σε σχέση με την κατάσταση κατά την αρχική περίοδο λειτουργίας των σταθμών.

4.3 Ανάκτηση θερμότητας καυσαερίων ΑΗΣ

Η θερμοκρασία των καυσαερίων προ των ηλεκτροστατικών φίλτρων παρουσιάζει αύξηση κατά 40 – 50 °C έναντι της αρχικής σχεδίασης τους. Οι υψηλές αυτές θερμοκρασίες συνιστούν σημαντική ενεργειακή απώλεια και μειώνουν την απόδοση των ηλεκτροστατικών φίλτρων. Με την εγκατάσταση ενός εναλλάκτη καυσαερίου/νερού ανάντι των ηλεκτροστατικών φίλτρων των μονάδων θα επιτευχθεί ανάκτηση θερμικής ενέργειας της τάξεως των 45 MWth, η οποία μεταφέρεται στο κύκλωμα του τροφοδοτικού νερού μέσω δεύτερου εναλλάκτη νερού/νερού.

5. Εξέλιξη νέων τεχνολογιών αξιοποίησης στερεών καυσίμων.

Η εξέλιξη των νέων τεχνολογιών για την παραγωγή ενέργειας σε μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης στοχεύει στην επίτευξη μειωμένων εκπομπών αερίων ρύπων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στον περιορισμό ή και εξάλειψη των εκπομπών CO₂ με την ταυτόχρονη δέσμευση και αποθήκευση του.

Ανάλογα με το στάδιο εφαρμογής των τεχνολογικών λύσεων, η δέσμευση του CO₂ διακρίνεται σε αυτήν πριν, κατά την διάρκεια και μετά την καύση. Η πρώτη επιλογή περιλαμβάνει διεργασίες αεριοποίησης του καυσίμου ενώ η δεύτερη καύση με χρήση οξυγόνου ως οξειδωτικού μέσου και ανακυκλοφορίας καυσαερίων υψηλής συγκέντρωσης σε CO₂ στην εστία. Η τρίτη αφορά την επεξεργασία των καυσαερίων κυρίως με απορρόφηση με διαλύτες.

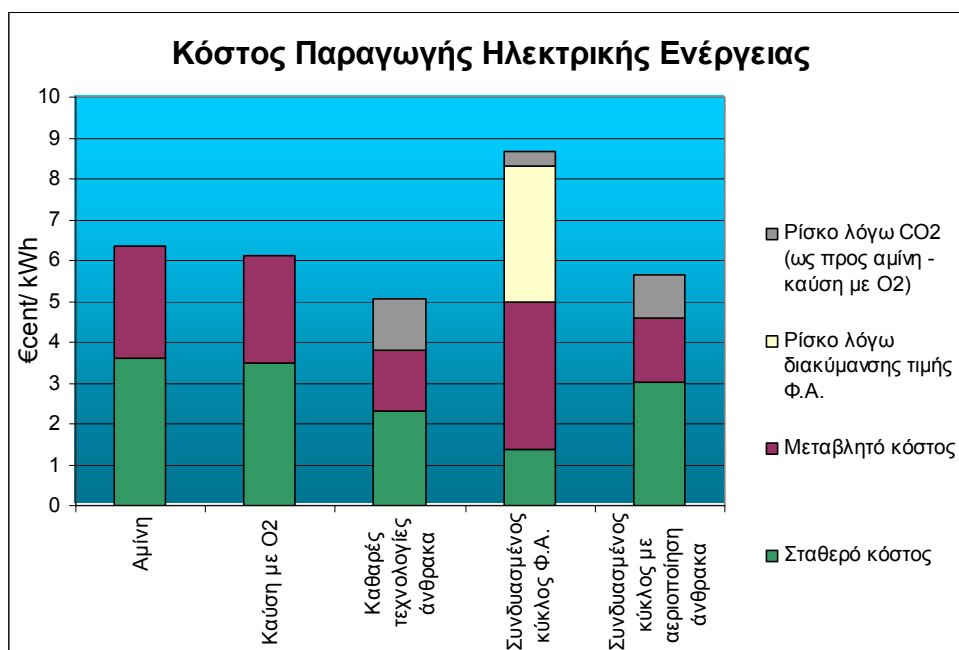
6. Εφαρμογή τεχνολογιών δέσμευσης CO₂ σε ελληνικό ΑΗΣ

Πραγματοποιήθηκε προσομοίωση λιγνιτικού ΑΗΣ μικτής ισχύος 330 Mwe1 και εξετάστηκε η δυνατότητα μετατροπής με τεχνολογίες δέσμευσης με αμίνη και καύση σε συνθήκες καθαρού οξυγόνου. Ο ΑΗΣ αποτελείται από ατμολέβητα υπερκρίσιμων χαρακτηριστικών, ατμοστρόβιλο τριών βαθμίδων πίεσης και προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού από 8 προθερμαντές ατμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η επίδραση των τεχνολογιών δέσμευσης CO₂ σε ότι αφορά τη μείωση του βαθμού απόδοσης των μονάδων είναι σημαντική. Για την εξεταζόμενη διαμόρφωση ΑΗΣ, η εφαρμογή της τεχνολογίας καύσης σε περιβάλλον οξυγόνου μειώνει το βαθμό απόδοσης κατά περίπου 10.3 εκατοστιαίες μονάδες ενώ η έκλυση του καυσαερίου με αμίνες κατά 11.6, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Η εφαρμογή τεχνολογιών δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα επιβαρύνει σημαντικά το κόστος επένδυσης και επηρεάζει σημαντικά το βαθμό απόδοσης της μονάδας και κατ' επέκταση το κόστος της ηλεκτροπαραγωγής, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3 [4].

Πίνακας 1: Αποτελέσματα προσομοίωσης ΑΗΣ

		Συμβατικός ΑΗΣ	Καύση με O ₂	Δέσμευση με αμίνη
Θερμική ισχύς καυσίμου	MW _{th}	830,0	830,0	830,0
Θερμική κατανάλωση για αναγέννηση διαλύματος	MW _{th}	-	-	256.5
Ισχύς που καταναλώνει η ASU (n _{is} = 0.83)	MW _{el}	-	58.1	-
Ισχύς που καταναλώνουν οι συμπιεστές του CO ₂ (n _{is} = 0.85)	MW _{el}	-	22.4	20.5
Ισχύς που καταναλώνουν οι αντλίες νερού ψύξης	MW _{el}	-	1.5	0.7
Κατανάλωση ισχύος από μονάδα απορρόφησης CO ₂ (ανεμιστήρας καυσαερίου, αντλίες)	MW _{el}	-	-	8.7
Καθαρή ηλεκτρική ισχύς	MW _{el}	293.7	211.0	200.5
Βαθμός απόδοσης μονάδας	%	35.74	25.42	24.16



Σχήμα 3 : Κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με εκτίμηση ρίσκου CO₂ ως προς τις συμβατικές μονάδες με δέσμευση CO₂

7. Συμπεράσματα

Οι σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες για επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες μονάδες αλλά και τον σχεδιασμό νέων μονάδων υψηλού βαθμού απόδοσης.

Η εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που υλοποιούνται σε ελληνικούς ΑΗΣ προσφέρει μείωση των εκπομπών CO₂, οι οποίες για την περίπτωση της Μεγαλόπολης III ανέρχεται σε 30 kT CO₂, της Καρδιάς I-II σε 41 kT CO₂ και του Αγ. Δημητρίου-Αμυνταίου σε 479 kT CO₂ ετησίως. Οι μειώσεις αυτές αντιστοιχούν σε 0,67%, 0,41% και 2,63% αντίστοιχα σε σύγκριση με τις ετήσιες επιτρεπόμενες εκπομπές των μονάδων, με βάση το ΕΣΚΔΕ I.

Η έρευνα και ανάπτυξη στις επόμενες δεκαετίες των καθαρών τεχνολογιών αξιοποίησης στερεών καυσίμων αναμένεται να διασφαλίσουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης και σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂. Σε σύγκριση με τις αναμενόμενες μέσες τιμές για το κόστος αποφυγής CO₂, αναμένεται το αντίστοιχο κόστος για τον λιγνίτη να είναι υψηλότερο, λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα του καυσίμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6. CSFTA-VGB, “Size and type of existing electricity-generating capacity using solid fuels within an enlarged EU”, Final Report (Contract No: 4.1004/D/99-006), Athens, 2000.
6. Kakaras E., Grammelis P. and Jacobs J.: “Existing electricity generation capacity using solid fuels within the enlarged EU: market size and renovation options”, VGB PowerTech, April 2002.
6. Suggestions for the refurbishment of a Greek lignite-fired power plant –Efficiency, Costs, and Operation Aspects, Stamatelopoulos, G.N., Kakaras, Emm.1, Bergeles, G.1 Georgoulis, L. ASME International Joint Power Generation Conference, Baltimore, USA, 24-26 August 1998, FACT-Vol. 22, Volume 1, pp. 185-191.
6. «Δέσμευση CO₂ στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και φυσικό αέριο», Ε. Κακαράς, Α. Δουκέλης, Δ. Γιαννακόπουλος, Α. Κουμανάκος, Δημερίδα ΤΕΕ ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ, 9-10 Ιουνίου 2005, Αθήνα

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Καθ. Νίκος Χατζηαργυρίου

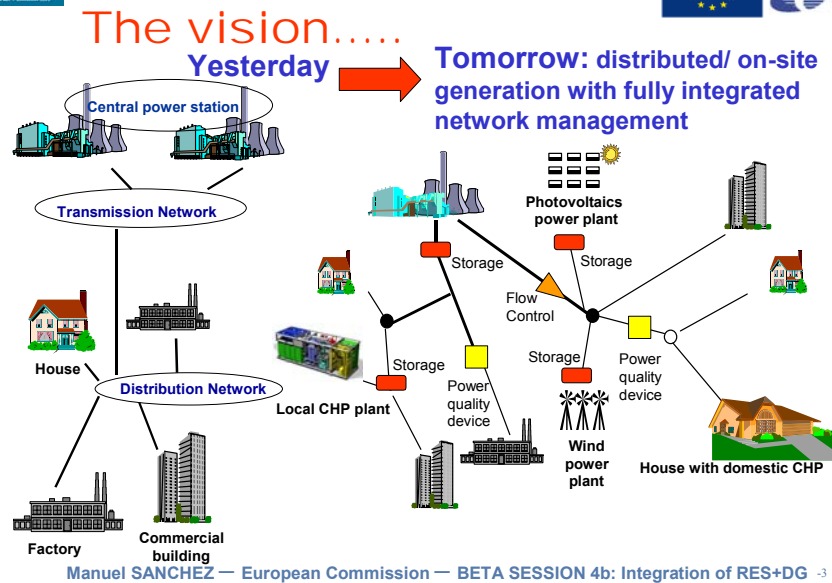
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, ΕΜΠ

Τηλ. 210-7723661, FAX 210-7723659, e-mail: nh@power.ece.ntua.gr

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας έχουν παραδοσιακά δομηθεί με σκοπό να μεταφέρουν με τον πλέον ασφαλή και οικονομικό τρόπο την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία παράγεται σε κεντρικούς σταθμούς παραγωγής στην κατανάλωση μέσω γραμμών μεταφοράς και διανομής. Η δομή αυτή βασίζεται στην οικονομία κλίμακας που συνεπάγεται η κατασκευή μεγάλων, κεντρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνήθως κοντά στις ενεργειακές πηγές. Ομοίως, τα σύγχρονα διασυνδεδεμένα συστήματα μεταφοράς επιτρέπουν την από κοινού εκμετάλλευση ενεργειακών πηγών από γειτονικά συστήματα, ώστε να αυξάνεται η συνολική αποδοτικότητα κατά την λειτουργία αυτών των συστημάτων.

Λόγω των πιεστικών προβλημάτων ικανοποίησης της διαρκώς αυξανόμενης ηλεκτρικής ζήτησης, των σημαντικών δυσκολιών που συναντώνται στην κατασκευή και επέκταση νέων γραμμών μεταφοράς και κεντρικών σταθμών παραγωγής, της ωρίμανσης της σχετικής τεχνολογίας, καθώς, και κυρίως, για περιβαλλοντικούς λόγους αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς η εγκατάσταση μονάδων διασπαρμένης παραγωγής στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μέσης τάσης (MT) και χαμηλής τάσης (XT) σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, στις ΗΠΑ, Ιαπωνία, κλπ. Η εγκατάσταση διεσπαρμένων μονάδων παραγωγής αλλάζει σημαντικά την δομή των παραδοσιακών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1 [1].



Σχήμα 1. Εξέλιξη της δομής των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η δυνατότητα εγκατάστασης μικρών μονάδων συμπαραγωγής, ακόμα και για οικιακή χρήση, αυξάνει την αποδοτικότητα της παροχής ηλεκτρισμού και θέρμανσης ταυτόχρονα και σε συνδυασμό με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε τοπικό επίπεδο συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων ρύπων. Από την πλευρά του καταναλωτή, παραγωγή σε τοπικό επίπεδο μπορεί να σημαίνει αύξηση της αξιοπιστίας και ποιότητας ισχύος της παρεχόμενης ενέργειας και σε περιβάλλον πλήρως απελευθερωμένης αγοράς, την μείωση του κόστους κάλυψης των ενεργειακών του αναγκών με ευέλικτους τρόπους διαχείρισης της τοπικής παραγωγής, όταν οι τιμές στην ελεύθερη αγορά ενέργειας την καθιστούν οικονομικά συμφέρουσα. Η δυνατότητα οργάνωσης της τοπικής παραγωγής του καταναλωτή και συμμετοχής της στην ελεύθερη αγορά ενέργειας μέσω κάποιου παροχέα ενεργειακών υπηρεσιών ανοίγει περαιτέρω δυνατότητες αύξησης του εισοδήματος του και συνεισφέρει στο άνοιγμα της αγοράς. Από την πλευρά του χειριστή του Δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης ή της Επιχείρησης Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας, η δυνατότητα τοπικής κάλυψης του φορτίου ή μέρους του προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων, όπως αναβολή επενδύσεων κεφαλαίου για την κατασκευή ή ενίσχυση των δικτύων μεταφοράς και διανομής, αλλά και κεντρικών σταθμών παραγωγής, μείωση των απωλειών και μεγαλύτερη ευελιξία στον έλεγχο του δικτύου, ιδιαίτερα στον χειρισμό των συμφορήσεων και στην επαναφορά του συστήματος μετά από σβέση. Τα πλεονεκτήματα αυτά μπορούν να μεγιστοποιηθούν, εάν οι μονάδες αποκεντρωμένης παραγωγής οργανωθούν

σε Μικροδίκτυα. Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της διασπαρμένης παραγωγής στην κάλυψη της ενεργειακής κατανάλωσης.

2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το Σχήμα 2 παρουσιάζει το ισοζύγιο παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις Ευρωπαϊκές χώρες το 1999. Φαίνεται ότι από τις 7830 TWh που αντιστοιχούν σε πρωτογενείς πηγές ενέργειας, οι 4710 (60%) αποτελούν απώλειες λόγω της μετατροπής της ενέργειας αυτής σε ηλεκτρισμό, οι 1560 (20%) χρησιμοποιούνται για την λειτουργία των βοηθητικών των σταθμών, ενώ οι 360 (4.5%) αντιστοιχούν σε απώλειες μεταφοράς. Τελικά, η ηλεκτρική ενέργεια που φτάνει στην κατανάλωση είναι μόνο 2600 TWh, ποσό που αντιστοιχεί σε συνολική απόδοση του Συστήματος Ενέργειας της τάξης του 33%.

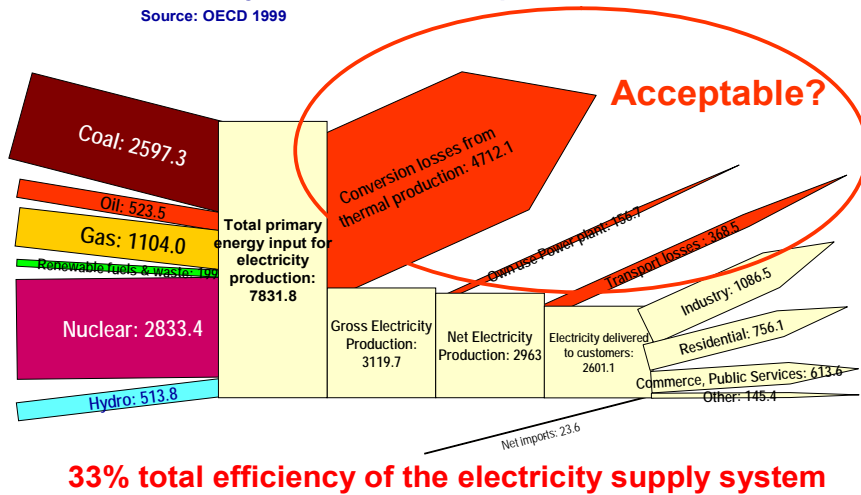
Οι διεσπαρμένες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών μικροτουρμπίνων, συστημάτων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP), μηχανών εσωτερικής καύσης, κυψελών καυσίμου, κλπ. Το κύριο καύσιμο είναι το φυσικό αέριο, αλλά και το ντίζελ, βιοντίζελ, βιοαέριο, αέριο από βιολογικούς καθαρισμούς κλπ. Το υδρογόνο αναμένεται να διαδραματίσει επίσης σημαντικό ρόλο στο μέλλον. Περιλαμβάνει επίσης τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακή (φωτοβολταϊκά) και αιολική (μικρές ανεμογεννήτριες), ιδιαίτερα σε χώρες, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες το ευνοούν.

Η χρησιμοποίηση τοπικά της θερμότητας που αποβάλλεται κατά την μετατροπή του καυσίμου σε ηλεκτρική ενέργεια είναι ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα των συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Η χρήση αυτής της θερμότητας μειώνει τις εκπομπές αερίων ρύπων και αυξάνει την αποδοτικότητα της χρήσης πρωτογενών πηγών ενέργειας κατά 30% περίπου. Σήμερα, συναντώνται μεσαίου μεγέθους εφαρμογές CHP σε βιομηχανικά συστήματα σε διάφορες χώρες και έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην ανάπτυξη μικρότερης κλίμακας εφαρμογών CHP, ακόμα και για οικιακή χρήση (Σχήμα 3). Σχετικές μετρήσεις στην Ολλανδία (Essent Field Test) έδειξαν ότι ετήσια οικιακή κατανάλωση 3.000 kWh ηλεκτρισμού και 1700 m³ φυσικού αερίου που αντιστοιχούν σε 19.950 kWh αντικαταστάθηκαν από κατανάλωση ηλεκτρισμού 500 kWh και 1984 m³ φυσικού αερίου που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή 2.500 kWh ηλεκτρισμού και 14.950 kWh θερμότητας. Η συνολική απόδοση του συστήματος αυξήθηκε σε 90%.

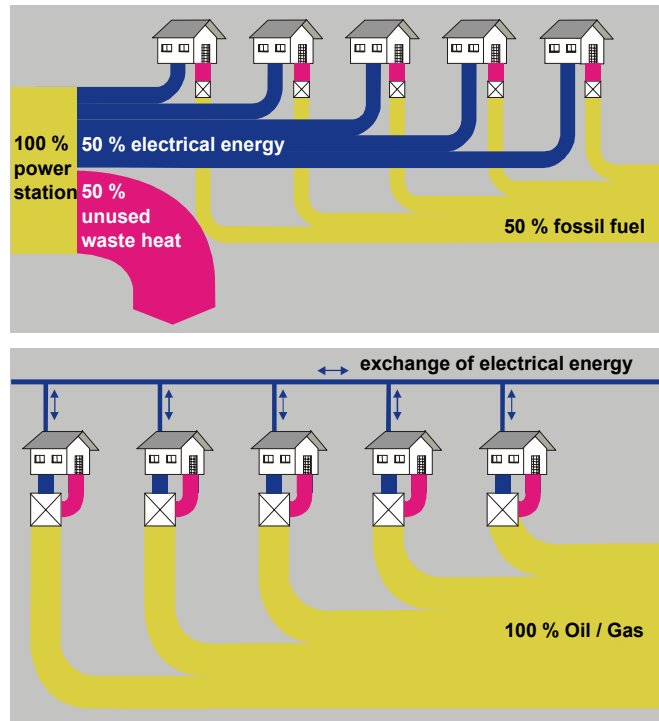
Electricity Supply in Europe:

Electricity Generation in European OECD countries (inTWh)

Source: OECD 1999



Σχήμα 2. Ευρωπαϊκό Ηλεκτρικό Ενεργειακό Ισοζύγιο (1999)



Σχήμα 3. Κεντρική παραγωγή και μεταφορά ηλεκτρισμού και αποκεντρωμένη παραγωγή θερμότητας – αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (1/3 λιγότερη κατανάλωση καυσίμων)

Αυτά τα συστήματα αναμένεται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στις Βόρειες χώρες της ΕΕ. Αντίστοιχα, τα φωτοβολταϊκά αναμένεται να γίνουν δημοφιλή στις Νότιες χώρες της ΕΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού, συμβάλλοντας περαιτέρω στην εξοικονόμηση των ενεργειακών πηγών.

3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Οι ηλεκτρικές απώλειες σε ένα σύστημα, το οποίο τροφοδοτείται αποκλειστικά από κεντρική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι της τάξεως 7%-10% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Το μέγεθος αυτών των απωλειών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η απόσταση των μονάδων παραγωγής από τα σημεία κατανάλωσης, τις ωμικές αντιστάσεις των γραμμών, τα φορτία και τις φορτίσεις της κάθε γραμμής, κλπ. Καθώς οι απώλειες είναι τετραγωνική συνάρτηση της έντασης του ρεύματος, οι περισσότερες απώλειες παρατηρούνται κατά την διάρκεια του μέγιστου φορτίου. Η διασπαρμένη παραγωγή τροφοδοτεί τοπικά το φορτίο μειώνοντας έτσι τη μεταφερόμενη ηλεκτρική ισχύ μέσω γραμμών μεταφοράς και διανομής και συνεπώς μειώνει τις απώλειες. Σύμφωνα με υπολογισμούς, μείωση των απωλειών κατά 1% στο Βρετανικό σύστημα εξοικονομεί περίπου 2 εκ. τόνους CO₂ στο περιβάλλον. Μελέτες σε τυπικά δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης έδειξαν μέσες ετήσιες απώλειες της τάξης 1.7% της συνολικής κατανάλωσης, οι οποίες μπορούν να μειωθούν σε 0.35%, εάν το φορτίο καλύπτεται τοπικά από διασπαρμένες μονάδες [5]. Η παραγωγή υποτίθεται ότι προέρχεται από φωτοβολταϊκά και μικροτουρμπίνες που λειτουργούν με τον βέλτιστο οικονομικά τρόπο λαμβάνοντας υπόψη τους ρεαλιστικές τιμές αγοράς ηλεκτρισμού. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θεωρήσει την μείωση των απωλειών ως βασικό στόχο των προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης, αναγνωρίζοντας ότι πρόκειται για μια από τις προτεραιότητες στον στόχο της βελτιωμένης ενεργειακής αποδοτικότητας και τη συμβολή τους στο μετριασμό της αλλαγής του κλίματος.

4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η ευρεία χρήση μονάδων διασπαρμένης παραγωγής μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και το μετριασμό των κλιματικών αλλαγών. Αυτό συμβαίνει επειδή η λειτουργία των μονάδων αυτών είναι βασισμένη σε μεγάλο βαθμό σε ανανεώσιμες πηγές και σε τεχνολογίες που χαρακτηρίζονται από χαμηλές εκπομπές

καυσαερίων (Πίνακας 1). Παραδείγματος χάριν, οι μικρο-τουρμπίνες αποτελούνται από μια γεννήτρια και έναν μικρό αεροστρόβιλο σε κοινό άξονα. Αυτοί οι στρόβιλοι λειτουργούν με υψηλή ταχύτητα περιστροφής και παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας. Η αποδοτικότητα αυτών των μονάδων κυμαίνεται μεταξύ 25% και 30%. Η χρησιμοποίηση της θερμότητας των καυσαερίων μπορεί να αυξήσει τη γενική αποδοτικότητα των συστημάτων (ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα) στα επίπεδα 70% έως και 80%. Έτσι, τα συστήματα αυτά, διακρίνονται για τη συνολικά, χαμηλή εκπομπή ρύπων. Σε ευρωπαϊκή κλίμακα, η γενική αύξηση στην αποδοτικότητα του συνδυασμού θερμικής και ηλεκτρικής παραγωγής, θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη μείωση περισσότερων από 65 εκατομμυρίων τόνων CO₂ ανά έτος. Ομοίως η μείωση ρύπων που θα μπορούσε να επιτευχθεί, εάν το φορτίο ενός τυπικού δικτύου ΧΤ καλύπτεται τοπικά από διεσπαρμένες μονάδες συμπεριλαμβανομένων φωτοβολταϊκών και μικροτουρμπίνων έχει υπολογισθεί σε 10% για CO₂ και περίπου 20% για NO_x, SO₂ και αιωρούμενα σωματίδια [5]. Η ετήσια συμβολή της αιολικής ενέργειας το 2000 στην μείωση των αερίων ρύπων στην Κρήτη έχει υπολογισθεί σε 7.8% για CO₂, 6% για NO_x, 2.5% για SO₂ και 7.3% για αιωρούμενα σωματίδια [2].

	Investment Cost per kWe (€)	CO ₂ (g/kWh) in non-CHP mode	NO _x (g/kWh)
Reciprocating Engines	1500-2500	Diesel: 650* Gas: 500-620*	Diesel: 10* Gas: 0.2-1*
Gas turbines	1000-1250	580-680*	0.3-0.5*
Micro Turbines	1500-2000	720*	0.1*
Fuel Cells	4500-20000 or more*	Depends largely on the fuel used, power output and efficiency	0.005-0.01*
Photovoltaic	5000-7000*	0*, Indirect	0*, Indirect
Wind	800-1000 on shore, 2000 off shore	0*, Indirect	0*, Indirect

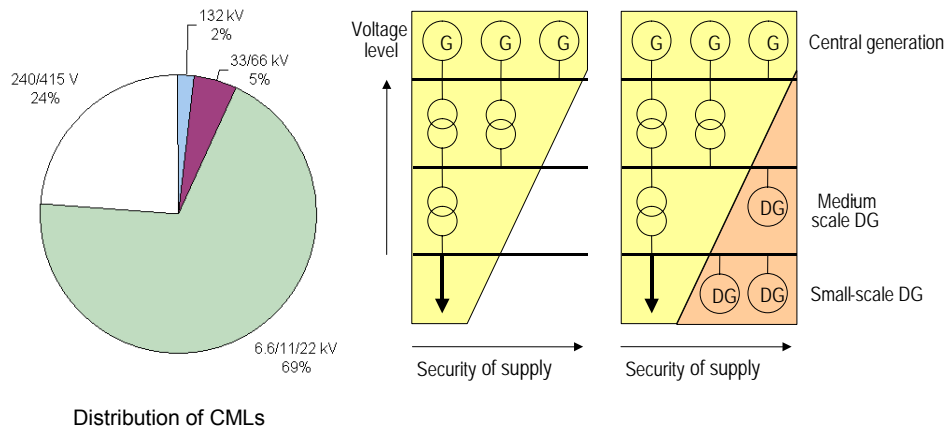
Πίνακας 1. Κόστος εγκατάστασης και τυπικές εκπομπές αερίων ρύπων από τις κύριες τεχνολογίες της διασπαρμένης παραγωγής

5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται ο χρόνος διακοπής καταναλωτών (CMLs = Customer Minutes Lost) ως συνέπεια σφαλμάτων στα διάφορα επίπεδα τάσης ενός τυπικού Συστήματος Ηλ. Ενέργειας. Εύκολα φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού του χρόνου οφείλεται σε βλάβες στα δίκτυα Μέσης (MT) και Χαμηλής Τάσης (XT). Αυτό συμβαίνει διότι τα σημερινά δίκτυα διανομής σχεδιάζονται ώστε, η λειτουργία των δικτύων MT και XT να επιδρά σημαντικά στην ποιότητα παροχής ηλεκτρικής ισχύος στους καταναλωτές, ενώ τα σφάλματα στα δίκτυα YT να μην επηρεάζουν τους καταναλωτές που είναι συνδεδεμένοι στη MT και XT. Τα δίκτυα MT είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με το λεγόμενο κριτήριο ασφάλειας N-1, που σημαίνει ότι διακοπή που προκαλείται από τη βλάβη μιάς συνιστώσας του δικτύου MT θα πρέπει να αποκατασταθεί ταχύτατα με την μεταγωγή του φορτίου που επηρεάζεται (χειροκίνητα ή αυτόματα) σε υγιές τμήμα του δικτύου. Αυτό απαιτεί προφανώς κάποια περίσσεια στις δυνατότητες διανομής των δικτύων MT. Ομοίως, τα δίκτυα YT σχεδιάζονται σύμφωνα με τα κριτήρια ασφάλειας N-2. . Από την άλλη μεριά στα δίκτυα XT δεν υπάρχει τέτοια δυνατότητα και η διάρκεια διακοπής εξαρτάται από τον χρόνο επισκευής της βλάβης. Έτσι, ένα από τα βασικά πιθανά οφέλη της διασπαρμένης παραγωγής στα δίκτυα MT και XT είναι η δυνατότητα να αυξηθεί η ποιότητα ισχύος με την παροχή επιπλέον παραγωγής, εκεί ακριβώς όπου αυτό απαιτείται. Αυτό φαίνεται παραστατικά στο δεξιό τμήμα του Σχήματος 4.

Προς το παρόν, οι κανονισμοί λειτουργίας των σημερινών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας δεν επιτρέπουν την λειτουργία «νησιδοποιημένων» τμημάτων του δικτύου, δηλαδή τμημάτων απομονωμένων από το κυρίως δίκτυο και επιβάλλουν την αυτόματη αποσύνδεση της διασπαρμένης παραγωγής σε περιπτώσεις σφαλμάτων στο ανάντι δίκτυο [3]. Η κατάσταση αυτή είναι ενδεχόμενο να αλλάξει στο μέλλον καθώς αναγνωρίζεται γενικά η ικανότητα της διασπαρμένης παραγωγής να απαλείψει τις επιπτώσεις σφαλμάτων στα υψηλότερα επίπεδα τάσης και να βελτιώσει έτσι την αξιοπιστία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Προφανώς αυτή η δυνατότητα απαιτεί εξελιγμένες υποδομές προστασίας, ελέγχου και τηλεπικοινωνίας των μονάδων, ώστε να είναι σε θέση να απομονωθεί το ενεργό τμήμα του δικτύου και να παρέχει σταθερή, αυτόνομη λειτουργία.

Συμβολή της Διεσπαρμένης Παραγωγής στην Αύξηση της Αξιοπιστίας Παροχής



Σχήμα 4. Συμβολή της Διασπαρμένης Παραγωγής στην αύξηση της Αξιοπιστίας Παροχής

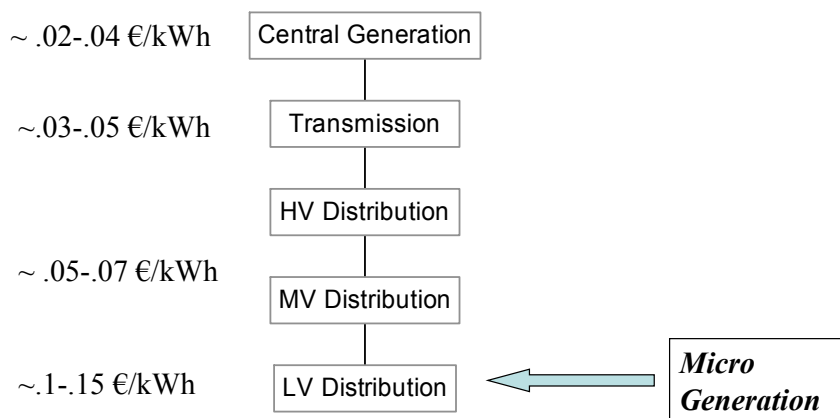
Τα Μικροδίκτυα [4,5,6] είναι συστήματα διανομής XT και MT τα οποία περιλαμβάνουν σημαντική εγκατάσταση μικρών μονάδων παραγωγής (μικρο-τουρμπίνες, φωτοβολταικά, μικρές ανεμογεννήτριες, κυψέλες καυσίμου, κλπ) με συσκευές αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές, σφόνδυλοι, πυκνωτές ενέργειας, κλπ). Τα μικροδίκτυα έχουν σχεδιασθεί ώστε να επιτρέπουν τον συντονισμένο έλεγχο ενός μεγάλου αριθμού διεσπαρμένων πηγών. Με την παροχή του δικού τους αποκεντρωμένου συστήματος ελέγχου το μικροδίκτυο είναι παρόμοιο με ένα παραδοσιακό ΣΗΕ, αν και πολύ μικρότερο σε μέγεθος. Ένα βασικό χαρακτηριστικό των Μικροδικτύων είναι η δυνατότητα τους να λειτουργούν διασυνδεδεμένα με το ανάντι δίκτυο MT, αλλά και να λειτουργούν απομονωμένα (νησιδοποιημένα), όταν διακοπεί η διασύνδεση με το κύριο δίκτυο με οργανωμένο και ελεγχόμενο τρόπο. Η ευρεία διασύνδεση μικροπηγών συνδεδεμένων μέσω ηλεκτρονικών ισχύος προσφέρει σημαντική ευελιξία στον έλεγχο του δικτύου, αλλά και εισάγει σημαντική πολυπλοκότητα στην λειτουργία του μικροδικτύου, ιδιαίτερα σε νησιδοποιημένη κατάσταση. Τα δίκτυα αυτά μεγιστοποιούν τα περιβαλλοντικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα της διασπαρμένης παραγωγής, όπως έχει αποδειχθεί και στα Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα “Microgrids: Large Scale Integration of Microgeneration to Low Voltage Grids” [5] και το εν εξελίξει “More Microgrids: Advanced Architectures and Control Concepts for More Microgrids” [6], τα

οποία συντονίζονται από την Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ.

6. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

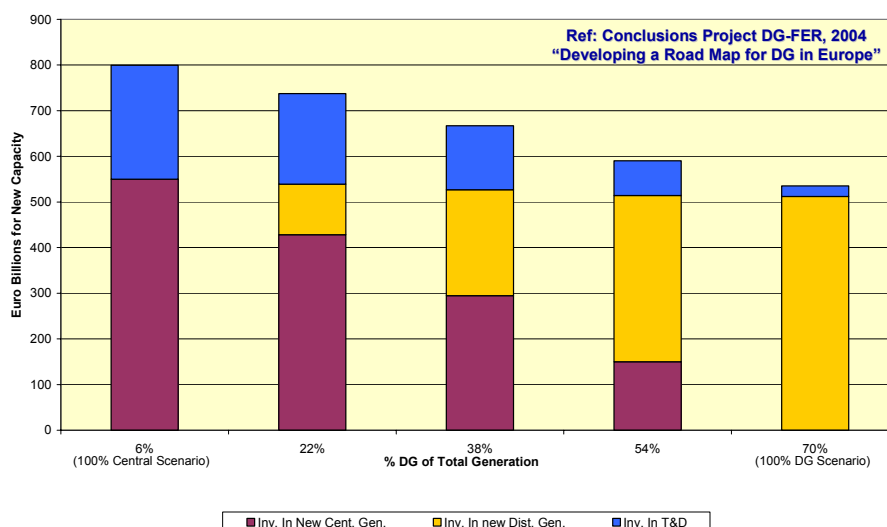
Στον Πίνακα 1 φαίνονται το κόστος εγκατάστασης των κυριότερων τεχνολογιών μονάδων διασπαρμένης παραγωγής. Αν και το κόστος αυτό αναμένεται να μειωθεί με την τεχνολογική εξέλιξη και την ευρύτερη διάδοση των μονάδων διασπαρμένης παραγωγής, παραμένει εντούτοις υψηλό, εάν συγκριθεί με το κόστος εγκατάστασης της ανά kW κεντρικής παραγωγής. Στο επόμενο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η μέση τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα επίπεδα τάσης ενός Ευρωπαϊκού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. Μια προσεκτική ματιά σε αυτό το σχήμα δείχνει ότι η τιμή αυτή είναι πολύ υψηλότερη στην ΧΤ από ότι στα σημεία της κεντρικής παραγωγής ή στην ΥΤ. Αυτή η διαφορά οφείλεται κυρίως στην αναγκαία υποδομή (εγκατάσταση και λειτουργία) των δικτύων μεταφοράς και διανομής. Φαίνεται λοιπόν ότι η «αξία» της διασπαρμένης παραγωγής είναι μεγαλύτερη από την «αξία» της κεντρικής παραγωγής, αφού η πρώτη τροφοδοτεί την κατανάλωση τοπικά και έτσι δεν απαιτεί τόσο μεγάλες επενδύσεις σε μεταφορά και διανομή.

Network Benefits – Value of Micro Generation



Σχήμα 5. Μέσο κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα σημεία ενός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Capital Cost to Supply 2020 Electric Load Growth



Σχήμα 6. Σύγκριση κόστους ικανοποίησης της αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου με διάφορα σενάρια διείσδυσης διασπαρμένης παραγωγής

Το γεγονός αυτό αποδεικνύεται και στο Σχήμα 6, στο οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μελέτης της IEA στην οποία συγκρίνεται το κόστος επενδύσεων που απαιτούνται για την ικανοποίηση της αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου μέχρι το 2020 με διάφορα σενάρια κεντρικής και διασπαρμένης παραγωγής. Το πρώτο σενάριο βασίζεται αποκλειστικά στην εγκατάσταση κεντρικών σταθμών παραγωγής, ενώ το τελευταίο, το κόστος του οποίου προκύπτει κατά 30% χαμηλότερο υποθέτει την κάλυψη της ζήτησης αποκλειστικά από μονάδες διασπαρμένης παραγωγής συν κάποιο μικρό κόστος ενίσχυσης των δικτύων διανομής. Έτσι η σύγκριση της οικονομικότητας της διασπαρμένης έναντι της κεντρικής παραγωγής αποκλειστικά ως προς το κόστος εγκατάστασης €/kW και κόστος λειτουργίας €/kWh προφανώς αδικεί την πρώτη αφού δεν παίρνει υπόψη τις ανάγκες μεταφοράς και διανομής, πέρα από την επίδραση στις απώλειες, αξιοπιστία, μείωση ρύπων, κλπ.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκαν οι δυνατότητες συμβολής της διασπαρμένης παραγωγής στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην μείωση των απωλειών, στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και στην αύξηση της αξιοπιστίας της παροχής ενέργειας στην κατανάλωση. Τα

πλεονεκτήματα αυτά κάνουν την ενσωμάτωση της διασπαρμένης Παραγωγής στα σύγχρονα Συστήματα Διανομής μία ιδιαίτερα ελκυστική προοπτική. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό πάντως τα πλεονεκτήματα αυτά να ποσοτικοποιηθούν και να ληφθούν υπόψη από τις Ρυθμιστικές Αρχές στον καθορισμό της λειτουργίας της Αγοράς Ηλ. Ενέργειας. Επιπλέον, παρουσιάζονται νέα και εξαιρετικά ενδιαφέροντα τεχνικά προβλήματα, η λύση των οποίων απαιτεί σημαντική έρευνα και καινοτομία (εξελιγμένες τεχνικές καταναμημένου ελέγχου, τηλεπικοινωνιών κλπ).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] European Technology Platform, “SmartGrids - Vision and Strategy for Europe’s Electricity Networks of the Future”, EC DG Research, Brussels 2006

[2] A.Tsikalakis, N. Hatziaargyriou, K. Papadogiannis, A.Gigantidou, J. Stefanakis, E.Thalassinakis, “Financial Contribution of Wind Power on the Island System of Crete”, Proc of RES for islands conference, Crete, May 2003, pp 21-31

[3] CIGRE TFC6.04.01, “Connection Criteria at the Distribution Network for Distributed Generation”, October 2005

[4] “The CERTS Microgrid Concept”, White paper on Integration of Distributed Energy Resources, R. Lasseter et al, April 2002

[5] “MICROGRIDS – Large Scale Integration of Micro-Generation to Low Voltage Grids”, EU Contract ENK5-CT-2002-00610, Technical Annex, 2002

επίσης <http://microgrids.power.ece.ntua.gr>

[6] “MORE MICROGRIDS - Advanced Architectures and Control Concepts for More Microgrids”, EU Contract PL019864, Technical Annex, May 2005.

επίσης <http://microgrids.power.ece.ntua.gr>

ΜΕΡΟΣ Γ:

**«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
(ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ, ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ, ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ)»**

**Η ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ -
Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΔΕΗ ΑΕ**

**Δημήτριος Βουμβουλάκης,
Διπλ. Μηχανολόγος – Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ,
Πτυχ. Οικονομικών & Εμπορικών Επιστημών ΑΣΟΕΕ
Βοηθός Διευθυντού Εμπορίας, ΔΕΗ ΑΕ**

Στα σύγχρονα ηλεκτρικά συστήματα, προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση, κατασκευάζονται μονάδες παραγωγής, αλλά, παράλληλα, προωθούνται και μέτρα ώστε η ζήτηση να μην αυξηθεί άσκοπα ή και να περιορισθεί. Πρόκειται για τα μέτρα Διαχείριση Ζήτησης ή, όπως αποδίδεται διεθνώς, Demand Side Management, που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού.

Κατά την άποψη της ΔΕΗ, με την ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού δεν επιδιώκεται να στερηθεί ο καταναλωτής τις ανέσεις του ηλεκτρισμού, αλλά να περιορίσει μόνο την άσκοπη σπατάλη του. Αυτό σημαίνει οικονομία στην τσέπη του καταναλωτή και μειωμένα έξοδα για τη ΔΕΗ.

Αυτά δικαιολογούνται από το κόστος του ρεύματος. Για να προστεθεί ισχύς στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής απαιτείται να δαπανηθούν χρήματα για επένδυση, ενώ για να εξοικονομηθεί ίση ισχύς απαιτείται το 60% αυτής της δαπάνης. Έτσι, η δαπάνη για ορθολογική χρήση ενέργειας υποκαθιστά επενδύσεις και καύσιμα, δηλαδή μειώνει το κόστος, επομένως, αυξάνει την απόδοση των επενδεδυμένων κεφαλαίων, έστω και αν οι πωλήσεις δεν αυξηθούν. Ακόμη, περιορίζει τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής. Τέλος, πράγμα που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τη χώρα μας, περιορίζει την ανάλωση των λιγνιτικών αποθεμάτων, δηλαδή του βασικού ενεργειακού μας πόρου, και τη χρήση δικαιωμάτων εκπομπής CO₂.

Ηδη από το 1994, η ΔΕΗ εφαρμόζει συστηματικά και σταθερά ένα πλήρες πρόγραμμα ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού με επιτυχία. Θα αναφέρομε εδώ μερικά μόνο από τα σημεία του προγράμματος που σχετίζονται με τον επηρεασμό της συμπεριφοράς του καταναλωτή, όπως εφαρμόζονται σήμερα. Τα μετρα καλύπτουν, μεταξύ άλλων, τρεις

περιοχές οικονομικής δραστηριότητας: τη βιομηχανία, το φωτισμό, τη θέρμανση & κλιματισμό:

1. Προσφέρονται στους πελάτες τιμολόγια με χρέωση κατά χρονικές ζώνες. Από αυτά τα σπουδαιότερα είναι τα τιμολόγια YT A και A/εφεδρείας για τη μεγάλη βιομηχανία, το οικιακό τιμολόγιο Γ1N, το τιμολόγιο XT Γ23 για τον τομέα των υπηρεσιών και το τιμολόγιο XT Γ23B για τη βιοτεχνία. Αυτά τα τιμολόγια, χρεώνοντας την kWh ακριβότερα στις ώρες αιχμής και φθηνότερα εκτός αιχμής, επιδιώκουν τη μείωση της ζήτησης του πελάτη στις ώρες αιχμής του Συστήματος Μεταφοράς.
2. Εφαρμόστηκαν μέτρα περιορισμού της θερινής αιχμής φορτίου το 2005 και 2006. Τα μέτρα αυτά απευθύνθηκαν στους πελάτες της ΔΕΗ με τιμολόγια YT και MT, πλην των αγροτικών. Η κεντρική ιδέα εδώ ήταν: Ο πελάτης αναλαμβάνει να μειώσει τη ζήτηση ρεύματος σε ορισμένες κρίσιμες χρονικές ζώνες με πολύ υψηλή ζήτηση στο Σύστημα Μεταφοράς και έναντι αυτού έχει έκπτωση στην τιμή του ρεύματος. Εφαρμόστηκαν διάφορες παραλλαγές αυτής της κεντρικής ιδέας και υπολογίζεται ότι το 2005 εξοικονομήθηκαν 180 MW στην ώρα αιχμής Συστήματος.
3. Στους οικιακούς πελάτες εφαρμόσαμε από εφέτος ένα άλλο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας: Κάθε οικιακός πελάτης με κατανάλωση μέχρι 6000 kWh στο 12μηνο 1^η Αυγούστου 2006 έως 31^η Ιουλίου 2007 που θα μειώσει την κατανάλωσή του κατά τουλάχιστον 4% έναντι του αντιστοίχου προηγούμενου 12μήνου, θα έχει έκπτωση 5% στους λογαριασμούς του 12μήνου. Αν ο πελάτης έχει κατανάλωση από 6000 kWh μέχρι 12000 kWh και μειώσει την κατανάλωσή του κατά τουλάχιστον 6% έναντι του αντιστοίχου προηγούμενου 12μήνου, θα έχει έκπτωση 5% στους λογαριασμούς του 12μήνου.
4. Μετά το 2005, το βασικό οικιακό τιμολόγιο Γ1 διαμορφώθηκε έτσι ώστε η τιμή της kWh και το πάγιο να αυξάνονται όσο η κατανάλωση είναι υψηλότερη. Το μέτρο αυτό δημιουργεί κίνητρο προς την αποφυγή άσκοπης κατανάλωσης.
5. Οσον αφορά το φωτισμό, προωθήθηκε η χρήση ηλεκτρονικών λαμπτήρων, διότι έχει αποδειχθεί ότι αυτοί είναι πολύ οικονομικότεροι από τους συνηθισμένους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Προωθήθηκε η διάθεση 100.000 τέτοιων λαμπτήρων στα μη διασυνδεδεμένα νησιά καθώς και στη Θράκη, ενώ σε πολύ μικρά νησιά οι λαμπτήρες διατέθηκαν δωρεάν.
6. Έχουμε εντοπίσει όλους τους πελάτες MT και XT με χαμηλό συντελεστή ισχύος που είτε ανήκουν στο δημόσιο τομέα είτε είναι αρδευτικοί και τους έχουμε ζητήσει με

επιστολή να διορθώσουν τον εν λόγω χαμηλό συντελεστή με κατάλληλους πυκνωτές. Έτσι, προβαίνοντας σε επένδυση που αποσβέννεται σύντομα, και το λογαριασμό τους θα μειώσουν και τα δίκτυα θα αποφορτίσουν.

7. Έχουν γίνει διάφορες ενημερώσεις των καταναλωτών με διαφημιστικές εκστρατείες, φυλλάδια, ένθετα και μηνύματα στους λογαριασμούς ρεύματος κλπ. Με αυτά προσπαθούμε να καλλιεργήσουμε ένα πνεύμα ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού, έχοντας υπ' όψιν ότι αυτός ο στόχος απαιτεί προσπάθεια ήπια και συνεχή.

Η ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας είναι πάγιος στόχος της ΔΕΗ και θα συνεχιστεί. Όμως, είναι αλήθεια ότι η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού μειώνει τις πωλήσεις και τα έσοδα της ΔΕΗ. Αυτό το μειονέκτημα μπορεί να αντισταθμισθεί από την αύξηση στην απόδοση των επενδεδυμένων κεφαλαίων, από τη μη ρύπανση του περιβάλλοντος και από τη μη ανάλωση εθνικού καυσίμου, όπως ήδη αναφέρθηκε. Αυτό αποδεικνύεται από δύο δεδομένα. Το ένα είναι ότι όλες οι ηλεκτρικές επιχειρήσεις διεθνώς, ιδιωτικές και δημόσιες, έχουν δραστηριοποιηθεί εντόνως στα θέματα της ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού. Το άλλο είναι ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζει ζοηρά τις προσπάθειες αυτές με ειδικά προγράμματα.

Αυτά δεν παύουν να ισχύουν στο περιβάλλον της ανοικτής αγοράς, όπου πλέον λειτουργεί η ΔΕΗ. Εδώ, μαζί με τη ριζική αλλαγή που επέρχεται σταδιακά στη λειτουργία της ΔΕΗ, θα αλλάξει πλήρως χαρακτήρα και η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού. Μέχρι τώρα, επιδιώκαμε, ηπίως και συνεχώς, με συμβουλές και μέτρα, δωρεάν και πάντοτε συναινετικά, να εκπαιδεύσουμε τον καταναλωτή και να του δημιουργήσουμε ορθολογική καταναλωτική συνείδηση. Στο εξής, η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού θα είναι μέρος του μάρκετινγκ προκειμένου να άλλες υπηρεσίες και να αναπληρώσουμε έτσι τις απώλειες εσόδων από ρεύμα, λόγω αναγκαστικής απωλείας ενός μεριδίου αγοράς.

Στο μέλλον, η ΔΕΗ, η ίδια ή με θυγατρικές της, μπορεί να προσφέρει έναντι αμοιβής όχι απλώς ρεύμα αλλά πλήρη τιμολογιακά προϊόντα με υπηρεσίες συμβούλων ενεργειακής διαχείρισης, ώστε ο πελάτης να έχει μείωση του λογαριασμού, ενώ η ΔΕΗ θα έχει έσοδα από την υπηρεσία που αγόρασε ο πελάτης, διατηρώντας παράλληλα και τον πελάτη ως αγοραστή ρεύματος.

Η ΔΕΗ δημιουργεί ήδη τις υπηρεσίες που θα βοηθήσουν τον πελάτη σε τέτοια ζητήματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικά από αυτά: Ποιο είναι το κατάλληλο τιμολόγιο γι' αυτόν; Πώς αποκόπτει τις αιχμές ζήτησης προκειμένου να μειώσει το λογαριασμό του; Τον συμφέρουν ή

όχι οι ευκαιρίες του Ν. 3468/06 περί Ανανεωσίμων Πηγών Ενέργειας; Τον συμφέρει ή όχι η συμπαραγωγή;

Με αυτόν τον άξονα προσανατολισμού στη διαμορφούμενη ανοικτή αγορά ρεύματος, το μάρκετινγκ της ΔΕΗ προς τους μεγάλους πελάτες θα βασίζεται κυρίως στην τιμή του ρεύματος. Γύρω από τη μείωση της τιμής του ρεύματος θα κινείται και η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού. Ήδη μελετούμε νέα τιμολόγια που θα τεθούν σε εφαρμογή μετά το άνοιγμα της αγοράς. Με αυτά, προσφέρουμε στον πελάτη μια δυνατότητα να μειώσει το λογαριασμό του επιλέγοντας ένα κατάλληλο τιμολόγιο από μια ομάδα διαθέσιμων τιμολογίων. Με ορισμένα τιμολόγια θα έχει χαμηλότερο λογαριασμό, εφόσον μειώσει ή και διακόψει μόνος του την κατανάλωση σε ώρες όπου η ΔΕΗ αντιμετωπίζει υψηλή ζήτηση και όπου η τιμή του ρεύματος θα είναι υψηλή, ενώ η μειωμένη αυτή κατανάλωση θα συμφέρει να αυξηθεί σε άλλες ώρες όπου η τιμή θα είναι χαμηλότερη. Με άλλα τιμολόγια, που ο πελάτης θα διαπραγματεύεται ατομικά με τη ΔΕΗ, θα έχει ακόμα καλύτερες τιμές, εφόσον η κατανάλωσή του είναι σημαντική και ο ίδιος είναι αξιόπιστος πελάτης.

Όσον αφορά τους μικρούς πελάτες της ΔΕΗ, το μάρκετινγκ της ΔΕΗ και η ορθολογική χρήση ενέργειας θα βασίζεται κυρίως στην ολική ποιότητα του προϊόντος. Και εδώ η ΔΕΗ ή οι θυγατρικές της θα τον βοηθήσουν να επιλέξει το ορθό τιμολόγιο και να βελτιώσει την ποιότητα στη χρήση του ηλεκτρισμού, απαντώντας σε ερωτήματα που γι' αυτόν έχουν σημασία. Πώς θα χρησιμοποιήσει οικονομικά τον κλιματισμό και τη θέρμανση; Πώς θα χρησιμοποιήσει οικονομικά τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές; Τον συμφέρει η χρήση άλλης πηγής ενέργειας πέραν του ηλεκτρισμού; Ποια περιθώρια υπάρχουν για τη μείωση του λογαριασμού;

Η ηλεκτρική επιχείρηση στην ανοικτή αγορά έχει στόχο της να παράγει οικονομική αποτελεσματικότητα και όχι απλώς ρεύμα. Στην κατεύθυνση αυτή θα προσανατολιστεί και η ορθολογική χρήση του ηλεκτρισμού. Αυτός είναι πλέον ο κεντρικός στόχος της ΔΕΗ, όπως θα λειτουργεί μετά την πλήρη αναδιοργάνωσή της. Να είναι μια δυναμική εταιρεία, με μέτοχο όχι μόνο το Κράτος, με πρωταγωνιστικό ρόλο στην ανοικτή αγορά του ηλεκτρισμού και δραστηριότητα σε άλλους οικονομικούς κλάδους. Μόνο έτσι, η ΔΕΗ θα επιβιώσει και θα είναι οικονομικώς υγιής, ενώ θα εξακολουθήσει να διατηρεί χαμηλά την τιμή του ρεύματος, όπως συμβαίνει σήμερα.

**Η ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ.**

Φώτιος Ε. Καραγιάννης

Τομέαρχης

Διεύθυνσης Στρατηγικής & Προγραμματισμού, ΔΕΗ ΑΕ

f.karagiannis@dei.com.gr

1. Εισαγωγή

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Υφίσταται ανάγκη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, της διαχείρισης της ζήτησης και της προώθησης της παραγωγής από ΑΠΕ, διότι άλλες δυνατότητες επιρροής στις παραμέτρους του ενεργειακού εφοδιασμού και στις συνθήκες διανομής, βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα, είτε με αύξηση της δυναμικότητας είτε με βελτίωση των συνθηκών μεταφοράς και διανομής είναι σχετικώς περιορισμένες.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση θα συμβάλει επίσης στη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, στον περιορισμό των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνεπώς στην πρόληψη των επικινδύνων μεταβολών του κλίματος. Οι εκπομπές αυτές συνεχίζουν να αυξάνονται, έτσι ώστε καθίσταται δυσκολότερη η εκπλήρωση των δεσμεύσεων που αναλήφθηκαν στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κυότο. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες του ενεργειακού τομέα προκαλούν το 78% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας. Το Έκτο Κοινοτικό Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον (Απόφαση αριθ. 1600/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου) προβλέπει περαιτέρω μειώσεις για να επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος στόχος της Σύμβασης-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, που συνίσταται στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο το οποίο θα απέτρεπε την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλίμα.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση θα καταστήσει δυνατή την εκμετάλλευση του εξοικονομούμενου ενεργειακού κόστους με οικονομικά αποτελεσματικό τρόπο. Τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης οδηγούν σε εξοικονόμηση ενέργειας, βοηθώντας έτσι την Κοινότητα να μειώσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές ενέργειας. Επιπλέον, η στροφή προς τεχνολογίες με καλύτερη ενεργειακή απόδοση ενισχύει την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα της Κοινότητας, όπως υπογραμμίζεται στη Στρατηγική της Λισσαβόνας.

Η απελευθέρωση σε επίπεδο τελικών πελατών, των ευρωπαϊκών λιανεμπορικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, άνθρακα, θέρμανσης (ακόμα και τηλεθέρμανσης και τηλενύξης), έχουν σχεδόν παντού επιφέρει βελτίωση της απόδοσης και χαμηλότερο κόστος στην παραγωγή, τη μετατροπή και τη διανομή της ενέργειας.

2. Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Η Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 29^{ης} Απριλίου 1998 με τίτλο: «**Ενεργειακή αποδοτικότητα: Προς μια στρατηγική ορθολογικής χρήσης της ενέργειας**» (COM/98/0246) αποτελεί πολιτική δέσμευση υπέρ της ενεργειακής αποδοτικότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Επικεντρώνεται σε στόχους των οποίων η πραγματοποίηση δρομολογείται βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα.

Οι στόχοι τους οποίους επιδιώκει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι οι ακόλουθοι:

- έμφαση στο υφιστάμενο οικονομικό δυναμικό όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα και τα εμπόδια για επενδύσεις στον εν λόγω τομέα
- ανάλυση των πολιτικών που έχουν ακολουθηθεί μέχρι σήμερα
- προώθηση των παρεμβάσεων σε κοινοτικό, εθνικό και περιφερειακό επίπεδο
- εκ των προτέρων εκπόνηση λεπτομερούς σχεδίου δράσης
- προετοιμασία της θέσπισης κοινών πολιτικών και δράσεων συμβατών με τις δεσμεύσεις του Κυότο.

Το οικονομικό δυναμικό βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας μεταξύ 1998 και 2010 εκτιμάται, περί το 18% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του 1995. Εντούτοις, η εκμετάλλευση του εν λόγω δυναμικού είναι ανεπαρκής.

Υφίστανται εμπόδια στις επενδύσεις στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ο παράγοντας τιμή αποτελεί σημαντικό στοιχείο, εάν ληφθεί υπόψη ότι η ενεργειακή αποδοτικότητα δεν είναι δυνατόν να διεισδύσει πλήρως στην αγορά παρά μόνον εάν η τιμή της ενέργειας αντιστοιχεί στο κόστος αυτής. Τούτο θα καταστεί δυνατόν μέσω:

- της εσωτερίκευσης των εξωτερικών στοιχείων κόστους υπό μορφή φόρων και τελών
- της πραγματικής απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου.

Τα θεσμικά και νομικά εμπόδια για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι επίσης πολυάριθμα, όπως επί παραδείγματι:

- η εμμονή στην πώληση ενέργειας υπό μορφή kWh και όχι υπό μορφή υπηρεσιών ενέργειας, όπως θέρμανση, φωτισμός, ισχύς κινητήρα κ.λ.π.

- η πρακτική ορισμένων κατασκευαστών ή ιδιοκτητών κτιρίων να εγκαθιστούν φθηνές συσκευές, των οποίων το υψηλό ενεργειακό κόστος λειτουργίας επιβαρύνει τον αγοραστή ή τον ενοικιαστή

Η Ανακοίνωση προβαίνει σε απολογισμό των υφιστάμενων μέτρων όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα. Η φύση των εν λόγω μέτρων ποικίλλει:

- προγράμματα, όπως JOULE-THERMIE, SAVE, PHARE, TACIS, SYNERGIE κ.λ.π.
- υποστήριξη επενδύσεων μέσω του ΕΤΠΑ (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης) και του Ταμείου Συνοχής

Η Ανακοίνωση προτείνει στρατηγική για μια ορθολογική χρήση της ενέργειας. Ειδικότερα, προτείνονται τα παρακάτω σημεία ως τομείς δράσης προτεραιότητας, βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα:

- κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- αξιολόγηση της Οδηγίας 93/76/ΕΟΚ για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂
- οικιακές συσκευές και εξοπλισμός με κατανάλωση υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- μεγαλύτερη προσφυγή στις συμφωνίες με τις βιομηχανίες και στις μακροπρόθεσμες συμφωνίες σχετικά με τα πρότυπα ελάχιστης κατανάλωσης
- μεγαλύτερη διάδοση της πληροφόρησης
- χρηματοδότηση από τρίτους με εγγύηση των αποτελεσμάτων
- ενεργειακή αποδοτικότητα στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας και του φυσικού αερίου και στην συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ)

Τέλος, η Ανακοίνωση επισημαίνει την ανάγκη μεγάλης αποφασιστικότητας του συνόλου των αρμοδίων και των ενδιαφερόμενων μερών, προκειμένου να πραγματοποιηθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, παράλληλα με την κοινοτική στρατηγική, τα κράτη μέλη οφείλουν να επεξεργασθούν δικές τους εθνικές στρατηγικές.

3. Οδηγία για την Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Η **Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου** της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L 1 της 4.1.2003) εντάσσεται στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών της Κοινότητας σχετικά με την αλλαγή του κλίματος (υποχρεώσεις βάσει του Πρωτοκόλλου του Κυότο) και την ασφάλεια του εφοδιασμού (Πράσινη Βίβλος για την ασφάλεια του εφοδιασμού). Αφενός αυξάνονται οι εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αφετέρου η Κοινότητα εξαρτάται με αυξανόμενο ρυθμό από εξωτερικές πηγές ενέργειας. Η Κοινότητα έχει περιορισμένη δυνατότητα επέμβασης στον ενεργειακό εφοδιασμό, αλλά μπορεί να επηρεάσει

τη ζήτηση. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, αποτελεί επομένως μία από τις πιθανές λύσεις για τα δύο αυτά προβλήματα.

Η κατανάλωση ενέργειας για τις υπηρεσίες που σχετίζονται με τα κτίρια αντιπροσωπεύει σχεδόν το ένα τρίτο της ενεργειακής κατανάλωσης της ΕΕ. Η Επιτροπή κρίνει ότι είναι δυνατόν να γίνει σημαντική εξοικονόμηση με πρωτοβουλίες σε αυτόν τον τομέα. Χρειάζεται να θεσπισθούν μέτρα σε κοινοτικό επίπεδο, ώστε να αντιμετωπισθούν αυτές οι προκλήσεις.

Η Οδηγία 92/42/ΕΟΚ αποτελεί συνέχεια των μέτρων σχετικά με τους λέβητες, τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών (89/106/ΕΟΚ) και των διατάξεων του προγράμματος SAVE σχετικά με τα κτίρια. Η Οδηγία σχετικά με την ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων (Οδηγία 93/76/ΕΟΚ που καταργήθηκε από την Οδηγία 2006/32/ΕΚ) εκδόθηκε πριν επιτευχθεί η συμφωνία του Κυότο και πριν διατυπωθούν αμφιβολίες αναφορικά με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ.

Η παρούσα Οδηγία αποτελεί συμπληρωματικό μηχανισμό ο οποίος προσεγγίζει το θέμα στο πλαίσιο των νέων προκλήσεων και προτείνει πιο συγκεκριμένες δράσεις προκειμένου να καλυφθούν τα κενά. Αφορά τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτίρια, κ.λ.π.). Ωστόσο, ορισμένα κτίρια εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής των διατάξεων σχετικά με την πιστοποίηση, παραδείγματος χάρη, τα ιστορικά κτίρια, τα βιομηχανικά κτίρια, κ.λ.π. Αφορά όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε να διαμορφωθεί μια πραγματικά ολοκληρωμένη προσέγγιση.

Η πρόταση βασίζεται στα ακόλουθα τέσσερα βασικά στοιχεία:

- κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση
- συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών. Τα πιστοποιητικά δεν πρέπει να είναι παλαιότερα των 5 ετών
- επιθεώρηση των λεβήτων και των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια σε τακτά χρονικά διαστήματα και, επί πλέον, αξιολόγηση της εγκατάστασης θέρμανσης όπου οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Η κοινή μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενεργειακή απόδοση, και όχι πλέον μόνον την ποιότητα της μόνωσης του κτιρίου. Στην εν λόγω ολοκληρωμένη προσέγγιση θα πρέπει να συνυπολογίζονται παράγοντες όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης, οι

εγκαταστάσεις φωτισμού, η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, η ανάκτηση θερμότητας, κ.λ.π.

Τα ελάχιστα πρότυπα για τα κτίρια υπολογίζονται βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται ανωτέρω. Τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν ελάχιστα πρότυπα.

Τα πιστοποιητικά πρέπει να διατίθενται κατά την κατασκευή, την πώληση ή την ενοικίαση ενός κτιρίου. Η Οδηγία στοχεύει ιδιαίτερα στην ενοικίαση, προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι ο ιδιοκτήτης, ο οποίος συνήθως δεν πληρώνει τον λογαριασμό για την κατανάλωση ενέργειας, θα λάβει τα αναγκαία μέτρα. Οι ένοικοι θα πρέπει να είναι σε θέση να ρυθμίζουν οι ίδιοι την κατανάλωση θέρμανσης και ζεστού νερού που πραγματοποιούν, εφόσον τα μέτρα αυτά είναι οικονομικώς συμφέροντα.

4. Πράσινη Βίβλος για την ενεργειακή αποδοτικότητα

Στις 22 Ιουνίου 2005, δημοσιεύθηκε η “**ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα ή Περισσότερα Αποτελέσματα με Λιγότερα Μέσα**” (COM(2005) 265). Πέντε έτη μετά από το Πρόγραμμα Δράσης για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (Action Plan to improve Energy Efficiency in the European Community [COM (2000) 247]) της Επιτροπής, η Πράσινη Βίβλος προσπαθεί να ξαναρχίσει τη συζήτηση σε όλα τα επίπεδα ευρωπαϊκής κοινωνίας, για να βρει λύσεις προσαρμοσμένες σε αυτό το επειγόν και καθολικό πρόβλημα. Οι διαβουλεύσεις με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη πρέπει να οδηγήσουν σε συγκεκριμένα μέτρα, παραδείγματος χάριν εθνικά προγράμματα δράσης για να καθιερωθεί η βέλτιστη πρακτική από την άποψη της εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό θα επιτρέψει στην ΕΕ να λειτουργήσει στο κέντρο της διεθνούς προσπάθειας ενάντια στην αλλαγή κλίματος και στη μείωση των ενεργειακών πόρων.

Στην Πράσινη Βίβλο, η Επιτροπή υπολογίζει ότι η ΕΕ θα μπορούσε να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020, που θα απελευθέρωνε ένα ποσό € 60 δισ. ετησίως για άλλες επενδύσεις με θετική επίδραση στους πολίτες της ΕΕ, όπως:

- ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής βιομηχανίας στο πλαίσιο της Στρατηγικής της Λισσαβόνας
- δημιουργία θέσεων εργασίας στους τομείς των μεταφορών, των προηγμένων τεχνολογιών, της ενεργειακής αποδοτικότητας, κ.λ.π.
- τήρηση των υποχρεώσεων του Κυότο με τη μείωση των εκπομπών του CO₂

Εάν οι σύγχρονες τάσεις κατανάλωσης συνεχιστούν, η κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη θα αυξηθεί κατά 10% στα επόμενα δεκαπέντε έτη. Η Επιτροπή σκοπεύει να αντιστρέψει αυτήν την τάση με τη μείωση των κύριων μορφών ενεργειακών απωλειών.

Ο πρώτος τομέας με υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας είναι οι μεταφορές, που αντιπροσωπεύουν ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης της ΕΕ. Η κυριαρχία των οδικών μεταφορών και η μεγάλη εξάρτηση από τη βενζίνη συνοδεύονται από τα προβλήματα συμφόρησης και ρύπανσης που προσθέτουν στα ενεργειακά απόβλητα.

Μια άλλη περιοχή είναι η ενεργειακή παραγωγή. Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ένα ποσοστό έως και 60% της πρωτογενούς ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή αποβάλλεται στο περιβάλλον κατά τη διαδικασία παραγωγής.

Τέλος, σημαντική πρόοδος μπορεί να σημειωθεί στον τομέα των κτηρίων, είτε στα σπίτια είτε τα γραφεία. Θα μπορούσε να γίνει αποτελεσματικότερη διαχείριση στη θέρμανση και το φωτισμό των κτηρίων, που αντιστοιχούν σχεδόν στο 40% της ενέργειας που καταναλώθηκε στην ΕΕ.

Η Επιτροπή υπογραμμίζει τις δράσεις για εξοικονόμηση ενέργειας που προωθήθηκαν ήδη σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Από το 20% της πιθανής εξοικονόμησης που θα μπορούσε να γίνει μέχρι το 2020, το 10% μπορεί να προκύψει από την πλήρη εφαρμογή της υπάρχουσας νομοθεσίας, ιδιαίτερα στις μεταφορές, την παραγωγή θερμότητας και τους τομείς των κτηρίων. Η αποτελεσματική εφαρμογή ενός της Απόφασης αριθ. 1230/2003/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26^{ης} Ιουνίου 2003, για θέσπιση πολυετούς προγράμματος δράσης στο πεδίο της ενέργειας: "Ευφύης ενέργεια - Ευρώπη" (2003-2006) (Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 176, 15.07.2003) είναι εξίσου σημαντική πριν προωθηθούν νέες πρωτοβουλίες. Τα όργανα για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στην ΕΕ υπάρχουν και πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

Το υπόλοιπο 10% της εξοικονόμησης ενέργειας απαιτεί νέους νόμους και νέα συμπεριφορά από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, δηλ. τις δημόσιες αρχές, τις βιομηχανίες και τα άτομα. Η Επιτροπή προτείνει πρακτικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στους διαφορετικούς τομείς για να επιτύχει το στόχο 20% από 2020.

Στον τομέα των μεταφορών, πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή φορολογικά σχήματα που ευνοούν τα καθαρά και οικονομικά οχήματα ώστε ο ρυπαίνων να πληρώνει πραγματικά. Οι κατασκευαστές που υποστηρίζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα πρέπει να ανταμειφθούν και οι καταναλωτές πρέπει να γίνουν υπεύθυνοι για τα ζητήματα όπως π.χ. η πίεση των ελαστικών του αυτοκινήτου και η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών. Η Επιτροπή επιθυμεί να χρηματοδοτήσει την έρευνα και την ανάπτυξη των εναλλακτικών καυσίμων. Τέλος, προτείνει τη καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας σε ευρωπαϊκή κλίμακα (οδικής και εναέριας) για τον περιορισμό της συμφόρησης και της μόλυνσης, ιδιαίτερα με τη χρήση του πρόγραμμα ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ . Το πρόγραμμα αυτό αφορά την πρώτη παγκόσμια δορυφορική υποδομή

ραδιοπλοήγησης και προσδιορισμού θέσης για αστικούς λόγους. Έχει φθάσει τώρα σε προχωρημένο στάδιο ωριμότητας και πρέπει να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένη νομική βάση, ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες και να καλύψει την απαίτηση για καλή οικονομική διαχείριση.

Στον τομέα των κτηρίων, η Επιτροπή σκοπεύει να ενθαρρύνει τη βιομηχανία και τους καταναλωτές να χρησιμοποιούν την ενέργεια μέσω πιο οικονομικών τεχνολογιών και συμπεριφοράς. Πρέπει να ενθαρρυνθεί η αντικατάσταση λαμπτήρων, λεβήτων και ψυγείων με αποδοτικότερες συσκευές. Η stand-by λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών είναι μια σημαντική πηγή σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας. Η Επιτροπή επισημαίνει ότι στον οικιακό τομέα μπορεί να εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά με την προσεκτικότερη ενεργειακή χρήση, και προσκαλεί τις κατασκευαστικές εταιρείες να εφαρμόσουν τη νομοθεσία που μεταφέρεται σε εθνικό επίπεδο το 2006 .

Στο βιομηχανικό τομέα, η Επιτροπή προσκαλεί τις επιχειρήσεις να επενδύσουν σε αποδοτικότερες τεχνολογίες. Οι δημόσιες αρχές πρέπει να είναι έτοιμες να λάβουν μέτρα εάν οι μηχανισμοί αγοράς δεν είναι επαρκείς για να δώσουν ένα κίνητρο για την εξοικονόμηση ενέργειας. Μακροπρόθεσμα, η επένδυση στην αποδοτική τεχνολογία επιτρέπει στις επιχειρήσεις να μειώσουν τις δαπάνες παραγωγής και να είναι ανταγωνιστικότερες. Η Ευρώπη μπορεί επίσης να ενισχύσει τη θέση της στην αγορά αποδοτικής ενεργειακής τεχνολογίας και να πρωτοπορεί σε διεθνές επίπεδο στη συζήτηση για την εξοικονόμηση ενέργειας.

5. Σχόλια της ΔΕΗ Α. Ε. στην Πράσινη Βίβλο

Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί αδιαμφισβήτητα βασικό παράγοντα στην κατεύθυνση εκπλήρωσης των στόχων και πολιτικών της Πράσινης Βίβλου (ανταγωνιστικότητα, προστασία περιβάλλοντος και ασφάλεια εφοδιασμού). Σε αυτό το πλαίσιο, η ΔΕΗ υποστηρίζει την προώθηση μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη διαμόρφωση αντίστοιχης «οικολογικής» συνείδησης στους Έλληνες πολίτες.

Η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να θεωρηθεί ως εκείνη που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη αποδοτικότητα στην Ε.Ε. Όμως, στην Πράσινη Βίβλο αγνοείται χαρακτηριστικά η δυνατότητα της ηλεκτρικής ενέργειας και των σχετικών τεχνολογιών να αντικαταστήσουν λιγότερο αποδοτικά είδη ενεργειών και τεχνολογιών. Αντίθετα, αν και η ηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 50% των συνολικών απαιτήσεων σε υγρά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο), αποτελεί για την Πράσινη Βίβλο τον κύριο στόχο, στον τομέα όπου αναμένεται κυρίως να συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Το σκεπτικό φαίνεται να είναι ότι «η

κατανάλωση ενέργειας είναι κάτι που πρέπει να μειωθεί». Αυτή η τοποθέτηση μπορεί να εξηγηθεί με δύο τρόπους: είτε με άγνοια των πιθανών οφελών της ηλεκτρικής ενέργειας είτε με πιθανή απροθυμία να αντιμετωπισθούν οι λιγότερο αποδοτικοί ενεργειακοί τομείς και μορφές ενέργειας.

Παρά το ότι ένα ευρύ φάσμα τομέων emπίπτει στην αρμοδιότητα της Πράσινης Βίβλου, ιδιαίτερα οι μεταφορές, εντούτοις, η αναφορά και η βαρύτητα που δίνεται σε αυτούς παραμένουν ιδιαίτερα περιορισμένες.

Η ευθύνη για τα μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας δεν πρέπει να αφορά αποκλειστικά τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Άλλοι παίκτες της αγοράς πρέπει επίσης να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο. Αυτοί μπορεί να είναι: ΜΜΕ, ενεργειακοί σύμβουλοι, αρχιτέκτονες, κατασκευαστές εξοπλισμού και προμηθευτές, επιχειρήσεις ενεργειακών υπηρεσιών, καθώς και οι ίδιοι οι τελικοί χρήστες.

Μια ισορροπημένη ενεργειακή πολιτική πρέπει να αφήσει όλες τις επιλογές ανοικτές, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών παραγωγής και των καυσίμων. Η ποικιλία στις τεχνολογίες και το είδος καυσίμου για την παραγωγή ενέργειας αποτελεί προαπαιτούμενο για τη διασφάλιση του εφοδιασμού, τη μείωση της εξάρτησης από ένα συγκεκριμένο καύσιμο και την ενεργειακή αποδοτικότητα συνολικά. Δεν πρέπει να υποτιμούνται και να παραμερίζονται ούτε οι ΑΠΕ ούτε οι περιβαλλοντικά βελτιωμένες, σε σχέση με το παρελθόν, τεχνολογίες με βάση τον άνθρακα ή το λιγνίτη.

Η ΔΕΗ υποστηρίζει τη χρήση της συμπααραγωγής ως οικονομικώς αποδοτικό μέτρο για να αυξηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα. Είναι σαφές ότι οι εγκαταστάσεις συμπααραγωγής έχουν σημαντική συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών CO₂. Επιπλέον, η κατανεμημένη παραγωγή πρέπει να θεωρηθεί ως συμπλήρωμα, και όχι ως υποκατάστατο, των κεντρικών εγκαταστάσεων παραγωγής.

Θα πρέπει το ζήτημα των λευκών πιστοποιητικών να εξεταστεί σε συνδυασμό και άμεση συσχέτιση με τα πράσινα πιστοποιητικά και το μηχανισμό εμπορίας εκπομπών προτού ληφθούν οποιεσδήποτε αποφάσεις. Και αυτό, γιατί υπάρχει κίνδυνος σύγχυσης, διπλών υπολογισμών στην εξοικονόμηση ενέργειας και στις μειώσεις των εκπομπών και διπλών επιβαρύνσεων στους τομείς που θα καλύπτονται από αυτά τα σχήματα.

Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας

Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζει ένα σύνολο μέτρων, όπως η εφαρμογή των Οδηγιών για την εσωτερική αγορά ηλεκτρισμού, την εμπορία εκπομπών, τις ΑΠΕ, τον έλεγχο και την πρόληψη της ρύπανσης, τη συμπααραγωγή, την ασφάλεια εφοδιασμού, τις υπηρεσίες ενέργειας, την ενεργειακή φορολογία, την ενεργειακή αποδοτικότητα στα κτίρια και τις

απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τα προϊόντα που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια. Οι πολιτικοί πρέπει να γνωρίζουν ότι η συσσώρευση ενός τέτοιου νομοθετικού-κανονιστικού βάρους στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, που είναι στο στάδιο μιας σύνθετης διαδικασίας απελευθέρωσης, δεν είναι σύμφωνη με τη στρατηγική της Λισσαβόνας και μπορεί να έχει τα αρνητικά αποτελέσματα στην οικονομία συνολικά.

Αποδοτικότητα στη μεταφορά και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Η Πράσινη Βίβλος αναφέρει ότι η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει απώλειες μέχρι 10% της παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας. Δεν γίνεται όμως καμία αναφορά στα τα κίνητρα για επενδύσεις σε εξοπλισμό και σε διαδικασίες εξοικονόμησης ενέργειας.

Συμπράξεις ιδιωτικού/δημοσίου τομέα

Η ΔΕΗ πιστεύει ότι οι συνεργασίες δημοσίου-ιδιωτικού τομέα μπορούν να αποφέρουν σημαντικά αποτελέσματα. Έχοντας ως κοινό στόχο την ενεργειακή αποδοτικότητα στην Ε.Ε., το συνδυασμένο αποτέλεσμα της ένωσης των δυνάμεων τους είναι μεγαλύτερο από τα μεμονωμένα αποτελέσματα. Κατά συνέπεια, είναι υπέρ τέτοιων συμπράξεων και συνεργασιών με κρατικούς φορείς, πανεπιστήμια, ερευνητικές ομάδες, την Ε.Ε., τις εθνικές και περιφερειακές αρχές, στα προγράμματα συνεργασίας που στοχεύουν στη διάδοση καλύτερων πρακτικών.

ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΣΤΟΧΟΙ ΕΜΟΔΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Απόστολος Ευθυμιάδης,
Δρ. Μηχ., Διπλ. Μηχ/γος-Ηλ/γος Μηχ.,
Τεχνομετρική ΕΠΕ, Σύμβουλοι Επιχειρήσεων

Ενέργεια και κτιριακός τομέας

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα της χώρας μας έφθασε στο 40% της συνολικής κατανάλωσης. Ο μέσος ρυθμός αύξησης της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την τελευταία δεκαετία ανήλθε στο 4,6%. Η φθηνή ηλεκτρική ενέργεια σε σχέση με το πετρέλαιο σε συνδυασμό με τη μαζική εισροή μεταναστών και τη ραγδαία εξάπλωση του κλιματισμού κατά την τελευταία δεκαετία συνέτειναν σε αύξηση ρεκόρ της κατανάλωσης ρεύματος. Η αύξηση υπολογίζεται για την επόμενη 10-ετία ότι θα διατηρηθεί σε ένα ποσοστό ετήσιας της τάξεως του 2 έως 3% σύμφωνα με όλες τις μελέτες. Η αύξηση αυτή οφείλεται:

- κατά το μεν θέρος στην συνεχιζόμενη ραγδαία ανάπτυξη της αγοράς των κλιματιστικών. Τονίζεται ότι η ετήσια εγκατάσταση νέων κλιματιστικών μηχανημάτων περί τα 300 MW στον οικιακό και τα 250 MW στον εμπορικό τομέα.
- κατά δε το χειμώνα στις συνεχιζόμενες χαμηλές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας έναντι του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα συχνά να προτιμάται η χρήση ηλεκτρικών σωμάτων ή αντλιών θερμότητας στην θέση της λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης ή της τοπικής θέρμανσης με πετρέλαιο, φ.α. ή υγραέριο.

Από το έτος 2004 και μετά, οι τιμές της ενέργειας εκτινάχθηκαν διεθνώς σε νέα ύψη. Στον εμπορικό κτιριακό τομέα, τα έξοδα διαχείρισης/θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού έχουν φθάσει και συχνά έχουν υπερβεί τα έξοδα ενοικίασης. Η προμήθεια πετρελαίου κεντρικής θέρμανσης αν και ζωτική ανάγκη, έχει καταστεί είδος πολυτελείας για πολλές ελληνικές κατοικίες. Η χώρα μας αποτελεί μία από τις πλέον ενεργειακά εξαρτώμενες χώρες της Ένωσης. Οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας αν και καθηλωμένες σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, αναμένονται να λάβουν σταδιακά την ανιούσα εντός της επομένης πενταετίας.

Η νέα ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/ΕΚ

Γενικά

Η νέα ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αποτελεί την κύρια απάντηση στην υψηλή εξάρτηση της Ευρώπης από το πετρέλαιο. Βασικός σκοπός της οδηγίας αυτής είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας στα κτίρια και η αντίστοιχη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Επίτευξη των σκοπών αυτών γίνεται μέσω της βελτίωσης του ενεργειακού βαθμού απόδοσης, τόσο στα νέα όσο και στα υφιστάμενα κτίρια. Τα μέτρα τα οποία προβλέπονται από την οδηγία για τον σκοπό αυτό είναι :

- Η **θέσπιση απαιτήσεων για την ελάχιστη ενεργειακή απόδοση** τόσο των νέων κτιρίων, όσο και των υφιστάμενων τα οποία υπόκεινται σε ανακαίνιση μικρής ή μεγάλης κλίμακας (άρθρα 4, 5 και 6)
- Ενεργειακή πιστοποίηση νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρο 7).
- Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης (άρθρο 8)
- Εγκαταστάσεων ψύξης/κλιματισμού (άρθρο 9).

Η οδηγία αυτή δεν μπορούσε να έλθει σε καταλληλότερη στιγμή. Θα πρέπει επιτέλους να δοθεί ένα τέλος στην αλόγιστη χρήση κλιματιστικών μονάδων χαμηλού βαθμού απόδοσης, στην κατασκευή ενεργοβόρων κτιρίων, στην έλλειψη σωστής συντήρησης και ελέγχου λεβήτων, καυστήρων ή μονάδων κλιματισμού. Ο σωστός σχεδιασμός των νέων κτιρίων θα πρέπει να αποτελέσει αντικείμενο κατάρτισης και εκπαίδευσης του τεχνικού κόσμου της χώρας.

Νέα ή ανακαινιζόμενα κτίρια

Με την νέα οδηγία, οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις δεν περιορίζονται μόνο στην θερμομόνωση των κτιρίων όπως ισχύει σήμερα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, αλλά επεκτείνονται και σε θέματα ηλιοπροστασίας καθώς και σε θέματα των εγκαταστάσεων θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού/αερισμού και φωτισμού. Τα νέα ή τα ανακαινιζόμενα κτίρια θα πρέπει να πλέον να διαθέτουν επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων τους, αυξημένο πάχος θερμομόνωσης του κελύφους, να διαθέτουν μόνωση των εγκαταστάσεων και σωληνώσεων ψύξης/θέρμανσης, να προβλέπουν λαμπτήρες νέας τεχνολογίας, να εγκαθιστούν λέβητες και κλιματιστικά υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Τα νέα ή τα ανακαινιζόμενα κτίρια θα πρέπει επίσης να λαμβάνουν ενεργειακό πιστοποιητικό ή αλλιώς, ενεργειακή ταυτότητα. Το πιστοποιητικό αυτό θα αντιστοιχεί στην πραγματική κατασκευή και όχι στην αρχική μελέτη υποβολής. Κανένα κτίριο δεν θα λαμβάνει άδεια εάν έχει βαθμό κάτω του Γ με άριστα το Α. Ένα τυπικό πιστοποιητικό δίδεται στο σχήμα που ακολουθεί.

Για κτίρια χωρίς επαρκή σκίαση ή μόνωση όπως συμβαίνει με τα περίφημα γυάλινα κτίρια, θα πρέπει να προβλέπονται εγκαταστάσεις με ιδιαίτερος υψηλό βαθμό απόδοσης, προκειμένου να «συμψηφίζουν» την μειωμένη ενεργειακή απόδοση του κελύφους. Ο βαθμός Β θα απονέμεται σε κτίρια τα οποία ικανοποιούν αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις πέραν των ελαχίστων προβλεπομένων όπως αυξημένη θερμομόνωση ή καλύτερο βαθμό απόδοσης του λέβητα ή ψύκτη. Ο βαθμός Α θα δίδεται μόνο σε κτίρια με ελάχιστη η μηδενική χρήση

συμβατικής ενέργειας, δηλαδή κτίρια τα οποία στηρίζονται στην ηλιακή ή τις άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών (χρήση βιομάζας, χρήση γεωθερμικής ενέργειας, χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων ή αιολικών μηχανών).

Πιστοποίηση των κτιρίων

Με την οδηγία επιβάλλεται η έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού για όλα τα κτίρια. Η χρήση του πιστοποιητικού αυτού θα είναι απαραίτητη σε κάθε περίπτωση σύναψης συμβολαίων αγοραπωλησίας ή ενοικίασης ή παραχώρησης χρήσεως. Στα μεγάλα κτίρια η ανάρτηση του πιστοποιητικού σε δημόσιο χώρο θα είναι δεσμευτική.

Η υποχρεωτική έκδοση του «ενεργειακού δελτίου ταυτότητας» αναμένεται να επηρεάσει τις τιμές στην αγορά ακινήτων και να συμβάλει στην καλλιέργεια ενεργειακής συνείδησης.

Επίσης για την πραγματοποίηση της ενεργειακής πιστοποίησης των κτιρίων και των τακτικών ενεργειακών επιθεωρήσεων απαιτείται, σύμφωνα και με την κοινοτική οδηγία, η δημιουργία σώματος εξειδικευμένων ενεργειακών επιθεωρητών, ο καθορισμός των προσόντων και κριτηρίων επιλογής τους, η τήρηση και λειτουργία του σχετικού τους Μητρώου στο Υπουργείο Ανάπτυξης καθώς και η ειδική εκπαίδευσή τους επί των

Σχήμα 1 : Τυπικό πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Ενεργειακό πιστοποιητικό	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου	Κατασκευή	
	Χώρος αναφοράς του σχήματος πιστοποίησης	Βαθμονόμηση παγίων	
	Ονομασία του εφαρμοζόμενου δείκτη (μονάδες)	με υπολογισμό	
		120	
	Χώρος για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών για την χρήση της ενέργειας στο κτίριο		
Διοικητικές πληροφορίες: Δ/ση Κτιρίου : Κλιματιζόμενη επιφάνεια: Ημ/νία επικύρωσης Όνομα και υπογραφή επιθεωρητή:			

Κανονισμών υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και των ενεργειακών επιθεωρήσεων και πιστοποιήσεων και των σχετικών διαδικασιών, η οποία απαιτεί σημαντικό χρόνο. Σε κάθε περίπτωση η ενεργειακή πιστοποίηση αναμένεται να συμβάλει σε σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε μεσοπρόθεσμο επίπεδο.

Επιθεώρηση εγκαταστάσεων λεβητοστασίων καθώς και εγκαταστάσεων ψύξεως/κλιματισμού

Με την οδηγία θεσπίζεται η περιοδική επιθεώρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και λεβητοστασίων καθώς και των εγκαταστάσεων ψύξεως και κλιματισμού. Με την επιθεώρηση επιδιώκεται ο εντοπισμός των βασικών δυνατοτήτων αναβάθμισης των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και η καλλιέργεια της ενεργειακής συνείδησης μεταξύ των διαχειριστών.

Κανονιστικές απαιτήσεις

Με βάση την οδηγία απαιτείται σε κάθε χώρα να καθοριστούν οι **ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης**. Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση για τον καθορισμό των **απαιτήσεων ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης** είναι εκείνη που προτείνεται με το prEN w1+3:2004. Κεντρικό σημείο αυτής της προσέγγισης είναι το ο καθορισμός των **κανονιστικών απαιτήσεων** για τα επιμέρους στοιχεία του κτιριακού κελύφους και των εγκαταστάσεων. Οι απαιτήσεις αυτές καλύπτουν όλα τα επιμέρους στοιχεία .

- του κτιριακού κελύφους,
- της εγκατάστασης θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού,
- της εγκατάστασης θερμού νερού
- της εγκατάστασης φωτισμού,

Κανονιστικές απαιτήσεις διαμορφώνονται για εκείνα τα στοιχεία τα οποία αφ' ενός μεν επηρεάζουν αποφασιστικά την κατανάλωση ενέργειας και αφ' εταίρου είναι δυνατόν με σωστή παρέμβαση κατά το στάδιο της μελέτης και της κατασκευής να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας με οικονομικά ανταποδοτικό τρόπο για τους χρήστες

Οι απαιτήσεις δύναται να είναι **ποσοτικές** (π.χ. ελάχιστο πάχος μόνωσης, μέγιστος συντελεστής θερμικών απωλειών ή θερμικού κέδρους) ή **ποιοτικές** (π.χ. απαίτηση τοποθέτησης θερμοστάτη ελέγχου θερμοκρασίας χώρου). Οι απαιτήσεις αυτές διακρίνονται σε **υποχρεωτικές** και **συμφηφιζόμενες** ως εξής :

Υποχρεωτικές απαιτήσεις καλούνται εκείνες οι ελάχιστες απαιτήσεις οι οποίες θα πρέπει να τηρούνται σε κάθε περίπτωση νέας οικοδομικής άδειας

Συμφηφιζόμενες απαιτήσεις ή άλλως πρότυπες απαιτήσεις καλούνται εκείνες οι απαιτήσεις οι οποίες ισχύουν για το κτίριο αναφοράς ή άλλως *ιδεατό κτίριο* και η τήρηση των οποίων δεν είναι υποχρεωτική για το πραγματικό κτίριο.

Το κτίριο αναφοράς

Το **κτίριο αναφοράς** είναι ένα κτίριο ίδιου σχήματος, μεγέθους, προσανατολισμού και χρήσης, ευρισκόμενο στην ίδια κλιματική ζώνη με το εξεταζόμενο κτίριο, το οποίο όμως

πληροί τις τις υποχρεωτικές και τις πρότυπες απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς ισούται με το άθροισμα των επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων του και εκφράζεται σε kWh/m² κλιματιζόμενης επιφάνειας δαπέδου το χρόνο.

Η έννοια του κτιρίου αναφοράς αποτελεί κομβικό σημείο της μεθοδολογίας πιστοποίησης των κτιρίων. Κάθε εξεταζόμενο κτίριο θα συγκρίνεται με το αντίστοιχο κτίριο αναφοράς και ανάλογα με την απόκλιση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ των δύο κτιρίων, θα προκύπτει η βαθμονόμηση του εξεταζόμενου κτιρίου.

Η έννοια του κτιρίου αναφοράς προβλέπεται ρητά στο προσχέδιο της CEN prEN wi1+3:2004. Η έννοια αυτή αποτέλεσε ιστορικά βασικό σημείο τριβής κατά την σύνταξη του ΚΟΧΕΕ. Σήμερα η αρμόδια επιτροπή του Υπουργείου Ανάπτυξης για την εναρμόνιση της οδηγίας, έχει αποδεχθεί την προσέγγιση αυτή, σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου prEN wi1+3:2004.

Οι υποχρεωτικές και οι πρότυπες απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς

Οι απαιτήσεις οι οποίες πρέπει να θεσπιστούν καλύπτουν ένα πλήθος επιμέρους τεχνικών και τεχνολογιών οι οποίες δίδονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 1: Απαιτήσεις του κτιρίου αναφοράς

Υποχρεωτικές απαιτήσεις για όλα τα είδη κτιρίων

Κτιριακό Κέλυφος

- Μονώσεις (πιστοποιητικό, ειδικές περιπτώσεις (αφρώδεις), συμβατότητα υλικών με πυρασφάλεια, υφιστάμενα κτίρια)
- Εξωτερικές θύρες, παράθυρα, ανοίγματα (πιστοποιητικό κυρίως για αερισμό, περίπτωση επιτόπιας κατασκευής)
- Αρμοί, σύνδεσμοι, άλλα ανοίγματα (θέματα αερισμού)
- Φράγμα υδρατμών

Εγκατάσταση Θέρμανσης/Ψύξης/Κλιματισμού

- Συσκευές με προδιαγραφές και σήμανση CE, π.χ. λέβητες, ψυγεία
- Συστήματα και εξοπλισμός θέρμανσης (πιστοποιητικό για βαθμό απόδοσης συστήματος, διακόπτης ON-OFF, όχι ηλεκ. Θέρμανση, όχι φλόγα έναυσης, οδηγίες χρήσης κλπ)
- Εγκατάσταση (σωληνώσεις, θερμαινόμενες δεξαμενές)
- Συσκευές φυσικού αερίου (λέβητες κ.α.): ειδικές απαιτήσεις
- Συστήματα και εξοπλισμός κλιματισμού (πιστοποιητικό για βαθμό απόδοσης, αυτοματισμοί κλπ)

Εγκαταστάσεις ζεστού νερού

- Βεβαίωση κατασκευαστή για θερμοστατικό έλεγχο
- Ρύθμιση θερμοκρασίας κατά στάδια
- Λειτουργία κυκλοφορητών μόνον όταν υπάρχει φορτίο (κατανάλωση ζεστού νερού)
- Μόνωση δοχείων
- Ειδικές απαιτήσεις σε δημόσια κτίρια (κάλυψη φορτίου κατά 60% με ηλιακούς συλλέκτες ή από ανακτώμενη θερμότητα)

Εγκατάσταση φωτισμού

- Οδηγίες για εγκατάσταση και ρύθμιση
- Ενδείξεις λειτουργίας
- Ελάχ. Προδιαγραφές διατάξεων αυτομάτων χρονοδιακοπών
- Ελάχ. Προδιαγραφές διατάξεων ανίχνευσης χρήσης του χώρου
- Ελάχ. Προδιαγραφές διατάξεων αυτόματου ελέγχου φυσικού φωτισμού
- Ελάχ. Προδιαγραφές διατάξεων ελέγχου και διατήρησης της φωτεινότητας

- Ελάχ. Προδιαγραφές διατάξεων εσωτερικών φωτοκυττάρων
- Εγκατάσταση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή

Πρόσθετες υποχρεωτικές απαιτήσεις για κτίρια τριτογενούς τομέα

Εγκατάσταση Θέρμανσης/Ψύξης/Κλιματισμού

- Πιστοποίηση στοιχείων εξοπλισμού
- Ελάχιστη συνολική ανανέωση αέρα (με φυσικό και μηχανικό αερισμό)
- Δυνατότητες ανανέωσης αέρα με φυσικό αερισμό
- Απαιτήσεις λειτουργίας και ελέγχου για τον αερισμό (προαερισμός, συχνότητα χρήσης χώρου)
- Απαιτήσεις ποιότητας για τον νωπό αέρα
- Αεραγωγοί θέρμανσης/δροσισμού κατά ζώνη
- Ολοκλήρωση και ισοστάθμιση του δικτύου αεραγωγών
- Απαιτήσεις μόνωσης σωληνώσεων
- Απαιτήσεις μόνωσης και στεγανότητας αεραγωγών και κιβωτίων ανάμιξης
- Απαιτήσεις αυτοματισμών των συστημάτων κλιματισμού (θερμοστάτες μονάδων δωματίων για ξενοδοχεία και πολυόροφα κτίρια, αυτόματος έλεγχος ψυκτών, αυτόματος έλεγχος αντλιών θερμότητας, διαφράγματα στην προσαγωγή και απαγωγή αέρα, κλπ)
- Μέθοδος υπολογισμού φορτίων σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση των μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Υπολογισμοί θέρμανσης-ψύξης-αερισμού βάσει αναγνωρισμένων μεθόδων (ASHRAE, DIN, EN, κλπ) λαμβάνοντας υπόψη τις κάτωθι παραμέτρους για τους υπολογισμούς :
 - Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού
 - Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού
 - Επίπεδα φυσικού και μηχανικού αερισμού
 - Φορτία θέρμανσης και δροσισμού εκ του κελύφους
 - Εσωτερικά κέρδη από φωτισμό
 - Εσωτερικά κέρδη από ηλ. Συσκευές
 - Εσωτερικά κέρδη από ανθρώπους
 - Συντελεστής ασφάλειας υπολογισμών

Εγκαταστάσεις ζεστού νερού

- Απαιτήσεις μόνωσης σωληνώσεων για ζεστό νερό

Εγκατάσταση φωτισμού

- Υποχρεωτικές διατάξεις ελέγχου φωτισμού :

- διατάξεις διακοπής λαμπτήρων καθ' ομάδες
- διατάξεις για μείωση του φωτισμού
- περιοχές φυσικού φωτισμού
- διατάξεις εξωτερικού φωτισμού
- απαιτήσεις για φωτισμό εκθεσιακών χώρων
- Απαιτήσεις για φωτιστικές εγκαταστάσεις και καλωδιώσεις

Πρόσθετες υποχρεωτικές απαιτήσεις για κτίρια κατοικίας

Κτιριακό κέλυφος

- Μόνωση οροφής
- Μόνωση διακένων
- Μόνωση τοιχωμάτων
- Μόνωση ανυψωμένων δαπέδων
- Απαιτήσεις για εγκαταστάσεις τζακιών, εστιών
- Απαιτήσεις υλικών στεγάνωσης αερισμού
- Απαιτήσεις τοποθέτησης φραγμάτων ατμού

Εγκατάσταση Θέρμανσης/Ψύξης/Κλιματισμού

- Μέθοδος υπολογισμού φορτίων σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση των μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Υπολογισμοί θέρμανσης-ψύξης-αερισμού βάσει αναγνωρισμένων μεθόδων (ASHRAE, DIN, EN, κλπ) λαμβάνοντας υπόψη τις κάτωθι παραμέτρους για τους υπολογισμούς :
 - Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού
 - Εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού
 - Επίπεδα φυσικού και μηχανικού αερισμού
 - Φορτία θέρμανσης και δροσισμού εκ του κελύφους
 - Εσωτερικά κέρδη από φωτισμό
 - Εσωτερικά κέρδη από ηλ. συσκευές
 - Εσωτερικά κέρδη από ανθρώπους
 - Συντελεστής ασφάλειας υπολογισμών
- Συνθήκες σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση μηχανολογικών εγκαταστάσεων
- Θερμοστατικός έλεγχος συσκευών θέρμανσης/ψύξης
- Απαιτήσεις μόνωσης σωληνώσεων και δεξαμενών
- Απαιτήσεις για αεραγωγούς και ανεμιστήρες

Εγκατάσταση φωτισμού

- Ελάχιστος βαθμός αποδοτικότητας λαμπτήρων (π.χ. 40 lumen ανά Watt)
- Απαιτήσεις μόνωσης σωληνώσεων και δεξαμενών ζεστού νερού

Πρότυπες απαιτήσεις - Κτίρια τριτογενούς τομέα

Κτιριακό κέλυφος

- Μέγιστο ποσοστό ανοιγμάτων π.χ. 40%
- Μέγιστο U εξωτερικής στέγης και οροφής
- Μέγιστο U εξωτερικών τοίχων
- Μέγιστο U εσωτερικών τοίχων
- Μέγιστο U εξωτερικών δαπέδων και υπογείων
- Μέγιστο U παραθύρων, ανοιγμάτων οροφής (skylights) και εξωτερικών θυρών
- Θερμική μάζα κελύφους
- Συντελεστής σχετικού ηλιακού θερμικού κέρδους ανοιγμάτων (λαμβανομένης υπόψη και της σκίασης)
- Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους ανοιγμάτων οροφής (skylights)
- Ακριβής διαστασιολόγηση εξοπλισμού και συσκευών για την ικανοποίηση μελέτης των απαιτ. Φορτίων

Εγκατάσταση Θέρμανσης/Ψύξης/Κλιματισμού

- Βαθμός αποδοτικότητας ανεμιστήρων άνω των 25 kW
 - σταθερής παροχής
 - μεταβλητής παροχής
- Θερμοστατικός έλεγχος κατά ζώνη
- Έλεγχος κατά ζώνη ανεμιστήρων μεταβλητής παροχής
- Συστήματα ανάκτησης θερμότητας
- Θερμοστατική ρύθμιση αέρα προσαγωγής
- Ελάχιστος βαθμός αποδοτικότητας λαμπτήρων
- Πιστοποίηση στοιχείων εξοπλισμού
- Απαιτήσεις μόνωσης σωληνώσεων
- Απαιτήσεις αυτοματισμών των συστημάτων

Πρότυπες απαιτήσεις-κτίρια κατοικίας

- Μόνωση κελύφους
- Υαλοστάσια (τιμές U και ποσοστό ανοιγμάτων)
- Συντελεστές σκίασης
- Θερμική μάζα που απαιτείται ανά ζώνη
- Φράγματα συνεχούς διείσδυσης αέρα
- Εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα
- Τύπος απαιτούμενου συστήματος θέρμανσης
- Θερμοστάτες με χρονοδιακόπτη λειτουργίας
- Συστήματα θέρμανσης νερού

Τα περιθώρια και οι στόχοι της εξοικονόμησης ενέργειας

Τα τελευταία 20 χρόνια στην χώρα μας, έχει καταβληθεί σημαντική προσπάθεια από διάφορους φορείς (ΕΛΚΕΠΑ, ΤΕΕ, ΚΑΠΕ, ΥΠΑΝ, ΥΠΕΧΩΔΕ, Σύλλογοι Μηχανικών, Πανεπιστήμια) για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα. Η ίδια η βιομηχανία τεχνολογικού υλικού, προσφέρει πλέον τυποποιημένες λύσεις εξοικονόμησης σε όλο το φάσμα των οικοδομικών υλικών (στεγανωτικά, μονώσεις, σκιάσεις, κλπ) και τεχνολογικού εξοπλισμού (λέβητες, κλιματιστικά, αυτοματισμοί, κεντρικός έλεγχος).

Όμως, κατά γενική ομολογία τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην χώρα μας παραμένουν μεγάλα τα οποία οφείλονται:

- Στην μη ικανοποιητική μόνωση των κτιρίων, ιδίως του εμπορικού τομέα, παρά την ύπαρξη του κανονισμού θερμομόνωσης
- Στην ελλιπή αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων κατά τον χειμώνα.
- Στην υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό, λόγω έλλειψης ηλιοπροστασίας και συνεπώς λόγω υπερβολικής έκθεσης των κτιρίων στον ήλιο το καλοκαίρι,
- Στον χαμηλό βαθμό απόδοσης όλων των εγκαθιστώμενων συσκευών θέρμανσης/ψύξης και κλιματισμού και ιδιαιτέρως των κλιματιστικών μηχανημάτων
- Στην έλλειψη σωστής συντήρησης των εγκαταστάσεων Θ/Ψ/Κ
- Στην έλλειψη ζωνών πρασίνου εντός του αστικού περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την δημιουργία «θερμικών νησίδων»

Μόνο στον τομέα του κλιματισμού, η ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί σήμερα να μειωθεί άμεσα κατά τουλάχιστον 30% με την αντικατάσταση των παλαιών κλιματιστικών μονάδων με νέες, υψηλής απόδοσης. Με την εισαγωγή του φυσικού αερίου στην κεντρική θέρμανση, η κατανάλωση θερμότητας μπορεί να μειωθεί τουλάχιστον κατά 15%, εφ' όσον βέβαια ανακαινιστούν και οι καμινάδες. Με την κατάλληλη σκίαση των νοτίων και δυτικών ανοιγμάτων των κτιρίων του εμπορικού τομέα, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό μπορεί να μειωθεί τουλάχιστον κατά 25%. Με την βελτίωση του αερισμού στα εμπορικά κτίρια και με την εκμετάλλευση της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα, μπορεί να μειωθεί έως και 30% η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Με την στεγανοποίηση των ανοιγμάτων μπορεί επίσης να μειωθούν δραστικά οι θερμικές απώλειες των κτιρίων. Τέλος με την χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας ελέγχου (BMS), είναι δυνατόν να περιοριστεί δραστικά η άσκοπη χρήση των συστημάτων Θ/Ω/Κ η οποία μπορεί και να φθάνει το 15 με 20% της συνολικής κατανάλωσης.

Μόνο με τα μέτρα της «απόσυρσης» των παλαιών συσκευών θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και φωτισμού, θα μπορούσε επίσης να περιοριστεί δραστικά η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας και μάλιστα σε ώρες αιχμής. Με στοιχειώδη κίνητρα (π.χ. επιδότηση απόσυρσης) θα μπορούσε να μειωθούν οι απαιτήσεις για κατασκευή νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα εμπόδια της εξοικονόμησης ενέργειας

Παρά τα οφέλη και την οικονομικότητα, οι επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας αντιμετωπίζουν επίσης και πολύ ισχυρά εμπόδια τα οποία μέχρι σήμερα έχουν ανακόψει σημαντικά τις προσπάθειες όλων του τεχνικού κόσμου ο οποίος χρόνια τώρα αγωνίζεται στον τομέα αυτό. Γιατί λοιπόν καθυστερεί τόσο στην χώρα μας η ανάπτυξη ενός εθνικού προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας

Ο πρώτος λόγος είναι η «εύκολη λύση». Η εκάστοτε διοίκηση του κράτους θεωρεί απείρως ευκολότερη την επιλογή παραγωγής μίας κιλοβατώρας ενέργειας από την εξοικονόμησή της. Η εξοικονόμηση ενέργειας απαιτεί συντονισμό προσπαθειών τουλάχιστον 50.000 ατόμων σε όλη την χώρα (διαχειριστές, διευθυντές επιχειρήσεων, τεχνικά στελέχη, μηχανικοί, διοικητικός μηχανισμός). Απαιτεί συνοδευτικές ενέργειες ευαισθητοποίησης, ενημέρωσης, κατάρτισης, συντονισμού και διαχείρισης. Αντίθετα για την λήψη μίας απόφασης για την κατασκευή ενός νέου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρειάζονται 10 έως 50 άνθρωποι. Εν όψει της κρισιμότητας της έλλειψης ηλεκτρικής ενέργειας ή πετρελαίου, το κράτος καταφεύγει συνήθως στην εύκολη λύση, αγνοώντας τα πολλαπλά οφέλη της εξοικονόμησης τα οποία περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και την δημιουργία δεκάδων χιλιάδων νέων θέσεων εργασίας.

Ο δεύτερος λόγος είναι η γραφειοκρατία και ο τρόπος αναπαραγωγής της. Ως αποτέλεσμα των γνωστών πολιτικοκοινωνικών συνθηκών που επικρατούν στην χώρα μας, ουδέποτε η χώρα μας κατάφερε να δημιουργήσει σταθερές και μόνιμες δομές διοίκησης και διαχείρισης των επιμέρους θεμάτων, οι οποίες να χαρακτηρίζονται από αξιοκρατία, συνέχεια και συνέπεια. Η διαχείριση αυτών των θεμάτων αντιμετωπίζεται από το ελληνικό κράτος ως μία καθαρώς διοικητική διαδικασία χωρίς απαιτήσεις ευρείας επιστημονικής και τεχνικής κατάρτισης. Τα στελέχη δημόσιας διοίκησης εναλλάσσονται συχνά με νέα τα οποία είναι άπειρα και τα οποία χρειάζονται να περάσουν από την «καμπύλη εκμάθησης». Έτσι η δημόσια διοίκηση αποδείχθηκε μέχρι σήμερα ανίκανη να διαχειριστεί ένα τέτοιο θέμα. Κατά καιρούς αγνοήθηκαν σημαντικές προτάσεις από φορείς καθώς και άξια και ικανά στελέχη στον τομέα αυτό. Ουδέποτε δημιουργήθηκαν στην χώρα μας οι προϋποθέσεις για την αξιοποίηση του τεχνικού δυναμικού της χώρας.

Ο τρίτος λόγος είναι τα φορολογικά έσοδα από την παραγωγή και διακίνηση της ενέργειας. Ως γνωστό το ελληνικό κράτος εισπράττει ένα μεγάλο μέρος των εσόδων του

από την φορολογία των καυσίμων. Σε περιόδους ισχνών εσόδων και υψηλών δημοσιονομικών ελλειμμάτων, το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας αποτελεί εξ' ορισμού τον τελευταίο φορέα ο οποίος θα επιδείξει ενδιαφέρον για την προώθηση πολιτικής και μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, ένεκα των οποίων το δημόσιο θα απολέσει έσοδα. Αντίθετα η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και καυσίμων, αποτελεί ένα σημαντικό τρόπο αύξησης των εσόδων του δημοσίου.

Ο τέταρτος λόγος είναι η απροθυμία του τομέα της παραγωγής ενέργειας να συμβάλει σε μία συστηματική πολιτική εξοικονόμησης. Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας τα οποία λαμβάνουν οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί συμβάλλουν στην μείωση των αιχμών στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Το γεγονός αυτό έχει ευεργετικές επιδράσεις στην ΔΕΗ η οποία έχει αναλάβει δια νόμου την ασφαλή τροφοδοσία της αγοράς με ηλεκτρική ενέργεια και η οποία με τον τρόπο αυτό αποφεύγει σημαντικές επενδύσεις στην παραγωγή και μεταφορά. Όμως η αναδιανομή του πραγματοποιούμενου οφέλους προς τους ιδιώτες επενδυτές, απαιτεί την δημιουργία νέων διαχειριστικών και νομοθετικών θεσμών οι οποίοι θα αναλάβουν την διαχείριση και αναδιανομή του οφέλους εν είδει κινήτρων. Εξ' άλλου, με την σημερινή μονοπωλιακή μορφή του και με την έλλειψη συγκεκριμένων δεσμεύσεων, ο τομέας της ενέργειας δεν έχει κανένα κίνητρο/δέσμευση η οποία να του επιβάλει την λήψη μέτρων πολιτική για εξοικονόμηση ενέργειας.

Άλλα εμπόδια στην εξοικονόμηση ενέργειας περιλαμβάνουν την έλλειψη εμπειρίας από ανάλογα διαχειριστικά προγράμματα, η έλλειψη στελεχών καθώς και η ανάγκη ευαισθητοποίησης, ενημέρωσης και κατάρτισης του τεχνικού κόσμου αλλά και των καταναλωτών.

Προοπτικές – εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας

Ο τομέας της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια αποτελεί χρόνια και πάγια επιδίωξη του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος. Το ΤΕΕ από το 1993 έχει συντάξει ένα εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας στον οποίο κεντρική θέση κατέχει ο κτιριακός τομέας. Δυστυχώς η πολιτεία δεν συνεργάστηκε με το ΤΕΕ για την επίτευξη των στόχων αυτού του εθνικού προγράμματος, μικρό μέρος του οποίου έχει μέχρι σήμερα εφαρμοστεί.

Προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί στην χώρα μας ένα εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας σύμφωνα με τις προτάσεις του ΤΕΕ. Το πρόγραμμα αυτό δεν θα πρέπει να στηρίζεται κυρίως σε επιδοτήσεις, όπως γινόταν μέχρι σήμερα, αλλά θα πρέπει να περιλαμβάνει άλλου είδους κίνητρα τα οποία να αντιστοιχούν στα πραγματικά οφέλη που δημιουργούνται σε φορείς όπως ο ΔΕΣΜΗΕ, η ΔΕΗ ή το ελληνικό δημόσιο από την εξοικονόμηση ενέργειας. Βασικοί άξονες ενός τέτοιου προγράμματος μπορεί να είναι:

- Άμεση εναρμόνιση των σχετικών οδηγιών της Ένωσης στο ελληνικό δίκαιο. Κάθε καθυστέρηση στον τομέα αυτό είναι αδικαιολόγητη από κάθε άποψη.
- Ειδικότερα, ταχεία και πλήρης εναρμόνιση και προώθηση της οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Φορολογικά κίνητρα για την χρήση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, ηλιακής ενέργειας ή φυσικού αερίου στον οικιακό και εμπορικό τομέα, επέκταση κινήτρων και για τις τεχνολογίες λεβήτων, κλιματιστικών και λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης προς αντικατάσταση παλαιότερων (απόσυρση).
- Αναδιάρθρωση τιμολογίων ενέργειας με σκοπό την αποθάρρυνση της αλόγιστης χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και της στήριξης της χρήσης του φυσικού αερίου. Δραστική επιβάρυνση της υψηλής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
- Τιμολογιακά κίνητρα για την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ζώνες αιχμής – πολυζωνικοί μετρητές και τιμολόγια.
- Τιμολογιακά πρόστιμα (παγίων) για την επιβάρυνση και την αποθάρρυνση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μεγάλης ισχύος στον οικιακό τομέα.
- Αυξημένα τιμολογιακά κίνητρα προς την βιομηχανία και τον εμπορικό τομέα για την μείωση των αέργων φορτίων. Πρόσθετα τιμολογιακά κίνητρα για την «παραγωγή» αέργων φορτίων και την τοπική έγχυσή τους στο δίκτυο.
- Οικονομικά κίνητρα για την εισαγωγή νέας τεχνολογίας στον εμπορικό και βιομηχανικό τομέα (τεχνολογίες συμπαραγωγής, ψύξης με κύκλο απορρόφησης, χρήση φυσικού αερίου σε ειδικές ηλεκτροβόρες βιομηχανικές εφαρμογές).
- Οικονομικά κίνητρα για την διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων σε όλους τους τομείς της κατανάλωσης.
- Διαφημιστικές εκστρατείες ενημέρωσης του κοινού για τα νέα κίνητρα.

Με βάση τα ανωτέρω μέτρα είναι εφικτό να μειωθεί η σημερινή κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό και εμπορικό τομέα τουλάχιστον κατά 25% εντός της επόμενης δεκαετίας.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΑ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ
ΣΤΟ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

- Δ. Μπακόπουλος **Βοηθός Διευθυντής**
 Διεύθυνσης Μελετών & Ανάπτυξης Ορυχείων ΔΕΗ Α.Ε
- Γ. Μηλιός **Τομεάρχης Ηλεκτρολογικών Μελετών**
 Διεύθυνσης Μελετών & Ανάπτυξης Ορυχείων ΔΕΗ Α.Ε
- Κ. Κοντοχρήστος **Υποτομεάρχης Ηλεκτρολογικών Μελετών**
 Διεύθυνσης Μελετών & Ανάπτυξης Ορυχείων ΔΕΗ Α.Ε

ΓΕΝΙΚΑ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

- Η πρώτη προσπάθεια αντιμετώπισης των θεμάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα Λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ ξεκίνησε το 1990, οπότε συστήθηκε Επιτροπή με απόφαση της Διοίκησης με ειδικότερο αντικείμενο την εξέταση της εξέλιξης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά τόνο παραγομένου λιγνίτη (Kwh/t) και την υποβολή προτάσεων.
- Με νέα εντολή της Διοίκησης, συστήθηκε το 1995 «Επιτροπή Εξοικονόμησης Ενέργειας», για την εξέταση και προώθηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα Λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ.
Η Επιτροπή καθόρισε τις αναγκαίες ενέργειες, και μέτρα προς την κατεύθυνση εξοικονόμησης ενέργειας, από τις οποίες άλλες έχουν ήδη υλοποιηθεί, άλλες ευρίσκονται στο στάδιο επεξεργασίας ή υλοποίησης και άλλες αποτελούν αντικείμενο μελλοντικού σχεδιασμού.

A. ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΗΔΗ ΥΛΟΠΟΙΗΘΕΙ

1. Εγκατάσταση εξοπλισμού αντιστάθμισης αέργου ισχύος (βελτίωσης συντελεστή ισχύος) στους κεντρικούς Υ/Σ :
 - 150/20kV Ορ. Αμυνταίου(Συγκροτήματα πυκνωτών 16,5Mvar)
 - 150/15kV & 150/20kV Ορ. Νοτίου Πεδίου (Συγκροτήματα πυκνωτών 35,4 και 26,4Mvar αντίστοιχα)
 - 150/20kV Ορ. Μεγαλόπολης (Συγκροτήματα πυκνωτών 26Mvar)
 - Στους κεντρικούς υποσταθμούς 20/6kV των Ορυχείων Κυρίου Πεδίου (Βορείου Τομέα και Κομάνου), Ορυχείου Τομέα 6 και του νέου Ορυχείου Μαυροπηγής (Συγκροτήματα πυκνωτών 25,6Mvar) στο επίπεδο τάσης 6kV

Το αρχικό Έργο ξεκίνησε το Δεκέμβριο 1998 και ολοκληρώθηκε εντός του 2000, στοίχισε συνολικά 2.433.749€ και χρηματοδοτήθηκε σε ποσοστό 45% από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας. Ο στόχος του Έργου, που ήταν η αύξηση του συντελεστή ισχύος στις εγκαταστάσεις ηλεκτρικής τροφοδοσίας των Ορυχείων από 0,6 περίπου στην τιμή 0,85, επιτεύχθηκε πλήρως. (Η τιμή συντελεστή ισχύος 0,85 καθορίστηκε από τη Γενική Διεύθυνση Διανομής της ΔΕΗ, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της για αμοιβή/ποινή προς τους βιομηχανικούς της πελάτες).

Σύμφωνα με Κοινή Υπουργική Απόφαση (Εγγραφο ΥΠΙΑΝ ΑΠ Δ5/ΗΛ/Β/Φ1.α/9021 από 17.05.05),ζητήθηκε η περαιτέρω βελτίωση του συντελεστή ισχύος των ηλεκτρικών καταναλώσεων των Ορυχείων ,τουλάχιστον στην τιμή 0,95.

Για το λόγο αυτό ανατέθηκε από τη ΔΕΗ νέο Έργο βελτίωσης του συντελεστή ισχύος στους παραπάνω Υ/Σ με την προσθήκη συγκροτημάτων πυκνωτών (13,7Mvar στον Υ/Σ 150/20kV Ορ. Νοτίου Πεδίου, 7,1Mvar στον Υ/Σ 150/15kV Ορ. Νοτίου Πεδίου, 21,75Mvar στον Υ/Σ 150/20kV Ορ. Αμυνταίου και 1Mvar στον Υ/Σ 150/20kV Ορ. Μεγαλόπολης, ήτοι συνολικά 43,55 Mvar). Το έργο, ύψους 671.105€, ξεκίνησε το Μάρτιο του 2006 και αναμένεται η ολοκλήρωσή του εντός του μηνός Νοεμβρίου.

Το συνολικό κόστος του εν λόγω Έργου ανήλθε στο ποσό 3.104.854 €.

2. Έκδοση φυλλαδίου, στο οποίο παρουσιάζονται με απλό, εύληπτο τρόπο όλες οι σκέψεις και προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα Λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ, το οποίο έχει διανεμηθεί σε όλο το προσωπικό της Γενικής Διεύθυνσης Ορυχείων (ΔΛΚΔΜ,ΔΛΚΜ,ΔΜΑΟΡ)
3. Προμήθεια και εγκατάσταση μετρητών και ενεργού και αέργου ισχύος, καθώς και ενέργειας, ώστε να υπάρξουν συστηματικές μετρήσεις, με ενιαίο τρόπο, των αντιστοίχων καταναλώσεων, στις οποίες θα βασισθούν οι περαιτέρω ενέργειες και μέτρα εξοικονόμησης.
4. Συστηματοποίηση (με ενημέρωση όλων των ενδιαφερομένων τεχνικών) της μεθόδου αποτίμησης των απωλειών (ή βαθμού απόδοσης) :
 - Ηλεκτροκινητήρων
 - Μ/Σ ισχύος

τους οποίους προμηθεύεται η Γενική Διεύθυνση Ορυχείων ώστε ο βαθμός απόδοσης να εκτιμάται ποσοτικά και να συμβάλλουμε στην προμήθεια, όσο είναι οικονομικοτεχνικά σκόπιμο, εξοπλισμού χαμηλών απωλειών ισχύος και ενέργειας.

5. Καταβολή συνεχούς προσπάθειας για μετατροπή των εξωτερικών αποθέσεων αγόνων σε εσωτερικές στο συντομότερο δυνατό χρόνο για το λόγο της διακίνησης μαζών σε μικρότερες αποστάσεις,, εφόσον επιτρέπουν τα λοιπά δεδομένα της εκμετάλλευσης των Ορυχείων.
6. Συμμετοχή της Γενικής Διεύθυνσης Ορυχείων της ΔΕΗ σε Διεθνή Προγράμματα όπως :
 1. Πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας στα Λιγνιτωρυχεία, το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την ECSC (EKAX), European Committee for Steel and Coal, (Ευρωπαϊκή Κοινοπραξία Άνθρακος και Χάλυβος) με συμμετοχή RHEINBRAUN ENGINEERING, DMT, ΔΕΗ και Πανεπιστημίου του Nottingham, με συντονιστή τη RHEINBRAUN ENGINEERING. Η πρόταση υποβλήθηκε το Σεπτέμβριο του 1999.
Προϋπολογισμός : 1.566.000 € συνολικά (277.500 € για το τμήμα της ΔΕΗ).
 2. Πρόγραμμα «Ενεργειακής Σοφίας» (Energy Wisdom) στο πλαίσιο της EURELECTRIC, όπου καταγράφονται όλες οι δράσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας στις Ηλεκτρικές Επιχειρήσεις της Ευρώπης (πέραν εκείνων, οι οποίες είναι επιβεβλημένες από την αντίστοιχη Νομοθεσία των επί μέρους κρατών).
7. **Χρήση συστημάτων τροφοδοσίας και ελέγχου κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα (AC Drives) με μετατροπείς συχνότητας με IGBT (ανορθωτικές μονάδες και μονάδες αντιστροφών)**

Το Έργο που εκτελείται στα Ορυχεία Καρδιάς, Κυρίου Πεδίου και Νοτίου Πεδίου του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας , περιλαμβάνει τη μελέτη, προμήθεια, εγκατάσταση, δοκιμές και θέση σε λειτουργία εβδομήντα (70) πλήρως εξοπλισμένων υποσταθμών κίνησης ιμάντα ταινιοδρόμων (ταινιοσταθμών), για την ηλεκτρική τροφοδότηση κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα χαμηλής τάσης (690V ή 400V), ελεγχόμενων από συστήματα οδήγησης κινητήρων (AC Drives) με μετατροπείς συχνότητας με IGBT (ανορθωτικές μονάδες και μονάδες αντιστροφών), σε αντικατάσταση των υφιστάμενων δακτυλιοφόρων κινητήρων 6kV με συγκροτήματα αντιστάσεων εκκίνησης.

Η προμήθεια και εγκατάσταση των κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα, των ογκομετρικών ταινιοζυγών καθώς και των Μ/Σ υποβιβασμού ΜΤ (15 ή 20 kV) / ΧΤ (690V ή 400V) περιλαμβάνεται στο αντικείμενο της επένδυσης.

Το Έργο ξεκίνησε τον Αύγουστο 2005 και θα ολοκληρωθεί εντός του 2007. Το συνολικό του κόστος ανέρχεται σε 30.000.000 € περίπου.

Εξοικονόμηση ενέργειας-Αναμενόμενα Ενεργειακά οφέλη του Έργου

Με την εγκατάσταση, στους ταινιοδρόμους του Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας, συστημάτων οδήγησης κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα χαμηλής τάσης με μετατροπείς συχνότητας με IGBT, στη θέση των υφισταμένων δακτυλιοφόρων κινητήρων 6kV με αντιστάσεις εκκίνησης, θα επέλθει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας στη λειτουργία του Λιγνιτικού Κέντρου, η οποία θα προέρχεται από τα περιγραφόμενα παρακάτω :

- Λειτουργία των ταινιοδρόμων με μεταβαλλόμενη ταχύτητα (αντί της σταθερής που λειτουργούν μέχρι σήμερα) από 50% έως 100% της ονομαστικής ταχύτητας (5,24m/sec), η οποία θα καθορίζεται από τη μέτρηση παροχής, που θα μετρά ογκομετρικός ταινιοζυγός εγκατεστημένος σε κάθε κλάδο ταινιοδρόμων (εκσκαφής ή απόθεσης) έτσι, ώστε ο διερχόμενος από τη διατομή του ιμάντα του ταινιοδρόμου όγκος υλικού να είναι πάντα σταθερός.
- Ανάκτηση ενέργειας στο δίκτυο (regeneration), κατά το στάδιο πέδησης του ταινιοδρόμου
- Επίτευξη τιμής συντελεστή ισχύος περίπου 1, με κατάλληλο έλεγχο της έναυσης των IGBT

Η εν λόγω αντικατάσταση, όπως έχει αποδειχθεί με βάση μετρήσεις σε προηγούμενες ανάλογες εγκαταστάσεις, επιφέρει εξοικονόμηση :

- ενεργού ισχύος (επομένως και ενέργειας)
- αέργου ισχύος (επομένως και ενέργειας)

Αναλυτικότερα η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενεργού ισχύος και ενέργειας υπολογίζεται ως εξής :

1. Λόγω κατάργησης των βαθμίδων μόνιμης ολίσθησης των δακτυλιοφόρων κινητήρων : 3%
2. Λόγω αφαίρεσης των αντιστάσεων εκκίνησης: 0,5%
3. Λόγω μείωσης της κινητικής ενέργειας επιτάχυνσης (ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας):0,4%
4. Λόγω της ανακτώμενης ενέργειας πέδησης (Regenerative braking):0,5%

5. Λόγω προσαρμογής της ταχύτητας στις ανάγκες του φορτίου του ταινιοδρόμου:15%

Σύμφωνα με τα προηγούμενα απολογιστικά στοιχεία σε προηγούμενες ανάλογες εγκαταστάσεις (Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης και Ορυχείο Nochten Γερμανίας), η μέση ταχύτητα v που επιτυγχάνεται μέσω των μετατροπέων συχνότητας ανέρχεται σε 0,68 της ονομαστικής. Παράλληλα, λόγω της αύξησης του ανά μονάδα μήκους φορτίου του ιμάντα, (ώστε να διατηρείται σταθερή η παροχή με τη μειωμένη ταχύτητα) προκύπτει αύξηση της αντίστασης F του ιμάντα κατά 25% περίπου.

Μετά από τα παραπάνω και δεδομένου ότι: Ισχύς $P=F \cdot v$, η τελική κατανάλωση ισχύος υπολογίζεται σε $P_{TEΛ}=1,25F \cdot 0,68v=0,85 P_{APX}$

Άρα η αναμενόμενη μείωση κατανάλωσης ισχύος και ενέργειας λόγω μείωσης ταχύτητας ανέρχεται σε 15%.

Συνολικά λοιπόν η κατανάλωση ισχύος και ενέργειας αναμένεται να μειωθεί κατά $15\%+3\%+0,5\%+0,4\%+0,5\%=19,4\%$, οπότε ένα ποσοστό μείωσης τουλάχιστον 15% πρέπει να θεωρείται βέβαιο (ασφαλές).

6. Λόγω βελτίωσης του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$) των κινητήρων από περίπου 0,75 (στα $\frac{3}{4}$ του πλήρους φορτίου), χωρίς μετατροπείς συχνότητας, σε 0,98 με την επενέργεια των μετατροπέων.

Η συνολική εξοικονομούμενη άεργος ισχύς εκτιμάται ως εξής :

$Q_{ΟΛΙΚΗ} = \Sigma P_i (\tan\phi_{APX} - \tan\phi_{TEΛ})$, όπου ΣP_i η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των κινητήρων κίνησης ιμάντα των ταινιοδρόμων των Ορυχείων, $\tan\phi_{TEΛ}=0,203$ και $\tan\phi_{APX}=0,882$.

Για τους ταινιοδρόμους των τριών Ορυχείων του παρόντος Έργου, ισχύει:

$$\Sigma P_i = 77.770 \text{ kW}$$

συνεπώς η συνολική εξοικονομούμενη άεργος ισχύς εκτιμάται ως εξής:

$$Q_{ΟΛΙΚΗ} = 52.806 \text{ kvar}$$

Λαμβάνοντας υπόψη ως ετήσιο χρόνο λειτουργίας των κινητήρων 5000 ώρες και συντελεστή φορτισιμότητας 0,75, προκύπτει **ετήσια συνολική εξοικονόμηση ενέργειας 198 MWh.**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Για την τροφοδοσία ενός ή περισσότερων κινητήρων κίνησης του ιμάντα ταινιοδρόμου και για τον έλεγχο των στροφών των κινητήρων αυτών, χρησιμοποιούνται στα Ορυχεία της ΔΕΗ διατάξεις μετατροπέων συχνότητας, με δυνατότητα επανάκτησης ενέργειας στο

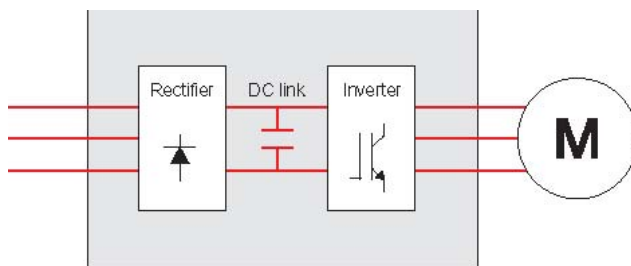
δίκτυο (regeneration), τοποθετημένες σε πεδία (cabinets), βαθμού προστασίας τουλάχιστον IP21.

Για τον έλεγχο των μετατροπέων συχνότητας προβλέπεται έλεγχος κλειστού βρόχου, που εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των κινητηρίων μονάδων του ταινιοδρόμου (κινητήρας- μειωτήρας), με έλεγχο της ταχύτητας και της ροπής των κινητήρων και με παντελή απουσία ενδεχομένων ταλαντώσεων.

Οι μετατροπείς συχνότητας επικοινωνούν με το τοπικό PLC του ταινιοσταθμού (υποσταθμού) του ταινιοδρόμου, μέσω δικτύου επικοινωνίας PROFIBUS.

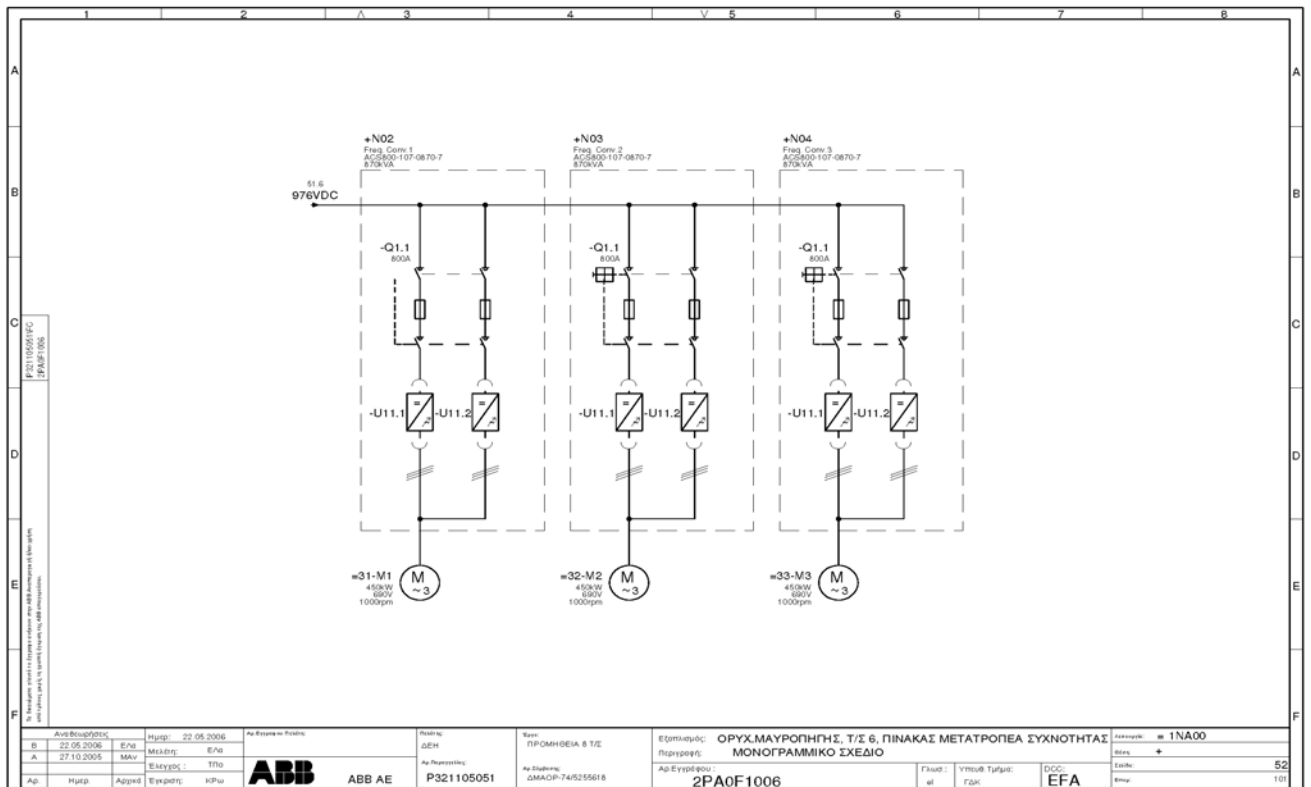
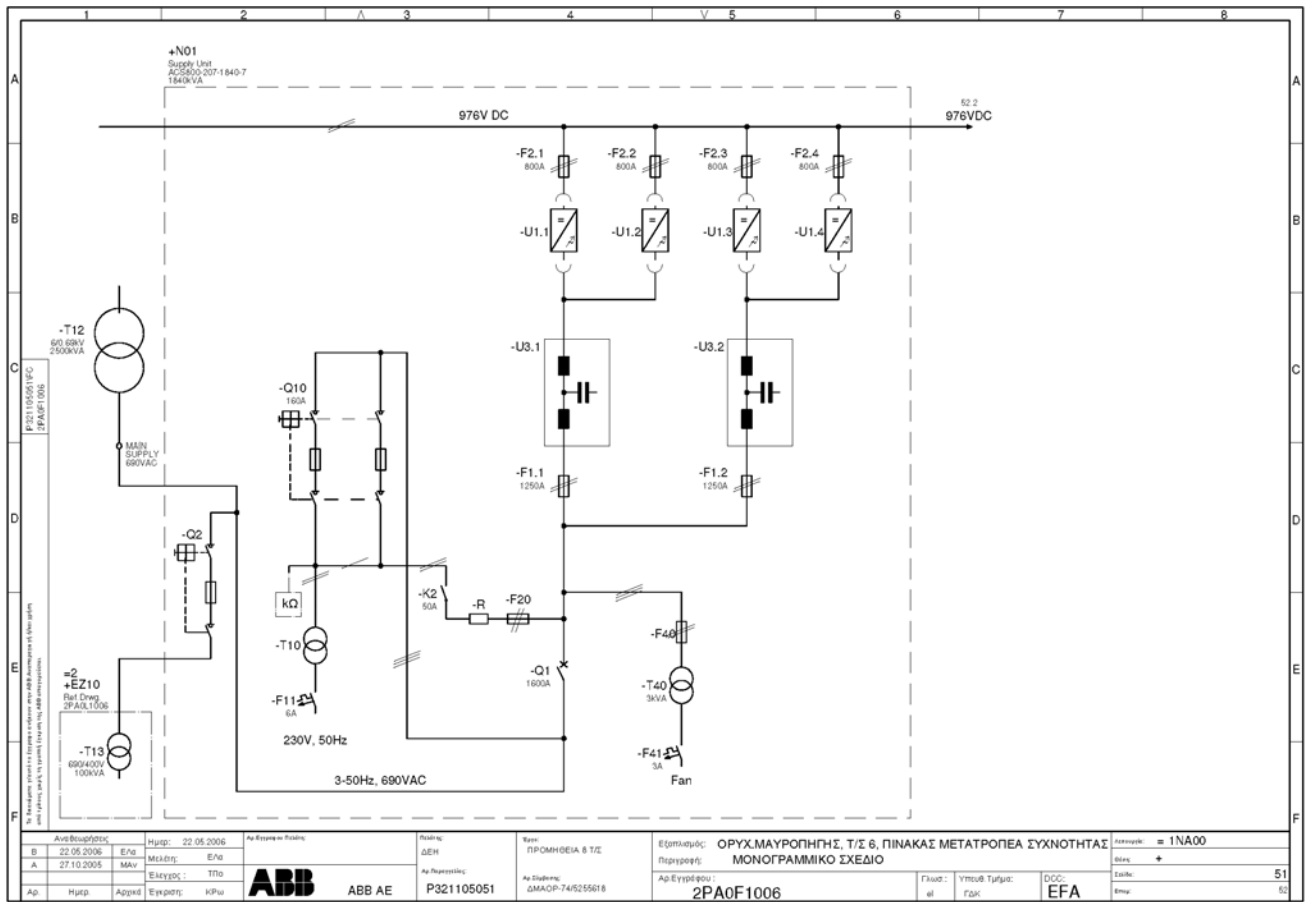
Η διάταξη των πεδίων μετατροπέων συχνότητας αποτελείται από τα πεδία της ανορθωτικής μονάδας με IGBT(AFE Converter), που εξυπηρετεί το σύνολο των κινητήρων του ταινιοδρόμου, και τα πεδία των αντιστροφών (inverters), ένα για κάθε κινητήρα.

Η ανορθωτική μονάδα με IGBT, για τη μετατροπή της τριφασικής AC τάσης σε DC τάση, παρέχει τη δυνατότητα επανάκτησης ενέργειας στο δίκτυο τροφοδοσίας (regenerative drive system).



Το κυρίως κύκλωμα αποτελείται από το γενικό διακόπτη εισόδου, τη σειρά ασφαλειών, φίλτρο γραμμής LCL, φίλτρο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC), σύμφωνα με τα όρια που ορίζονται στο EN 61800-3, για περιβάλλον 2, Κατηγορία C3 και το μετατροπέα. Ο μετατροπέας όταν λειτουργεί σε παθητική κατάσταση (passive mode), λειτουργεί σαν ανορθωτική διάταξη, ενώ όταν λειτουργεί σε ενεργητική κατάσταση (active mode) τα IGBTs ελέγχονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συγκρατούν την DC τάση σταθερή και την κυματομορφή του ρεύματος του δικτύου ημιτονοειδή. Ταυτόχρονα, ο έλεγχος της εισόδου παρέχει συντελεστή ισχύος σχεδόν ίσο με τη μονάδα. Έτσι δεν απαιτείται αντιστάθμιση αέργου ισχύος. Η ανορθωτική μονάδα μπορεί να παρέχει σταθερή τάση στον κινητήρα ακόμα κι αν η τάση του δικτύου είναι χαμηλότερη από την ονομαστική.

Οι αντιστροφείς (Inverters) έχουν ενσωματωμένους πυκνωτές για την ομαλοποίηση της τάσης στους ζυγούς DC. Η ηλεκτρική σύνδεση με τον κοινό ζυγό DC προστατεύεται από ασφάλειες. Υπάρχει ένας επιπλέον ασφαλειοδιακόπτης με συσκευή προφορτίσεως των πυκνωτών για να καθίσταται εφικτή η απρόσκοπτη αποσύνδεση του αντιστροφέα από τους ζυγούς.



Οι μονάδες των ανορθωτικών μονάδων με IGBT και των αντιστροφών (inverters), επιλέγονται με βάση τις ισχύεις των κινητηρίων μονάδων και έτσι, ώστε να ικανοποιούνται:

- η απαίτηση φορτίου σταθερής ροπής με δυνατότητα υπερφόρτισης 150% για 60sec κάθε 5min.
- Οι τροφοδοτούμενοι κινητήρες πρέπει να μπορούν να εκκινούν από θερμή κατάσταση δέκα (10) φορές, ισαπέχουσες χρονικά, μέσα σε μία (1) ώρα με μέση ροπή εκκίνησης 1,5 φορά την ονομαστική.Στους ενδιάμεσους χρόνους μεταξύ εκκινήσεων θα ληφθεί υπόψη ότι οι κινητήρες λειτουργούν με ονομαστικό φορτίο (χρόνος εκκίνησης 60sec κατά μέγιστο).Επίσης, θα μπορούν να εκκινούν από ψυχρή κατάσταση τρεις (3) φορές αλληπάλληλες με μέση ροπή εκκίνησης 1,5 φορά την ονομαστική, χωρίς να ληφθούν υπόψη ενδιάμεσοι χρόνοι για πέδηση, λειτουργία εν κενώ ή ακινητοποίηση.

Οι μετατροπείς συχνότητας έχουν μεγάλη ποικιλία παρελκόμενων ενσωματωμένων σε αυτούς, προγραμματίζονται εύκολα και είναι εφικτή η χρήση τους σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλά περιθώρια υπερφορτίσεων.

Τα συστήματα των μετατροπέων διαθέτουν τοπικές μονάδες ελέγχου βασισμένες σε τεχνολογία μικροεπεξεργαστών. Οι μονάδες ελέγχου αυτές, διαθέτουν εγκατεστημένο λογισμικό ειδικής διαγνωστικής διευκόλυνσης της λειτουργίας και συντήρησής τους .

Στα πεδία των μετατροπέων συχνότητας περιέχονται επίσης φίλτρα common mode και φίλτρα dv/dt. Τα φίλτρα common mode και dV/dt είναι απαραίτητα για την αποκοπή υψίσυχνων παρασιτικών ρευμάτων από το μετατροπέα συχνότητας προς τον κινητήρα, για την αποκοπή αιχμών τάσης και για τη διαφύλαξη των μονώσεων των κινητήρων από κρουστικές καταπονήσεις.

Ρύθμιση της ταχύτητας των ταινιοδρόμων-Αρχή σχεδίασης:

Οι ταινιόδρομοι λειτουργούν περισσότερο αποδοτικά και με ασφάλεια μέσα σε μια ορισμένη κλίμακα τάνυσης. Η τάνυση μεταβάλλεται καθώς το φορτίο αλλάζει, αυτό σημαίνει ότι απαιτείται συνεχής προσαρμογή της ταχύτητας ανάλογη της παροχής του εισερχόμενου φορτίου ώστε η κατανομή του υλικού να είναι κατά το δυνατόν ομοιόμορφη κατά μήκος της ταινίας. Η ομοιόμορφη κατανομή περιορίζει αναπηδήσεις και φθορές στα εξαρτήματα και διατηρεί τη τάνυση στα προβλεπόμενα όρια.

Όταν η ταινία λειτουργεί σε πλήρες φορτίο τότε πρέπει να κινείται με ονομαστική ταχύτητα. Η ταχύτητα μπορεί να προσαρμόζεται (μειώνεται) στην πραγματική ροή υλικού (όγκο) στο σημείο φόρτωσης. Η μέθοδος αυτή διατηρεί μια σταθερή διατομή υλικού και ένα σταθερό συνολικό φορτίο πάνω στη ταινία. Η σταθερή διατομή του υλικού αποδίδει ένα βέλτιστο λόγο φόρτωσης (loading ratio) οπότε αναμένεται

χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα μεταφερόμενου υλικού (KWh / Ton / km) σε σχέση με ένα ταινιόδρομο σταθερής ταχύτητας.

Η παραπάνω μέθοδος εγείρει την απαίτηση για διαδικασία ρύθμισης και στους επόμενους ταινιοδρόμους, σύμφωνα με την οποία, η ταχύτητα θα είναι ταυτόχρονα κοινή για όλους τους Τ/Δ ενός Υποκλάδου (Υ/Κ) ταινιοδρόμων. Για το λόγο αυτό εκτός από τα σήματα μανδαλωμένης λειτουργίας, θα πρέπει ο πρώτος Τ/Δ ενός Υ/Κ να μεταδίδει στους επόμενους Τ/Δ και την επιθυμητή ταχύτητα. Σημειώνουμε επίσης ότι η αύξηση της ταχύτητας θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τη δυσμενέστερη δυνατή φόρτιση του Υ/Κ.

Ογκομετρικός ταινιοζυγός

Στους ταινιοδρόμους μέτρησης της παροχής του υλικού, υπάρχει εγκατεστημένη πλήρης διάταξη ογκομετρικού ταινιοζυγού.

Το σήμα του ταινιοζυγού μεταφέρεται προς το PLC του ταινιοσταθμού. Η επιθυμητή τιμή της ταχύτητας του ιμάντα, επεξεργάζεται από το λογισμικό του PLC του ταινιοσταθμού και αποστέλλεται στο μετατροπέα συχνότητας μέσω δικτύου επικοινωνίας PROFIBUS.

Υπάρχει ειδική διάταξη στήριξης του ταινιοζυγού στον ταινιόδρομο, για την πρόσβαση του προσωπικού για ρύθμιση και συντήρηση, καθώς και μονάδα προστασίας από την σκόνη.

Το σύστημα αποτελείται από κατάλληλο αισθητήριο (δισδιάστατη σάρωση με " Laser") και μονάδα αξιολόγησης. Το σύστημα μέτρησης του ταινιοζυγού παρέχει συνεχή ογκομετρική μέτρηση και μέτρηση μάζας με παραμετροποίηση του ειδικού βάρους για το μεταφερόμενο υλικό.

B. ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΠΟ ΕΞΕΛΙΞΗ

1. Καταγραφή των στοιχείων ροής ενέργειας όπως :

- Μονογραμμικά διαγράμματα των Υποσταθμών (Κεντρικών Υ/Σ και Ταινιοσταθμών Κεφαλής Τ/Σ) των Ορυχείων.
- Διαγράμματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στα Ορυχεία.
(Πορεία Εργασιών : Τα μονογραμμικά διαγράμματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν διανεμηθεί από τη Διεύθυνση Μελετών και Ανάπτυξης Ορυχείων σε όλα τα ορυχεία και αναμένονται προτάσεις για τη βελτίωση και την οριστικοποίηση τους).
- Ονομαστική ισχύς τροφοδοτούμενων μηχανημάτων.
- Σημεία υφισταμένων οργάνων μέτρησης καταναλισκόμενης ισχύος και ενέργειας.

- Μονογραμμικά σχέδια των ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων των συνεργείων, με καταγραφή των οργάνων μέτρησης καταναλισκόμενης ισχύος και ενέργειας στα συνεργεία (όπου υπάρχουν).
 - Στοιχεία των καταναλώσεων ισχύος – ενέργειας στα συνεργεία, όπου έχουν καταγραφεί.
2. Διαμόρφωση τυποποιημένου εντύπου, στο οποίο θα καταγράφονται με τρόπο συστηματικό και ενιαίο, σε όλα τα Ορυχεία οι καταναλώσεις ενεργού και αέργου ισχύος και ενέργειας.
- (Πορεία εργασιών : Έχει προταθεί σχέδιο του σχετικού εντύπου το οποίο έχει διανεμηθεί σε όλα τα Ορυχεία και αναμένεται η συγκέντρωση των παρατηρήσεων, ώστε να βελτιωθεί και να οριστικοποιηθεί).
3. Έκδοση γενικών οδηγιών για την προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στους εξής επί μέρους τομείς :
- Φωτισμός T/Δ
 - Θέρμανση – Φωτισμός κτηρίων
 - Εκμετάλλευση T/Δ (καθαρισμός, ευθυγράμμιση T/Δ, συντήρηση ραούλων).
4. Έκδοση οδηγιών για η καταγραφή των μετρήσεων καταναλισκόμενης ισχύος και ενέργειας στους εξής επί μέρους τομείς
- Εκσκαφή
 - Μεταφορά (T/Δ)
 - Απόθεση
 - Αντλήσεις
 - Συνεργεία
5. Υποβολή προτάσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της θέρμανσης των κτηρίων Συνεργείων Επισκευής τροχοφόρων οχημάτων και βαρέων μηχανημάτων των Λιγνιτικών Κέντρων με :
- Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για τη θέρμανση ύδατος χρήσης
 - Αντικατάσταση της υφισταμένης ηλεκτρικής θέρμανσης (μέσω ηλ. Αεροθέρμων) με θέρμανση μέσω ύδατος θερμαινόμενου από λέβητα πετρελαίου.

Γ. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΕΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

1. Επεξεργασία των στοιχείων, ώστε να επιτευχθούν :
- Εντοπισμός αδυνάτων σημείων στις εγκαταστάσεις των Ορυχείων από πλευράς κατανάλωσης ισχύος – ενέργειας.

- Βελτίωση του εξοπλισμού (Μείωση αντιστάσεων – τριβών Τ/Δ, βελτίωση ραούλων) κλπ..
 - Τηλεθέρμανση κτηρίων – Συνεργειών
Εξέταση οικονομικότεχνης σκοπιμότητας χρήσης τηλεθέρμανσης (με ατμό απομαστευόμενο από τους εκάστοτε πλησιέστερους ΑΗΣ) για τη θέρμανση ύδατος χρήσης και χωρών των κτηρίων και συνεργειών των Λιγνιτικών Κέντρων της ΔΕΗ.
 - Αξιολόγηση – Επιλογή των Μέτρων που θα προταθούν και κατάταξή τους, σύμφωνα και με τις σχετική πρακτική στην ΕΕ, σε :
 - Μέτρα Χαμηλού κόστους (Good House-keeping)
 - Μέτρα Μεσαίου κόστους
 - Μέτρα Υψηλού κόστους
 - Καθορισμός Μεθόδων υπολογισμού του χρόνου ανάκτησης Κεφαλαίου για κάθε περίπτωση προτεινόμενης επένδυσης.
2. Εκπαίδευση – Ενημέρωση Προσωπικού
- Διοργάνωση Ημερίδων με θέματα τους τρόπους και μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα Λιγνιτικά Κέντρα
 - Κατάρτιση προγραμμάτων ενημέρωσης – εκπαίδευσης του προσωπικού, ώστε να εξοικειωθεί με τα θέματα Εξοικονόμησης και Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας.
3. Εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (Energy Management System) ώστε να ελαχιστοποιηθεί η χρέωση λόγω ενεργειακής κατανάλωσης στα Ορυχεία (είτε πραγματική είτε λογιστική), πράγμα που θα συμβάλει στο στόχο της μείωσης του κόστους του Λιγνίτη.

ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ

Μ. Χάμψας - Κοντογεωργάκης, Βοηθός Διευθυντής

Α. Σωκρατίδου, Τομεάρχης

Διεύθυνση Περιβάλλοντος Ορυχείων, ΔΕΗ ΑΕ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης (ΛΚΜ) της ΔΕΗ Α.Ε. λειτουργούν τρία ορυχεία, τα οποία τροφοδοτούν τους 2 Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (ΑΗΣ) της ΔΕΗ της περιοχής.

Ο παραγόμενος από τα ορυχεία λιγνίτης εμφανίζει μια μεταβλητότητα της ποιότητας, που οφείλεται κυρίως σε γεωλογικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα κατά περιόδους οι ΑΗΣ να μη λειτουργούν στις βέλτιστες συνθήκες, δηλ. να υπάρχει αδυναμία επίτευξης της πλήρους πραγματικής παραγωγικής ισχύος και κατά συνέπεια να προκαλείται μείωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως.

Στο πλαίσιο του Β΄ Κ.Π.Σ./ Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ-Π) συγχρηματοδοτήθηκε το έργο «ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ/ΔΕΗ» με σκοπό την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων καθώς και ενέργειας, στον κύκλο παραγωγής ενέργειας της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη. Ο αρχικός προϋπολογισμός των επιλέξιμων για χρηματοδότηση δαπανών του έργου, το οποίο είχε Κωδικό Αριθμό 2.2.Π.063, σύμφωνα με την εγκριτική υπουργική απόφαση ένταξης, ήταν **€630.000**, με προβλεπόμενο ποσοστό επιχορήγησης της τάξεως του 45%, προερχόμενη από εθνικούς και κοινοτικούς πόρους (ΕΤΠΑ).

Στο πλαίσιο του έργου εγκαταστάθηκε στο σύστημα ταινιοδρόμων διακίνησης λιγνίτη του ΛΚΜ, σύστημα on-line προσδιορισμού ποιοτικών χαρακτηριστικών και ποσότητας λιγνίτη, καθώς και ρύθμισης της ποιότητας του τελικού καυσίμου, με το οποίο τροφοδοτεί το ορυχείο τον ΑΗΣ και στις θέσεις προσωρινής αποθήκευσης λιγνίτη συστημάτων συνεχούς καταγραφής διακινούμενων ποσοτήτων και θέσης απόθεσης των διαφόρων ποιοτήτων λιγνίτη.

Η επιτυχής υλοποίηση του έργου, έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας ετησίως, της τάξεως των 1.750 GWh.

Στην παρούσα ανακοίνωση παρουσιάζονται συνοπτικά οι αρχές σχεδιασμού, για την πολύ μοντέρνα πρότυπη διεθνώς τεχνολογία που επιλέχθηκε, οι βασικές παράμετροι τεχνικών εφαρμογών και προσαρμογών στην παραγωγική διαδικασία, βασικά στοιχεία λειτουργίας του εξοπλισμού, οικονομικά στοιχεία με συγκριτική αξιολόγηση, καθώς και τα συνολικά ενεργειακά και οικονομικά οφέλη για την Επιχείρηση και τη χώρα.

1. Γενικά

Το έργο που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία υλοποιήθηκε από τη ΔΕΗ και συγχρηματοδοτήθηκε εν μέρει και από το ΥΠΙΑΝ στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ-II), του Β' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (Β' ΚΠΣ).

Η επένδυση είχε σαν αντικείμενο την τοποθέτηση συστημάτων συνεχούς αυτόματης καταγραφής της ποιότητας του λιγνίτη (περιεκτικότητα σε τέφρα και υγρασία και έμμεσα θερμογόνο δύναμη) επί των ταινιοδρόμων μεταφοράς λιγνίτη από τα υπαίθρια μέτωπα εξόρυξης των λιγνιτωρυχείων στις αποθήκες λιγνίτη του Λιγνιτικού Κέντρου Μεγαλόπολης (ΛΚΜ). Τα συστήματα αυτά συνδέονται με κεντρική μονάδα ελέγχου και παρακολούθησης, όπου και γίνεται άμεση καταγραφή των αποτελεσμάτων και έλεγχος της τροφοδοσίας στις αυλές ανάμειξης λιγνίτη του ΛΚΜ.

Ο αντικειμενικός σκοπός της εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων είναι η έγκαιρη διαπίστωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εξορυσσόμενου προϊόντος (λιγνίτη), επί της μεταφορικής ταινίας, με συνέπεια τη δυνατότητα άμεσης ποιοτικής ταξινόμησης και αποτελεσματικής ρύθμισης του τρόπου αποθήκευσης των διαφόρων ποιοτήτων (ανάμειξη και ομογενοποίηση λιγνίτη στις υπαίθριες αποθήκες). Αποτελεί κατ' ουσία ένα σύστημα ρύθμισης της παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή επιδρά κυρίως στο διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας για εξασφάλιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος που θα παραδίδεται στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς.

2. Υπάρχουσα κατάσταση πριν την επένδυση

Το 1997, οπότε υποβλήθηκε η πρόταση, στο ΛΚΜ λειτουργούσαν, όπως και σήμερα, τρία ορυχεία εκμετάλλευσης του υπάρχοντος λιγνιτικού κοιτάσματος (Χωρεμίου, Μαραθούσας και Κυπαρισσίων).

Ο εξορυσσόμενος λιγνίτης τροφοδοτεί (καύσιμος ύλη) τους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (ΑΗΣ) της περιοχής (3+1 Μονάδες), συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 850MW. Η μέση μηνιαία κατανάλωση λιγνίτη από τις 4 Μονάδες των ΑΗΣ ήταν περίπου 1.030.000 tn.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης των λιγνιτωρυχείων είναι η λεγόμενη «Γερμανική μέθοδος», δηλαδή εφαρμόζεται η συνεχής αδιάλειπτη ροή του υλικού (εκσκαφή-μεταφορά-απόθεση) με χρήση ειδικού βαρέως τύπου ηλεκτροκίνητου εξοπλισμού (ηλεκτροκίνητοι καδοφόροι εκσκαφείς, ταινιόδρομοι μεταφοράς και αποθέτες).

Για την ενδιάμεση (προσωρινή, μερικών ημερών) αποθήκευση του παραγομένου λιγνίτη λειτουργούν τρεις υπαίθριες αποθήκες ανάμειξης (αυλές λιγνίτη): η αυλή λιγνίτη Θωκνίας, χωρητικότητας 170.000tn, η αυλή λιγνίτη Χωρεμίου, χωρητικότητας 170.000tn και η αυλή λιγνίτη Κυπαρισσίων, χωρητικότητας 320.000tn.

Στην κάθε αποθήκη λειτουργεί ένας αποθέτης, ο οποίος μπορεί να αποθέσει λιγνίτη σε δύο επιμήκεις πλατείες εκατέρωθεν και παράλληλα με τη διαδρομή του. Σε κάθε μία από

τις δύο πλατείες, είναι εγκατεστημένος ένας απολήπτης λιγνίτη, ο οποίος φορτώνει το λιγνίτη σε ταινιόδρομο για τη μεταφορά του στα «σιλό» των ΑΗΣ. Η απόθεση του λιγνίτη στις «αυλές» επιδιώκεται να γίνεται με συνεχή κίνηση του αποθέτη σε σωρούς μήκους περίπου 100-150 m.

Από την αρχή εμφανίσθηκε η ανάγκη κοινής εκτίμησης και έκφρασης της πολυπαραγοντικής ποιότητας του λιγνίτη. Σε κάθε λιγνιτικό ορίζοντα του κοιτάσματος (στρώμα) γίνεται μια σειρά αναλύσεων, παρατηρήσεων και μετρήσεων, η μελέτη των οποίων δείχνει τις ποιοτικές διαβαθμίσεις των λιγνιτικών στρωμάτων, σε συνάρτηση με τον τεκτονισμό τους και τη γεωμετρία τους. Όλα αυτά τα στοιχεία αποτυπώνονται σε ειδικούς χάρτες και καταγράφονται και σε ανάλογα αρχεία σε Η/Υ.

Με βάση το πρόγραμμα εκμετάλλευσης, τους ποιοτικούς χάρτες και την ταξινόμηση των λιγνιτών, δίνεται εντολή από τους επιβλέποντες στο προσωπικό της κάθε αυλής για το είδος και τη θέση της απόθεσης του κάθε υλικού.

Με τον τρόπο αυτό, δηλ. αποθέτοντας το εξορυχθέν υλικό σε μήκος υπερδιπλάσιο από εκείνο του επί του μετώπου (in-situ) και σε πολλαπλές επάλληλες στρώσεις, εξασφαλίζεται η ομογενοποίηση του λιγνίτη με στόχο τη σταθερότητα της ποιότητας τροφοδοσίας των ΑΗΣ.

Η ανωτέρω περιγραφείσα διαδικασία ανάμειξης και ομογενοποίησης στηρίζεται κατά κύριο λόγο στην εμπειρία του επιβλέποντος και των χειριστών των αποθετών και στα αποτελέσματα των δειγματοληπτικών ελέγχων επί των μετώπων εξόρυξης. Οι αδυναμίες της παραπάνω διαδικασίας εντοπίζονται ως εκ τούτου στα τυχόν ανθρώπινα σφάλματα και στις ελλειπείς πληροφορίες που προέρχονται από τα μέτωπα εξόρυξης λόγω εγγενών αδυναμιών (μικρός αριθμός δειγματοληψιών, εξαλλοιώσεις των μετώπων, μη γνώση της ακριβούς θέσης του κάθε εκσκαφέα ανά πάσα στιγμή της λειτουργίας του). Συνέπεια των παραπάνω είναι η μη πλήρης επίτευξη της ομογενοποίησης με αποτέλεσμα την κατά διαστήματα τροφοδοσία των ΑΗΣ με λιγνίτη ποιότητας κατώτερης της συμβατικής και τη χρησιμοποίηση από τους ΑΗΣ πετρελαίου και λιθάνθρακα για τη στήριξη της καύσης.

Το σύστημα, που παρουσιάζουμε σήμερα, στηρίζεται στην on-line καταγραφή της ποιότητας του παραγόμενου λιγνίτη, με αποτέλεσμα την έγκαιρη και αποτελεσματικότερη επέμβαση, με στόχο την πλήρη και πιο αξιόπιστη ομογενοποίηση του λιγνίτη και τη συνεπακόλουθη σταθεροποίηση της ποιότητάς του.

3. Σκοπιμότητα της επένδυσης

Η υπόψη επένδυση επιχειρεί την ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος ποιοτικού ελέγχου και ομογενοποίησης, κατάλληλο για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των ορυχείων και των ΑΗΣ του Λιγνιτικού Κέντρου Μεγαλόπολης. Η συγκεκριμένη επένδυση συμβάλλει στη μείωση του εύρους των ημερήσιων διακυμάνσεων στην

ποιότητα του λιγνίτη που τροφοδοτεί τους ατμο-ηλεκτρικούς σταθμούς (ΑΗΣ) Μεγαλόπολης. Οι διακυμάνσεις αυτές είναι δυνατό να προκαλέσουν την ταπείνωση της απόδοσης λειτουργίας των καυστήρων σε επίπεδα σημαντικά χαμηλότερα από την ονομαστική ισχύ τους. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι οι ΑΗΣ να χρησιμοποιούν πετρέλαιο και λιθάνθρακα προκειμένου να στηρίζουν την καύση και να επιτύχουν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ, σύμφωνη με τις ονομαστικές δυνατότητές τους και ανάλογη βέβαια, με τα απαιτούμενα από το εθνικό δίκτυο της χώρας, ηλεκτρικά φορτία. Πλέον αυτού η αυξημένη περιεκτικότητα σε τέφρα δημιουργεί έντονα προβλήματα στον εξοπλισμό των ατμοηλεκτρικών σταθμών, αύξηση της ρύπανσης και επομένως αυξημένο κόστος συντήρησης των ΑΗΣ.

Επιπλέον η μέχρι τότε διαδικασία ελέγχου της ποιότητας του λιγνίτη με δειγματοληψίες και εργαστηριακούς ελέγχους εκτός από χρονοβόρα δεν μπορούσε να διαπιστώσει ημερήσιες διακυμάνσεις οι οποίες δημιουργούσαν και το συγκεκριμένο πρόβλημα.

4. Οφέλη

Τα αναμενόμενα οφέλη από την εγκατάσταση του συστήματος, όπως είχαν εκτιμηθεί, είναι ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά.

Πιο συγκεκριμένα, μελετώντας τις παραμέτρους και σχεδιάζοντας το έργο, εκτιμούσαμε ότι, η βελτίωση της δυνατότητας ρύθμισης της ποιότητας του λιγνίτη:

- Θα βοηθήσει στην **βελτίωση του βαθμού απόδοσης των ΑΗΣ** μέσω της αύξησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση ίσης ποσότητας λιγνίτη. Εκτιμάται ότι η ετήσια απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης του 6% επί της ονομαστικής ισχύος των μονάδων. Υπολογίζεται ότι το 1996 η απώλεια ενέργειας (αδυναμία λειτουργίας στην επιθυμητή ισχύ) για τους ΑΗΣ Μεγαλόπολης ήταν 458,4 GWh. Η απώλεια αυτή οφείλεται σε κακή καύση και σε άλλα προβλήματα που δημιουργούνται στους λέβητες και τους μύλους από την κακή ποιότητα του λιγνίτη (επικαθίσεις, μείωση χρόνου ζωής εξοπλισμού).
- Θα βοηθήσει στην διασφάλιση της συνεχούς τροφοδοσίας λιγνίτη ποιότητας εντός των προδιαγραφών των ΑΗΣ και αποφυγής ποιοτικών διακυμάνσεων που έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάγκη καύσης βελτιωτικών, δηλαδή καυσίμων υψηλότερης θερμογόνου δύναμης, που είναι το πετρέλαιο και ο λιθάνθρακας. Θα επέλθει **μείωση κατά 70% του πετρελαίου και του λιθάνθρακα**.
- Εμμέσως δημιουργούνται περιβαλλοντικά οφέλη από την καλύτερη καύση και την ορθολογικότερη αξιοποίηση ορυκτών πόρων.

5. Ανάλυση κατάστασης πριν και μετά την επένδυση

5.1 Παραγωγική διαδικασία.

Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει τρεις κύριες φάσεις:

5.1.1 Σχεδιασμός – Προγραμματισμός Παραγωγής

Αφορά τη συγκέντρωση και ανάλυση όλων των πληροφοριών που αφορούν τον ποσοτικό και ποιοτικό προγραμματισμό κάθε λιγνιτικού μετώπου. Με βάση τα στοιχεία αυτά καταρτίζεται ο ανά μήνα ποσοτικός προγραμματισμός κάθε μετώπου και η σύνταξη των αντίστοιχων σχεδίων εκμετάλλευσης.

- Πριν την επένδυση ο προγραμματισμός γίνεται με βάση κυρίως τα ποσοτικά στοιχεία του κάθε λιγνιτικού μετώπου δίχως να λαμβάνονται υπ' όψη τα αποσπασματικά στοιχεία των δειγματοληπτικών ελέγχων που έχουν γίνει επί των μετώπων.
- Μετά την επένδυση υπάρχει η δυνατότητα χρήσης πλήρων και επαρκών χαρακτηριστικών του κάθε λιγνιτικού μετώπου, τα οποία σε συνδυασμό με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά θα δώσουν τη δυνατότητα προγραμματισμού και σχεδιασμού της κατά φάσεις εκμετάλλευσης του μετώπου με αποτέλεσμα την βέλτιστη εκμετάλλευσή του.

5.1.2 Παραγωγή – Ανάμειξη (ομογενοποίηση λιγνίτη)

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η εκμετάλλευση του κάθε λιγνιτικού μετώπου γίνεται με βάση τα ποσοτικά στοιχεία του μετώπου, ενώ μετά την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος θα γίνεται με βάση και τα ακριβή ποιοτικά χαρακτηριστικά του με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της χρήσης του κύριου εξοπλισμού των ορυχείων. Όσον αφορά την ομογενοποίηση του λιγνίτη, στις αυλές λιγνίτη αυτή μέχρι τώρα γινόταν με βάση τα αποτελέσματα μη επαρκών δειγματοληπτικών ελέγχων επί του μετώπου αλλά και με βάση την εμπειρία του προσωπικού από προηγούμενες εκμεταλλεύσεις του ίδιου μετώπου.

Μετά την εφαρμογή του συστήματος η ύπαρξη ποιοτικών χαρτών για το κάθε μέτωπο, οι οποίοι θα σχεδιασθούν και θα μεταβάλλονται με βάση τα στοιχεία που θα προκύπτουν συνεχώς από το νέο σύστημα θα οδηγήσει σε πληρέστερο ποιοτικό έλεγχο-ρύθμιση των αυλών λιγνίτη τα οποία αποτελούν αναγκαία προϋπόθεση για τον έλεγχο της ποιότητας και την εξασφάλιση καυσίμου εντός των προδιαγραφών σχεδιασμού-λειτουργίας των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.

5.1.3 Τροφοδοσία των ΑΗΣ

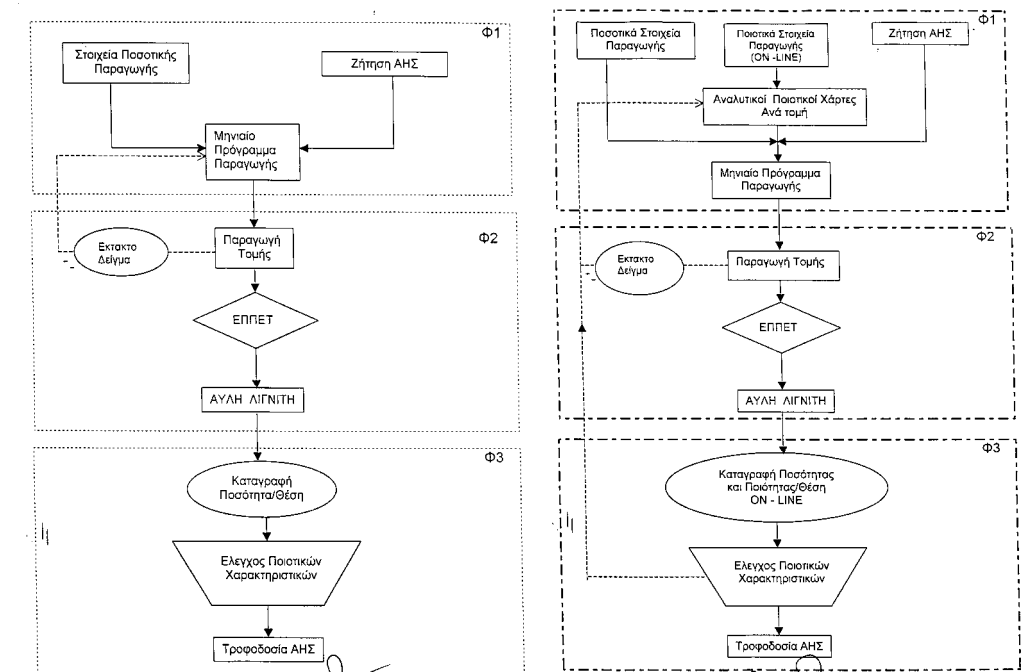
Η πριν την εγκατάσταση του συστήματος τροφοδοσία των ΑΗΣ γινόταν δίχως επαρκή γνώση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του λιγνίτη που βρισκόταν σε κάθε σημείο των αυλών λιγνίτη με αποτέλεσμα την κατά διαστήματα τροφοδοσία με χαμηλής ποιότητας λιγνίτη με όλα τα συνεπαγόμενα αποτελέσματα.

Με την ποιοτική χαρτογράφηση των αυλών λιγνίτη έχουμε περισσότερα στοιχεία αναφορικά με την προέλευση, την ποιότητα και την ποσότητα λιγνίτη ανά θέση, έτσι ώστε να γίνεται καλύτερα ο σχεδιασμός τροφοδοσίας των ΑΗΣ.

5.2 Διάγραμμα Ροής

Πριν την εγκατάσταση του συστήματος

Μετά την εγκατάσταση του συστήματος



Οι διαφορές στο διάγραμμα ροής πριν και μετά την εγκατάσταση του συστήματος, εντοπίζονται κυρίως στις φάσεις Φ1 και Φ3. Συγκεκριμένα μετά την εγκατάσταση:

- Στη φάση Φ1, συνυπολογίζονται πλέον για την σύνταξη του Μηνιαίου Προγράμματος Παραγωγής και τα ποιοτικά στοιχεία που προκύπτουν από τις συνεχείς καταγραφές του προτεινόμενου συστήματος καθώς επίσης και οι ποιοτικοί χάρτες ανά τομή που προκύπτουν από τα στοιχεία αυτά.
- Συντάσσεται Εβδομαδιαίο Πρόγραμμα Αναμείξεων, εκτός από το Μηνιαίο Πρόγραμμα Παραγωγής, κάτι που συνιστά αλλαγή θεμελιώδη στη λειτουργία των αυλών λιγνίτη, η οποία θεσμοθετεί πλέον και την ποιοτική διάσταση στον προγραμματισμό.
- Οι ποιοτικοί χάρτες ανά τομή ενημερώνονται μηνιαίως, ενώ πριν την εγκατάσταση συντάσσονται άπαξ δίχως να ενημερώνονται οι ποιοτικές διαφοροποιήσεις που προκύπτουν κατά την εξέλιξη της εκμετάλλευσης της τομής.
- Στη φάση Φ3 όπου μαζί με την Καταγραφή Ποσότητας ανά θέση, γίνεται και Καταγραφή Ποιότητας, ενώ ο Έλεγχος Ποιοτικών Χαρακτηριστικών γίνεται με μικρότερη συχνότητα και μόνο για επαλήθευση των ήδη γνωστών δεδομένων και όχι για παραγωγή πρωτογενών ποιοτικών στοιχείων και διάγνωση μιας προϋπάρχουσας κατάστασης πριν από την τροφοδοσία.

6. Εξοπλισμός

Ο ποιοτικός έλεγχος του λιγνίτη και του άνθρακα γενικότερα είναι ένα πρόβλημα πολυκριτηριακών διαστάσεων. Εκτός από τις χρονοβόρες συμβατικές μεθόδους (δειγματοληψία από τα μέτωπα εξόρυξης και τους χώρους αποθήκευσης και εργαστηριακές αναλύσεις) υπάρχουν και σύγχρονα συστήματα αναλύσεων που μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορες θέσεις της γραμμής παραγωγής και μεταφοράς (on-line analysers). Τα πλέον διαδεδομένα συστήματα “on-line” ανάλυσης του λιγνίτη περιλαμβάνουν την τεχνική προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε τέφρα και υγρασία με διάθλαση της γ-ακτινοβολίας (γ-ray backscatter) και την τεχνική αναρρόφησης της σκόνης του λιγνίτη από τα σημεία μεταφόρτωσης και την επιτόπου ανάλυσή της. Η αρχή λειτουργίας τέτοιων συστημάτων βασίζεται συνήθως σε διάφορες μεθόδους ανίχνευσης της φυσικής ραδιενέργειας ή της ραδιενέργειας που εκπέμπεται από κάποια εξωτερική πηγή.

Σύστημα μέτρησης με χρήση ακτινοβολίας -γ.

Σύμφωνα με την μέθοδο της διπλής πηγής ακτινοβολίας-γ, που εφαρμόζεται στους εν λόγω αναλυτές, δύο πηγές εκπομπής γ-ακτινοβολίας, η μια χαμηλής ενέργειας και η άλλη υψηλής, τοποθετούνται είτε μαζί είτε χωριστά κάτω από τη μεταφορική ταινία. Η μετάδοση της ακτίνας υψηλής ενέργειας εξαρτάται κυρίως από τη μάζα του μεταφερόμενου άνθρακα, ενώ η μετάδοση της ακτίνας χαμηλής ενέργειας εξαρτάται από τη μάζα και την ποσότητα της τέφρας που περιέχεται στον λιγνίτη. Οι εντάσεις των δύο ακτίνων που περνούν μέσα από το δείγμα του λιγνίτη μετρούνται χωριστά και τα αποτελέσματα συνδυάζονται για να δώσουν ένα μέτρο της περιεκτικότητας σε τέφρα, το οποίο δεν εξαρτάται από το πάχος και την μάζα του στρώματος λιγνίτη πάνω στη μεταφορική ταινία. Κατά την εφαρμογή του συστήματος αυτού σε λιγνίτη, χρησιμοποιείται ισχυρότερη πηγή ραδιενεργού ακτινοβολίας για να μπορεί να καταγράψει μεγαλύτερες περιεκτικότητες σε τέφρα. Χρησιμοποιείται αυτοματοποιημένο σύστημα ποιοτικού ελέγχου του γαιάνθρακα (άνθρακα/ λιγνίτη) για τον ταυτόχρονο προσδιορισμό της στοιχειακής ανάλυσης και της περιεκτικότητας του γαιάνθρακα σε τέφρα και βασίζεται στην αρχή της εκπομπής ακτινοβολίας γ από ένα πυρήνα ατόμου, που επανέρχεται από τη διεγερμένη στη σταθερή του κατάσταση (prompt gamma neutron activation analysis - PGNA). Η διεγερση του πυρήνα επιτυγχάνεται με το βομβαρδισμό του με νετρόνια που εκπέμπονται από κάποια πηγή ραδιενεργού ακτινοβολίας.

Σύστημα ανάλυσης δείγματος σκόνης λιγνίτη από μεταφορική ταινία

Η λειτουργία του εν λόγω συστήματος βασίζεται στη λήψη δείγματος σκόνης λιγνίτη από τα σημεία μεταφόρτωσής του. Το δείγμα διαβιβάζεται στον αναλυτή όπου βρίσκεται στο σημείο εκείνο. Οι συγκεκριμένες συσκευές (αναλυτές) μπορεί να χρησιμοποιούν σαν πηγή, είτε ραδιενεργά ισότοπα, είτε ακτινοβολία-X και η ανάλυση του δείγματος να γίνει

με φασματοσκοπία της ακτινοβολίας αυτής. Οι συγκεκριμένοι αναλυτές έχουν τη δυνατότητα μέτρησης της περιεκτικότητας σε τέφρα, θείο και θερμογόνου δύναμης. Η μέθοδος είναι αρκετά γρήγορη (απαιτούμενος χρόνος για ένα δείγμα λιγότερος από 60 δευτερόλεπτα).

Σύστημα αυτόματης δειγματοληψίας

Το σύστημα αποτελείται από μια διάταξη αυτόματης λήψης δείγματος από τον ταινιόδρομο, χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του και θραύσης του δείγματος στην κατάλληλη προς ανάλυση κοκκομετρία. Το εν λόγω σύστημα συνοδεύεται από κάποιον από τους προαναφερόμενους αναλυτές.

Τα εν λόγω συστήματα συνδέονται με τις ήδη εγκατεστημένες στα ορυχεία του ΛΚΜ, διατάξεις ελέγχου (PLCs) και παρέχουν τη δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας του ταινιοδρόμου, σε περίπτωση που το μεταφερόμενο υλικό δεν πληροί τις ποιοτικές προδιαγραφές που προβλέπονται.

7. Αποτελέσματα

Το έργο υλοποιήθηκε, όπως προαναφέρθηκε, από τη ΔΕΗ, χωρίς συμμετοχή ή εμπλοκή τρίτου μελετητικού γραφείου ή οίκου συμβούλων εκτός μόνον από την γερμανική εταιρία ANATECH GmbH, η οποία μετά από διεθνή μειοδοτικό διαγωνισμό προμήθευσε τον εξοπλισμό που είχε προδιαγραφεί (οκτώ συσκευές-συστήματα αναλυτών ραδιενεργού ακτινοβολίας).

Η παρακολούθηση των συμβάσεων συγχρηματοδότησης των έργων και η διαχείριση των σχετικών πόρων του συγκεκριμένου Μέτρου 2.2 του ΕΠΕ-Π του Β' ΚΠΣ, είχαν ανατεθεί από τα ΥΠΑΝ-ΥΠΕΘΟ στον «Ενδιάμεσο Φορέα του ΕΠΕ» (ΕΦΕΠΕ), στον οποίο συμμετείχαν τέσσερις φορείς (ΕΛΑΝΕΤ, ΚΕΠΑ, ΚΣΜΕΔΕ και ΚΑΠΕ). Το ΚΑΠΕ είχε την αρμοδιότητα των ενεργειακών επιθεωρήσεων για τα έργα και πράγματι η ενεργειακή επιθεώρηση του υπόψη έργου έγινε από το ΚΑΠΕ τη χρονική περίοδο 15.12.2001-31.12.2001. Μετά την εν λόγω επιθεώρηση συντάχθηκε έκθεση, σύμφωνα με την οποία, όπως ακριβώς είναι η διατύπωση: *«πιστοποιείται ότι: Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, όπως αυτή προέκυψε από τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης, ανέρχεται σε 1.748.455.524 KWh. Δεδομένου ότι ο ενεργειακός στόχος ανά έτος, όπως αυτός προβλεπόταν στην παραπάνω σύμβαση, ανέρχεται σε ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 1.158.282.000 KWh, παρατηρείται υπερκάλυψη του ενεργειακού στόχου κατά 50,95%.*

**ΑΞΙΟΠΙΣΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ.**

**Δημήτρης Ι. Κάργας, Σύμβουλος Ενεργειακής Οικονομίας
dkarg@tee.gr, τηλ. 22940-94532, 6937-469870**

Εισαγωγή

Έχει αποδειχθεί ότι η Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΞΕ) αποτελεί το σημαντικότερο βήμα μιας σωστής ενεργειακής πολιτικής. Ιδιαίτερα στον βιομηχανικό τομέα, η ΕΞΕ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά: στην ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα των επιχειρήσεων, στη μείωση των λειτουργικών δαπανών τους, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Επεμβάσεις και έργα εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνουν στις περισσότερες εκ των υφιστάμενων βιομηχανικών μονάδων της χώρας μας, γιατί οι αιτίες που δημιούργησαν τη σπατάλη ενέργειας εξακολουθούν να υφίστανται ακόμα.

Από τα εκατοντάδες έργα ΕΞΕ που έχουν υλοποιηθεί στην χώρα μας, είτε με αυτοχρηματοδότηση είτε μέσα από τα Επιχειρησιακά Προγράμματα Ενέργειας, προκύπτει ότι είναι δυνατόν να μειώσουμε τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας κατά 10-15% και κάποιες φορές πάνω από 25%, ενώ η αντίστοιχη οικονομική απόδοση αυτών των επενδύσεων είναι ιδιαίτερα υψηλή.

Η απαιτούμενη τεχνογνωσία για τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας υπάρχει ήδη και στη χώρα μας, ενώ στο συνολικό κόστος των έργων εξοικονόμησης ενέργειας η ελληνική συμμετοχή μπορεί να φθάσει και στο 70%. Είναι, λοιπόν, θέμα υψηλής προτεραιότητας το άμεσο ενεργειακό νοικοκύρεμα των βιομηχανιών και στη συνέχεια να πάμε σε αντικαταστάσεις εξοπλισμού και στον ενεργειακό σχεδιασμό των νέων επιχειρήσεων.

Παρά την τεράστια ενεργειακή εξάρτηση της χώρα μας, στον δείκτη «ενεργειακής έντασης» βρισκόμαστε πολύ ψηλά. Βασικές αιτίες αυτής της σπατάλης είναι οι παρακάτω:

1. Η απουσία σχετικών κανονισμών και οδηγιών, για τον Ενεργειακό Σχεδιασμό και την Ορθολογική Διαχείριση της Ενέργειας.
2. Η έλλειψη ενεργειακής συνείδησης.
3. Η μη εφαρμογή ενός Εθνικού Προγράμματος Εξοικονόμησης Ενέργειας.
4. Η απουσία (αποτελεσματικής) διαφημιστικής εκστρατείας για την εξοικονόμηση ενέργειας.
5. Η απουσία Ενεργειακών Υπευθύνων, στις ενεργοβόρες υπηρεσίες και βιομηχανίες.
6. Η γραφειοκρατία (δημόσια και ιδιωτική).

Όμως για τη σωστή υλοποίηση έργων για ΕΞΕ, προκύπτουν τα παρακάτω εύλογα ερωτήματα:

- Υπάρχουν αξιόπιστες και αποδοτικές τεχνολογίες στην αγορά;
- Ποια είναι η σωστή, για την κάθε εφαρμογή, τεχνολογία;
- Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι διαθέσιμος και σε κόστος που να επιτρέπει την ευρεία εφαρμογή του;
- Πέραν του περιβαλλοντικού οφέλους ή εθνικών μας υποχρεώσεων, υπάρχουν και οικονομικά κίνητρα για επενδύσεις στην ΕΞΕ;
- Υπάρχουν επιτυχημένες εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας σε βιομηχανίες του τόπου μας, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σαν αναφορές για παραπέρα διάδοση της Εξοικονόμησης Ενέργειας;

Στα παραπάνω βασικά ερωτήματα θα προσπαθήσουμε να δώσουμε κάποιες απαντήσεις, μέσω συγκεκριμένων εμπειριών και παραδειγμάτων έργων που έχουμε σχεδιάσει και κατασκευάσει σε ελληνικές βιομηχανίες ή έργων που βρίσκονται σε εξέλιξη.

A. Αξιόπιστες Τεχνολογίες για Εξοικονόμηση Θερμικής Ενέργειας

A.1 Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός.

Με τον όρο Ενεργειακός Σχεδιασμός εννοούμε ένα σύνολο κανονισμών, οδηγιών, προδιαγραφών και επεμβάσεων που αποβλέπουν:

- α. Στο βέλτιστο μέγεθος ενός βιομηχανικού έργου.
- β. Στην επιλογή των, ενεργειακά, πλέον κατάλληλων: παραγωγικών, οικοδομικών, ηλεκτρομηχανολογικών και ενεργειακών λύσεων.
- γ. Στη βέλτιστη χρήση της ενέργειας, κατά τη λειτουργία του έργου.

Οι βασικές αρχές ενεργειακού σχεδιασμού κτιριακών και βιομηχανικών έργων είναι διαθέσιμες, σε όποιον ενδιαφέρεται, εδώ και πολλά χρόνια.

A.2 Παράδειγμα μη ενεργειακού σχεδιασμού.

Το 1967 σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το εργοστάσιο πολυεθνικής εταιρείας για να καλύψει το 70% των αναγκών κάποιων καταναλωτικών προϊόντων της χώρας μας. Σε συνολική επιφάνεια 4.000 m² στεγάστηκαν όλες οι απαιτούμενες δραστηριότητες και η μεγιστοποίηση της αξιοποίησης του παραγωγικού και ενεργειακού δυναμικού γινόταν με 24ωρη λειτουργία του εργοστασίου.

Το 1980 σχεδιάστηκε, ανταγωνιστική της προαναφερθείσας, ελληνική βιομηχανία με τελικό στόχο να καλύψει το 30% της αγοράς (μετά από την αναμενόμενη ανακατάταξη των μεριδίων). Χωρίς σωστό χωροταξικό, παραγωγικό και ενεργειακό σχεδιασμό το νέο εργοστάσιο κάλυψε 10.000 m², με ό,τι αυτό συνεπάγεται σε: κόστος επένδυσης,

εσωτερικές μετακινήσεις, μήκος και απώλειες θερμικών και ηλεκτρικών δικτύων, κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θέρμανση κλπ. Επί πλέον λειτουργούσε μόνον 12-16 ώρες την ημέρα. Φυσικά η ανταγωνιστικότητα των προϊόντων και η τύχη της δεύτερης βιομηχανίας ήταν, από τον σχεδιασμό ακόμα, προδιαγεγραμμένη. Πράγματι, μετά από λίγα χρόνια συρρικνώθηκε και λίγες θέσεις εργασίας και δραστηριότητες διασώθηκαν.

A.3 Ανάκτηση θερμότητας από υγρά βιομηχανικά απόβλητα.

Στο θέμα της Εξοικονόμησης Ενέργειας, από τα απορριπτόμενα ζεστά βιομηχανικά απόβλητα, οι τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες, αξιόπιστες, δοκιμασμένες και έχουν -όπως θα δούμε στη συνέχεια- σύντομο χρόνο αποπληρωμής.



Από τις σημαντικότερες δευτερογενείς ενεργειακές πηγές είναι τα απορριπτόμενα, από τις βιομηχανίες, ζεστά υγρά απόβλητα. Σε κάποιους κλάδους η απορριπτόμενη ενέργεια είναι εξαιρετικά μεγάλη. Π.χ. τα μεγάλα βαφεία του τόπου μας απορρίπτουν 1.000-5.000 m³/ημέρα υγρά απόβλητα, σε μέση θερμοκρασία 60°C.

Είναι προφανές ότι η διαθέσιμη προς ανάκτηση θερμότητα είναι αξιόλογη, αν λάβουμε υπόψη μας ότι η μέση θερμοκρασία του νερού που τροφοδοτεί αυτά τα εργοστάσια είναι 17°C. Αρκεί, βέβαια, να έχει εξασφαλισθεί η χρήση της ανακτώμενης ενέργειας.

Η ανάκτηση θερμότητας γίνεται με ολοκληρωμένα συστήματα ανάκτησης θερμότητας και τη χρήση εναλλακτών. Ως προς τους εναλλάκτες, υπάρχουν δυο βασικές επιλογές:

A.3.1 Οι σωληνωτοί εναλλάκτες



Είναι από τους πλέον αξιόπιστους εναλλάκτες και ιδιαίτερα διαδεδομένοι σε βιομηχανικές εφαρμογές. Το κόστος τους δεν είναι μεγάλο και είναι επισκέψιμοι με ανοίγματα στους πυθμένες τους, για καθαρισμό. Βασικό μειονέκτημα η σχετικά μικρή επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας, με βάση τον συνολικό όγκο του εναλλάκτη.

A.3.2 Οι πλακοειδείς εναλλάκτες.

ΤΥΠΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



Είναι οι πλέον αποδοτικοί, σε εφαρμογές ανάκτησης θερμότητας από υγρά βιομηχανικά απόβλητα. Ο εικονιζόμενος εναλλάκτης έχει επιφάνεια εναλλαγής 80m² και παροχή 90m³/h.

Βασικά μειονεκτήματα: η απαίτηση προστασίας τους από υδραυλικά πλήγματα και η δυσκολία καθαρισμού τους, σε περίπτωση που θα βουλώσουν από στερεά σώματα των αποβλήτων. Όμως με απλά μέτρα είναι δυνατόν να μη βουλώσουν ποτέ, ακόμα και στα πιο δύσκολα απόβλητα, όπως είναι αυτά των βαφείων.



Δυο από τα πλέον ολοκληρωμένα και αποδοτικά συστήματα ανάκτησης θερμότητας, σε βαφεία του τύπου μας. Ισχύος 4,5 και 5 MW αντίστοιχα. Η συνολική ισχύς των συστημάτων ανάκτησης θερμότητας από υγρά απόβλητα, που έχουμε σχεδιάσει και κατασκευάσει στην Ελλάδα, με δικό μας Know How, ανέρχεται στα 28 MW.

Ως προς τα στοιχεία κόστους εγκατάστασης - οφέλους ενός παρόμοιου συστήματος, παραθέτουμε τα παρακάτω ενδεικτικά στοιχεία:

- Θερμική ισχύς συστήματος: 5.000 KW
- Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας: 1.200 tn μαζούτ /χρόνο
- Ετήσιο οικονομικό όφελος: 340.000 euros
- Κόστος έργου: 300.000 euros

A.4 Ανάκτηση θερμότητας από ζεστό απορριπτόμενο αέρα

Από τις βιομηχανικές παραγωγικές διαδικασίες, χημικές διεργασίες, καύσεις κλπ. απορρίπτονται τεράστιες ποσότητες ζεστών αερίων σε θερμοκρασίες που, συνήθως, φθάνουν τους 200°C, ενώ αρκετές φορές τους 300°C, 500°C ή και 800°C.

Επομένως, η απόρριψη π.χ. 100.000 m³/h αέρα σε θερμοκρασία 200°C δεν είναι ευκαταφρόνητη ποσότητα ενέργειας, αν λάβουμε υπόψη μας ότι ο αέρας αυτός αναπληρώνεται κάθε στιγμή από ισόποσο νωπό αέρα μέσης θερμοκρασίας 15°C.

A.4.1 Αποδοτικές τεχνολογίες ανάκτησης θερμότητας αέρα/αέρα

Στις βιομηχανικές εφαρμογές αξιοποίησης της απορριπτόμενης ενέργειας από αέρα, υπάρχουν κάποιες πρόσθετες δυσκολίες, λόγω της υγρασίας, της σκόνης, των ρύπων (κάποιες φορές διαβρωτικών) κλπ. που περιέχουν τα απορριπτόμενα αέρια. Αλλά οι διαθέσιμες τεχνολογίες έχουν δώσει τις λύσεις, στις περισσότερες των περιπτώσεων.

Βασικό θέμα είναι να διατηρούνται συνεχώς καθαρές οι επιφάνειες εναλλαγής, ώστε να μη μειώνεται η απόδοση των εναλλακτών λόγω επικάλυψης ρύπων, υγρασίας χνουδιών κλπ. **Για το σκοπό αυτό επιβάλλεται ο (πλήρης) αυτοκαθαρισμός τους εν λειτουργία.**

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν φαίνονται οι κυριότεροι τύποι εναλλακτών.



Αριστερά πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας αέρα/ αέρα, στο κέντρο σωληνωτός εναλλάκτης θερμότητας αέρα /νερού και δεξιά εναλλάκτης τύπου Rotary Wheel αέρα/ αέρα, παροχής 220.000Nm³/h.

Ο εναλλάκτης τύπου Rotary Wheel υπερτερεί σημαντικά των άλλων τύπων, για τους παρακάτω λόγους:

- i. έχει την υψηλότερη ενεργειακή απόδοση, λόγω της μεγάλης επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας και
- ii. μπορεί να έχει εγκατεστημένο πλήρες σύστημα αυτοκαθαρισμού εν λειτουργία, σε αντίθεση με τους άλλους εναλλάκτες, που πρέπει να σταματήσει η λειτουργία των μηχανών παραγωγής για να ανοιχτούν για καθαρισμό.



Αριστερά, απλό σύστημα Ανάκτησης Θερμότητας αέρα/αέρα σε ελληνική κλωστοϋφαντουργία με εναλλάκτη τύπου Rotary Wheel. Δεξιά, πρωτότυπο τριπλό Σύστημα Ανάκτησης Θερμότητας αέρα/αέρα και Μηχανικής Αντιρρόπανσης, σε ελληνική βιομηχανία. Τα συστήματα αυτά είναι πλήρως αυτοκαθαριζόμενα εν λειτουργία, με νερό πίεσης 120 bar και πεπιεσμένο αέρα. Η αποδοτική τους λειτουργία ελέγχεται, συνεχώς, από ολοκληρωμένα συστήματα SCADA. Σε ελληνικές βιομηχανίες έχουν τοποθετηθεί περισσότερα από 28 τέτοια συστήματα, με χρόνο ανάκτησης κόστους από ένα μέχρι τρία χρόνια, ανάλογα με τον χρόνο λειτουργίας τους.



Η τυπική πορεία της θερμοκρασίας του απορριπτόμενου αέρα, στο τριπλό σύστημα ανάκτησης θερμότητας της προηγούμενης φωτογραφίας, προκύπτει από τα εγκατεστημένα θερμομέτρα: Ο απορριπτόμενος αέρας εισέρχεται στο τριπλό σύστημα στους 185°C. Μετά τον πρώτο rotary wheel εξέρχεται στους 65°C και σε αυτή τη θερμοκρασία εισέρχεται στον δεύτερο rotary wheel για πρόσθετη ανάκτηση θερμότητας. Από το δεύτερο (εν σειρά) σύστημα ο αέρας εξέρχεται στους 46 °C και στη συνέχεια εισέρχεται σε σύστημα μηχανικών φίλτρων, από το οποίο τελικά βγαίνει στην ατμόσφαιρα στους 40°C.

A.4.2 Economisers

Πρόκειται για μια ιδιαίτερα αξιόπιστη και δοκιμασμένη τεχνολογία Εξοικονόμησης Ενέργειας. Οι economisers τοποθετούνται στις καμινάδες των λεβήτων και ανακτούν θερμότητα από τα απορριπτόμενα καυσαέρια. Η ανακτώμενη ενέργεια χρησιμοποιείται για την αναθέρμανση του νερού τροφοδότησης των λεβήτων, την αναθέρμανση του λαδιού στους λέβητες διαθερμικού λαδιού, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κλπ.

Βασική επισήμανση: η τελική θερμοκρασία των απορριπτόμενων καυσαερίων πρέπει να είναι πάνω από τους 160°C, αν τα καύσιμα περιέχουν θείο. Διαφορετικά θα καταστραφούν τόσο ο economiser, όσο και ο βασικός εξοπλισμός. Πρακτικά, οι εναλλάκτες αυτοί χρησιμοποιούνται σε νηξελομηχανές και σε λέβητες καυσίμων αερίων.

Οι economisers μεγιστοποιούν την ενεργειακή απόδοση των βιομηχανικών λεβήτων και αποτελούν ισχυρότατο περιβαλλοντικό και οικονομικό κίνητρο υποκατάστασης του μαζούτ με φυσικό αέριο ή LPG.

Η κατασκευή των economisers πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους πρόσφατους Κοινοτικούς Κανονισμούς και να είναι πιστοποιημένοι από αρμόδιους φορείς.

Με τους economisers μειώνουμε την κατανάλωση καυσίμων 6 -7%, με ταυτόχρονη μείωση στην εκπομπή των ρύπων που προέρχονται από την καύση.



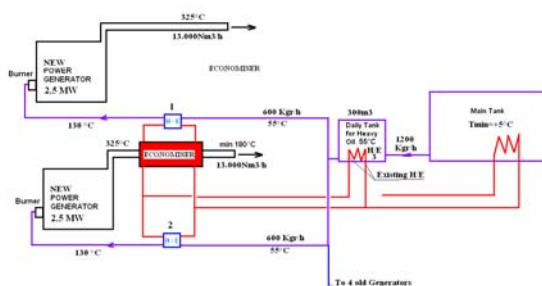
Υπερμεγέθης και αποδοτικός economiser ισχύος 550 KW. Ο economiser αυτός έχει τοποθετηθεί σε ατμολέβητα ελληνικής βιομηχανίας, με σκοπό την αναθέρμανση του νερού τροφοδότησής του. Η εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται από την μείωση της θερμοκρασίας των απορριπτόμενων καυσαερίων. Στο εικονιζόμενο σημείο λειτουργίας του λέβητα, τα καυσαέρια εισέρχονται στον economiser στους 229°C και εξέρχονται στους 120°C. Στη συνήθη λειτουργία, οι αντίστοιχες θερμοκρασίες είναι 215°C και 105°C.

B. Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας

Και στην ηλεκτρική ενέργεια, υπάρχουν τόσο τα περιθώρια εξοικονόμησης όσο και οι κατάλληλες τεχνολογίες για μειώσεις της κατανάλωσης, της τάξης του 5-20%. Ενδεικτικά, αναφέρουμε τις παρακάτω τεχνολογίες και εφαρμογές:

B.1 Υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας με θερμική, εξοικονομώντας σημαντική πρωτογενή ενέργεια.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το παρακάτω, υπό τελικό σχεδιασμό, έργο μας. Σε ενεργό βιομηχανία, οι ηλεκτρογεννήτριες συνολικής ισχύος άνω των 10 MW χρησιμοποιούν συνεχώς αντιστάσεις ισχύος 200 KW για να θερμαίνουν το μαζούτ τροφοδότησης των μηχανών εσωτερικής καύσης.



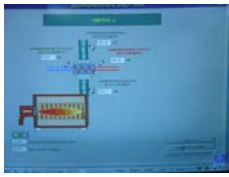
Με την εγκατάσταση **κατάλληλης τεχνολογίας** economiser σε μια από τις μηχανές, η θέρμανση του μαζούτ τελικής τροφοδότησης των μηχανών αλλά και των 2 δεξαμενών αποθήκευσης θα γίνεται δωρεάν, με την θερμότητα των καυσαερίων. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας θα αποσβέσει το έργο σε σύντομο χρονικό διάστημα.

B.2 Βελτίωση συντελεστού ισχύος σε εγκαταστάσεις μέσης τάσης



Σε δίκτυα μέσης τάσης, με συστήματα κεντρικής αντιστάθμισης, βελτιώνεται ο συντελεστής ισχύος από τα συνηθισμένα επίπεδα του 0,85 στο 1. Έτσι εξοικονομούνται ηλεκτρική ενέργεια και χρήματα. Αναφορές: Πρόγραμμα ΕΞΕ στα 40 αεροδρόμια της Ελλάδας (έτος 1986), βιομηχανίες ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ, ΦΙΕΡΑΤΕΞ, ΕΛΑΪΣ, ΕΛΦΙΚΟ, ΑΠΟΛΛΩΝ κλπ.

Β.3 Κεντρικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας και επιτήρησης ηλεκτρικού φορτίου (SCADA)



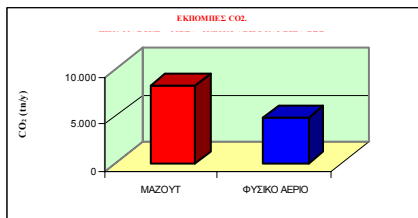
Με τα συστήματα SCADA, εκτός από τα έργα εξοικονόμησης θερμικής ενέργειας, μπορούν να επιτηρούνται: η διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας και του ηλεκτρικού φορτίου, τα συστήματα παραγωγής και διαχείρισης πεπιεσμένου αέρα, ο φωτισμός, ο κλιματισμός κ.α. Βασική δομή ενός συστήματος SCADA: Αισθητήρια, δίκτυα τηλενδείξεων/ τηλεχειρισμών, υπολογιστής και ειδικό λογισμικό για το έργο που επιτηρεί.

Γ. Μείωση των ρύπων λόγω Εξοικονόμησης Ενέργειας

Μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμων, με την Εξοικονόμηση Ενέργειας, προκύπτει και αντίστοιχη μείωση των αερίων ρύπων. Η μείωση αυτή μπορεί να φθάσει και στο 45%, σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, εφόσον βέβαια το επιτρέπει η υπάρχουσα διαχείριση και εφαρμοσθούν όλα τα μέτρα και οι **σωστές** επεμβάσεις με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Η συμβολή του φυσικού αερίου στην προστασία του περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα σημαντική, όπως προκύπτει από την ανάλυση των εκπεμπόμενων ρύπων ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

Ο συνδυασμός έργων εξοικονόμησης ενέργειας και υποκατάστασης του μαζούτ με φυσικό αέριο μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικότερη μείωση των αερίων ρύπων, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί.



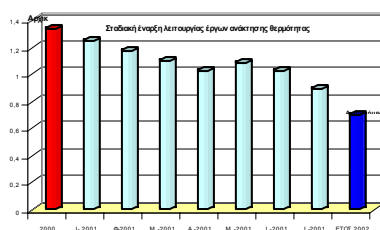
Ο συνδυασμός: υποκατάσταση μαζούτ με Φυσικό Αέριο και ταυτόχρονα υλοποίηση έργων ΕΞΕ, οδηγεί στη μεγαλύτερη δυνατή προστασία του περιβάλλοντος.

Το διάγραμμα, αριστερά, είναι το αναμενόμενο από τα υπό εξέλιξη έργα σε βιομηχανία της χώρας μας.

Δ. Χαρακτηριστικά αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας, σε ελληνική βιομηχανία

ΦΙΕΡΑΤΕΞ (έτος 2000, Νέα Σάντα Κιλκίς)

"ΦΙΕΡΑΤΕΞ Α.Ε.": Μεταβολή στην ειδική κατανάλωση ενέργειας λόγω έργων Εξοικονόμησης Ενέργειας (Αναμενόμενη στα πλαίσια του 2002: 0,7 Kgr μαζούτ ανά Kgr υφάσματος).



Μεταβολή της ειδικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, λόγω των έργων ανάκτησης θερμότητας: μέχρι -42%. Έργα ΕΞΕ που έγιναν:

- Ανάκτηση θερμότητας από υγρά απόβλητα.
- 7 Συστήματα ανάκτησης θερμότητας από αέρα
- Μονώσεις
- Παραγωγικός εξοπλισμός μειωμένης ειδικής κατανάλωσης ενέργειας
- Σύστημα SCADA

Σημαντικά αποτελέσματα είχαμε και σε άλλες ενεργοβόρες βιομηχανίες: ΕΛΑΪΣ, ΕΛΦΙΚΟ, ΦΟΙΒΟΣ, ΑΠΟΛΛΩΝ, ΙΡΙΣ, ΤΕΞΑΠΡΕΤ κλπ., με μειώσεις της ειδικής

κατανάλωσης θερμικής ενέργειας από 15% μέχρι 35%. Στην ηλεκτρική ενέργεια, οι μειώσεις ήταν από 5% μέχρι 13%. Οι πραγματοποιηθείσες επενδύσεις είχαν χρόνο ανάκτησης κόστους από 1 μέχρι 3 χρόνια. Αρκετές από αυτές εντάχθηκαν σε επενδυτικά προγράμματα, όπως το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας και το ΕΠΑΝ.

Ε. Τεχνολογίες αντιρρύπανσης και εξοικονόμηση ενέργειας

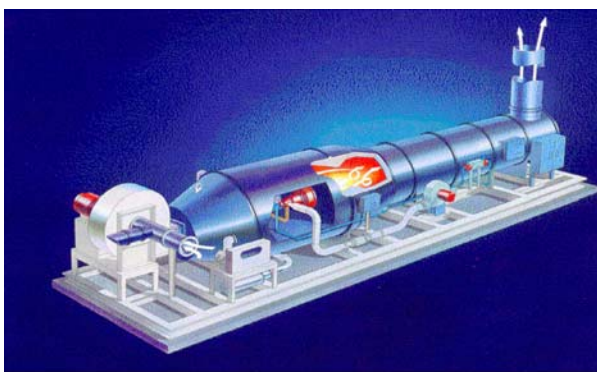
Από τον Ιούλιο του 2002 βρίσκεται σε ισχύ η Κοινή Υπουργική Απόφαση 11641/1942/2002 (ΦΕΚ 832B/2-7-2002), με τίτλο *‘Μέτρα και όροι για τον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ) που οφείλονται στη χρήση οργανικών διαλυτών σε ορισμένες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις’*.

Και στα θέματα της αντιρρύπανσης η χώρα μας έχει μείνει πολύ πίσω. Η εφαρμογή της σχετικής κοινοτικής νομοθεσίας βρίσκεται στα πρώτα της βήματα. Βασικό ρόλο για τα προαναφερθέντα παίζει και το μεγάλο κόστος, τόσο των απαιτούμενων επενδύσεων όσο και της κατανάλωσης ενέργειας για τη λειτουργία των μονάδων αντιρρύπανσης.

Επομένως ο Ενεργειακός Σχεδιασμός των συστημάτων αντιρρύπανσης είναι ιδιαίτερα σημαντικός, τόσο για την υλοποίηση των απαραίτητων επενδύσεων προστασίας του Περιβάλλοντος όσο και για την ίδια τη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων. Σημειώνουμε ότι ενεργοβόρες επενδύσεις αντιρρύπανσης που έχουν γίνει, έχουν οδηγήσει είτε σε υπολειτουργία των μονάδων, είτε σε δυσβάσταχτο οικονομικό πρόβλημα των επιχειρήσεων.

Και στον τομέα της αντιρρύπανσης η Εξοικονόμηση Ενέργειας έρχεται να δώσει λύσεις. Ας δούμε τις πολύ βασικές αρχές σχεδιασμού των κυριότερων συστημάτων αντιρρύπανσης, από τη σκοπιά της κατανάλωσης ενέργειας.

Ε.1 Δέσμευση VOCs με Άμεση Καύση



Το αέριο ρεύμα με τους ρύπους εισάγεται μέσα σε έναν θάλαμο καύσης, όπου λόγω των υψηλών θερμοκρασιών οι οργανικές ενώσεις αναφλέγονται. Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία καταστροφής των VOCs είναι περίπου 820°C.

Η τεχνολογία αυτή είναι χαμηλού κόστους επένδυσης αλλά υψηλότατου λειτουργικού κόστους, γιατί είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος. Η συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος μπορεί να αυξηθεί αν ο εξερχόμενος, μετά την καύση, θερμός αέρας χρησιμοποιηθεί για την ανάκτησης θερμότητας.

E.2 Recuperative Oxidation



Η καλύτερη, ενεργειακά, λύση της Θερμικής Οξείδωσης είναι η Καταλυτική Οξείδωση σε συνδυασμό με Ανάκτηση θερμότητας. Ενεργειακό πλεονέκτημά τους είναι η μεγάλη μείωση της απαιτούμενης θερμοκρασίας οξείδωσης των χημικών οργανικών ενώσεων. Τυπικές θερμοκρασίες λειτουργίας στην είσοδο του καταλύτη είναι 250°C έως 400°C, ανάλογα με το είδος του καταλύτη και των περιεχόμενων στο αέριο ρεύμα VOCs.

E.3 Regenerative Oxidation



Η Αναγεννητική Θερμική Οξείδωση είναι η πιο διαδεδομένη και αποδοτική τεχνολογία για την απομάκρυνση VOCs από αέρια ρεύματα. Μεγάλο συγκριτικό πλεονέκτημα είναι η πολύ υψηλή θερμική απόδοση, η οποία μπορεί να ξεπεράσει και το 95%, μειώνοντας στο ελάχιστο τις ενεργειακές λειτουργικές δαπάνες. Η απόδοση αυτή επιτυγχάνεται με χρήση, ως μέσων ανάκτησης θερμότητας, κλινών από κεραμικά υλικά.

E.4 Πρωτότυπη εφαρμογή Αντιρρύπανσης με Εξοικονόμηση Ενέργειας

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα Αντιρρύπανσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας, το οποίο σχεδιάσαμε για μεγάλη ελληνική βιομηχανία. Ίσως να πρόκειται για την πρώτη ανάλογη εφαρμογή, με βάση τα όσα γνωρίζουμε. Τα VOCs του απορριπτόμενου αέρα από τις διεργασίες της συγκεκριμένης εταιρίας προέρχονται από χρήση διαλυτών.

E.4.1 Αντιρρύπανση

Για την απομάκρυνση των VOCs, ως βέλτιστη περιβαλλοντική και ενεργειακή λύση, έχει επιλεγεί ένα Σύστημα Αναγεννητικής Θερμικής Οξείδωσης τριών θαλάμων (3 canisters RTO). Η απόδοση καταστροφής των VOCs αγγίζει το 98% και η θερμική απόδοση της μονάδας ξεπερνάει το 95%.

E.4.2 Ανάκτηση θερμότητας με economiser αέρα / νερού

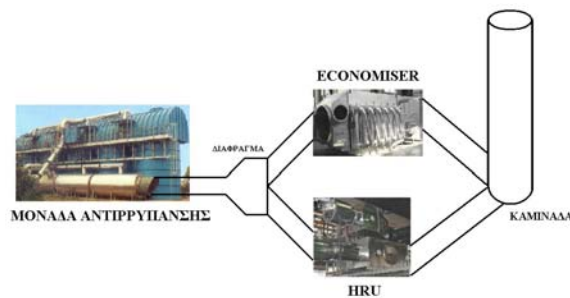
Σήμερα, για τις ανάγκες της παραγωγής σε ζεστό νερό λειτουργούν ένας ατμολέβητας και δυο λέβητες νερού. Με τα απορριπτόμενα καυσαέρια της μονάδας αντιρρύπανσης μπορεί να λειτουργήσει ένας economiser που θα παράγει ζεστό νερό στους 80°C και σε ποσότητα που μπορεί να υπερκαλύψει αυτές τις ανάγκες και να θέσει εκτός λειτουργίας τους προαναφερθέντες λέβητες.

Ε.4.3 Παραγωγή καθαρού ζεστού αέρα για τις ανάγκες της παραγωγής

Για τη λειτουργία των φούρνων βαφής των μετάλλων απαιτούνται 21.000 Nm³/h στους 200°C. Σήμερα, ο αέρας αυτός αναρροφάται από το περιβάλλον σε μέση θερμοκρασία 18°C και αναθερμαίνεται με καυστήρες στους 200°C.

Δεδομένου ότι ο economiser μπορεί να υπερκαλύψει τις ανάγκες σε ζεστό νερό και να περισσεύει θερμική ισχύς (από τα απορριπτόμενα από τη μονάδα αντιρρύπανσης καυσαέρια), είναι δυνατή η παράλληλη λειτουργία μιας μονάδας ανάκτησης θερμότητας (HRU) αέρα/αέρα ώστε να αξιοποιείται η συνολική ενέργεια των καυσαερίων.

Φυσικά η ενέργεια που θα ανακτάται από την HRU θα εξαρτάται από το σημείο λειτουργίας του διαφράγματος καυσαερίων που θα οδηγεί κάθε φορά τη ροή τους, ανάλογα με τις οδηγίες που θα παίρνει από ένα σύστημα SCADA.



Γενικό σχεδιάγραμμα της εγκατάστασης

Ε.5 Το έργο Αντιρρύπανσης του Βιολογικού Καθαρισμού της Ψυττάλειας.

Σκοπός του έργου είναι η καταστροφή των εκλυόμενων οσμών, από την υπό κατασκευή Μονάδα Ξήρανσης της λάσπης των λυμάτων. Με αυτό τον τρόπο πρόκειται να δοθεί λύση σε ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, που απασχολεί το λεκανοπέδιο της Αθήνας. Το έργο αυτό είναι από τα δυσκολότερα στον ευρωπαϊκό χώρο. Το είδος και οι ποσότητες των ρύπων, σε συνδυασμό με τον περιβαλλοντικό ρόλο που καλείται να παίξει το έργο, επιβάλλουν την εφαρμογή της καλύτερης και πιο δοκιμασμένης τεχνικής λύσης που υπάρχει στην διεθνή αγορά.



Στον Βιολογικό Καθαρισμό της Ψυττάλειας, θα εγκατασταθούν τρεις μονάδες τεχνολογίας RTO (Regenerative Thermal Oxidisers), υψηλής περιβαλλοντικής απόδοσης.

Ως προς την βασική δομή, η κάθε μονάδα είναι: ένας μεγάλος θάλαμος καύσης, ένα σύνολο εναλλακτών θερμότητας εναλλασσόμενης ροής αερίων, ειδικός εξοπλισμός και αυτοματισμοί.

Ο σωστός Ενεργειακός Σχεδιασμός των RTOs, οδηγεί σε ελαχιστοποιημένο λειτουργικό κόστος.

Οι τρεις μονάδες βρίσκονται υπό κατασκευή και θα λειτουργήσουν τον επόμενο χρόνο.

ΣΤ. Συμπεράσματα

Με τις αναφορές που κάναμε, ελπίζουμε να δώσαμε κάποιες ικανοποιητικές απαντήσεις στα ερωτήματα που θέσαμε στην αρχή, ενώ προκύπτουν -κατά τη γνώμη μας- τα παρακάτω βασικά συμπεράσματα:

1. Στις ελληνικές βιομηχανίες υπάρχουν σημαντικά περιθώρια για Εξοικονόμηση Ενέργειας. Αυτό επιβεβαιώνεται από πλήθος επιτυχημένων έργων.
2. Για τα έργα Εξοικονόμησης Ενέργειας υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες είναι αξιόπιστες, αποδοτικές, δοκιμασμένες και με σύντομο χρόνο αποπληρωμής. Αρκεί να αναζητείται και να εφαρμόζεται- με κριτήρια επιστημονικά και «επαγγελματική ηθική»- η κατάλληλη κάθε φορά τεχνολογία.
3. Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός μπορεί και πρέπει να εφαρμόζεται και σε όλα τα (ενεργοβόρα) συστήματα αντιρρύπανσης.

Τελικά, επειδή το δικαίωμα στην ανάπτυξη το έχουν όλοι, αλλά το δικαίωμα στη σπατάλη της ενέργειας δεν το έχει κανένας, θα μπορούσαμε -παραφράζοντας γνωστή φράση για το νερό- να πούμε ότι:

Ο τρόπος διαχείρισης της ενέργειας είναι μέρος του πολιτισμού του κάθε λαού.

Ας προσπαθήσουμε, λοιπόν, να αναβαθμίσουμε και αυτή την πλευρά του πολιτισμού μας.

ΜΕΡΟΣ Δ:

«ΡΟΛΟΣ ΝΕΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΝΕΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Δρ. Δ. Νιάρχος
Δ/ντής και Πρόεδρος ΔΣ ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»

Η οικονομική ευημερία ενός λαού βασίζεται και στην ύπαρξη χαμηλού κόστους ενέργειας. Στην περίπτωση δε που η ενέργεια αυτή παράγεται εντός από το ίδιο το κράτος με ίδια μέσα, τούτο αποτελεί επίτευγμα καθόσον το καθιστά λιγότερο εξαρτώμενο από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες αλλά και από εξωτερικές πολιτικές παρεμβάσεις. Στη σημερινή δε συγκυρία όπου η «έλλειψη» ενέργειας είναι πλέον έντονη εταιρείες, κυβερνήσεις και η επιστημονική κοινότητα αναζητούν νέους δρόμους για παραγωγή, μεταφορά και εξοικονόμηση ενέργειας. Σε συνδυασμό δε με την μόλυνση του περιβάλλοντος από τις συμβατικές μορφές ενέργειας- πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια- η αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας- ηλιακή, βιομάζα, αιολική, γεωθερμία, υδρογόνο-καθίσταται επιτακτική ανάγκη.

Η επιστήμη και η τεχνολογία συνεισφέρουν τα μέγιστα προς αυτή την κατεύθυνση με την ανακάλυψη/βελτίωση νέων υλικών και διαδικασιών ειδικότερα με την βοήθεια της νανοτεχνολογίας για καλύτερη απόδοση φωτοβολταϊκών, νέες μπαταρίες και κυψελίδες καυσίμου καθώς και λιγότερο ενεργοβόρων γραμμών μεταφοράς. Μετασχηματισμός μιας μορφής ενέργειας σε άλλη, π.χ με χρήση νέων θερμοηλεκτρικών μηχανών η με τη χρήση καταλυτών και υποβοήθηση μετατροπής χημικής ενέργειας σε άλλη μορφή η και αποθήκευση όπως στην τεχνολογία υδρογόνου είναι από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της επιστημονικής κοινότητας. Βελτίωση μαλακών και σκληρών μαγνητικών υλικών μπορούν να αυξήσουν την απόδοση γεννητριών η των μοτέρ. Τέλος υγρά με μεταλλικά η κεραμικά νανοσωματίδια έχουν βελτιωμένες θερμοφυσικές ιδιότητες και ως εκ τούτου βελτιωμένη απαγωγή θερμότητας με εφαρμογές σε μηχανές εσωτερικής καύσεως και σε πληθώρα άλλων εφαρμογών. Ακόμη τα νανοϋλικά σε συνδυασμό με υλικά αλλαγής φάσης (οργανικά ή ανόργανα) δυνατόν να επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις σε διατάξεις αποθήκευσης θερμότητας.

Θα αναφερθώ σε μερικές από τις παραπάνω τεχνολογίες με παραδείγματα και τη σημαντικότητα που έχουν για τη χώρα μας.

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Δρ Χάρης Δ. Καμπεζίδης

Διευθυντής Ερευνών, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, harry@meteo.noa.gr

Πρόεδρος Ελληνικής Επιτροπής Φωτισμού, info@efe.gr

Εισαγωγή

Με την αυξομειούμενη τάση στις τιμές του πετρελαίου, που συμπαράσφουρουν και εκείνες του φυσικού αερίου, αλλά και την όλο και μεγαλύτερη ενεργειακή ζήτηση, ιδίως εκ μέρους των ταχέως αναπτυσσόμενων χωρών της ΝΑ Ασίας και την απειλητική αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η επιταγή για λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στον αναπτυγμένο κόσμο είναι πια επιτακτική όσο ποτέ. Για το λόγο αυτό έχουν παρουσιασθεί τόσο στην Αμερική και την Ιαπωνία όσο και την Ευρώπη κατάλληλες οδηγίες για το σκοπό αυτό.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει λόγος για την εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό, και ιδιαίτερα τον οδοφωτισμό, με την εφαρμογή κατάλληλων προτύπων, τα οποία και θα αναφερθούν.

Θεσμικό πλαίσιο

Υπάρχουν αρκετά θεσμικά εργαλεία σήμερα, στα οποία μπορεί να στηριχθεί ο μελετητής για να επιβάλει την άποψη της εξοικονόμησης ενέργειας σε εφαρμογές οδοφωτισμού. Αυτά είναι:

- Οι κοινοτικές οδηγίες 54/ και 55/2003 και η 32/2006
- Το πρότυπο 88:2004 της CIE για σήραγγες και υπόγειες διαβάσεις
- Οι νόμοι 3175/2003 και 3428/2005
- Η ΚΥΑ 1792/2004

Η κοινοτική οδηγία 54/2003 θεσπίζει κοινούς κανόνες, που αφορούν την παραγωγή, τη μεταφορά, τη διανομή και την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η κοινοτική οδηγία 55/2003 θεσπίζει κοινούς κανόνες, που αφορούν τη μεταφορά, τη διανομή, την προμήθεια και την αποθήκευση του φυσικού αερίου.

Η κοινοτική οδηγία 32/2006 προτείνει μέτρα και μηχανισμούς για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς των ενεργειακών υπηρεσιών.

Το πρότυπο 88:2004 αντικατέστησε το CIE 88:1990 βάσει του οποίου έχουν κατασκευασθεί οι σήραγγες πριν το 2004. Το πρότυπο προτείνει χαμηλότερες τιμές λαμπρότητας για την εσωτερική ζώνη των σηράγγων σε σχέση με το προηγούμενο.

Ο νόμος 3175/2003 διαμορφώνει το κατάλληλο νομικό πλαίσιο, που επιτρέπει τη λειτουργία χονδρεμπορικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο νόμος 3428/2005 διαμορφώνει το κατάλληλο νομικό πλαίσιο, που επιτρέπει τη λειτουργία εσωτερικής αγοράς φυσικού αερίου.

Η ΚΥΑ 1792/2004 ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13201, το οποίο προσδιορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για το φωτισμό οδών και δημόσιων εξωτερικών χώρων βάσει της κατηγορίας στην οποία κατατάσσονται με κριτήρια, που σχετίζονται με τη χρήση και το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται.

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 13201

Αφορά μόνιμες εγκαταστάσεις φωτισμού οδών και όχι σταθμούς διοδίων, σήραγγες και κανάλια. Το αντικείμενο του προτύπου εξαντλείται στην εξασφάλιση συνθηκών καλής ορατότητας σε οδούς και υπαίθριους δημόσιους χώρους, όπου υπάρχει κυκλοφορία οχημάτων ή / και πεζών κατά τη διάρκεια της νύκτας, στην υποστήριξη της ασφαλούς και ομαλής κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων και την ενίσχυση του αισθήματος δημόσιας ασφάλειας.. Αποτελείται από τέσσερα τμήματα:

- την επιλογή της κατηγορίας φωτισμού
- τον προσδιορισμό των απαιτήσεων φωτισμού
- τις μεθόδους υπολογισμών των σχετικών φωτομετρικών μεγεθών, και
- τις μεθόδους μέτρησης των σχετικών φωτομετρικών μεγεθών.

Επιλογή φωτισμού

Οι προς διερεύνηση παράμετροι είναι:

- ο κύριος τύπος χρήστη
- η ταχύτητα κίνησης του κυρίου τύπου χρηστών
- οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες
- η γεωμετρία της εγκατάστασης
- η πολυπλοκότητα του οπτικού πεδίου του χρήστη
- η δυσκολία κατά την οδήγηση
- η εγκληματικότητα της περιοχής κλπ.

Κατά τη διαδικασία προσδιορισμού του φωτισμού απαιτείται:

- ακριβής προσδιορισμός της υπό εξέταση περιοχής
- προσδιορισμός της κατηγορίας φωτισμού
- εξέταση συνύπαρξης περιοχών διαφορετικής χρήσης
- εξέταση απαιτήσεων γειτονικών περιοχών.

Η κατάταξη της οδού γίνεται σε πέντε ομάδες ανάλογα με:

- τον κύριο τύπο χρηστών

- τους επιτρεπόμενους τύπους χρηστών
- τους αποκλειόμενους τύπους χρηστών
- την τυπική ταχύτητα κίνησης του κύριου τύπου χρηστών.

Οι τύποι των χρηστών είναι:

- μηχανοκίνητη κυκλοφορία (M)
- αργά κινούμενα οχήματα (S) – μηχανοκίνητα οχήματα, άμαξες κá. Ταχύτητα < 40km/h
- ποδηλάτες (C) – Ταχύτητα < 50km/h
- πεζοί (P).

Τυπικές ταχύτητες θεωρούνται:

- υψηλή (> 60km/h)
- μέση (>30km/h και ≤60km/h)
- χαμηλή (>5km/h και ≤30km/h)
- πολύ χαμηλή (ταχύτητα περιπάτου).

Οι προβλεπόμενες ομάδες είναι:

- Ομάδα A: αφορά κυκλοφορία οχημάτων που συνδέει δύο περιοχές
- Ομάδα B: αφορά την κυκλοφορία οχημάτων γύρω από μια ευρύτερη περιοχή
- Ομάδα C: αφορά την κυκλοφορία οχημάτων γύρω από μια ευρύτερη περιοχή
- Ομάδα D: αφορά κυκλοφορία αργά κινούμενων οχημάτων σε μια περιοχή
- Ομάδα E: αφορά κυκλοφορία αργά κινούμενων οχημάτων σε μια περιοχή.

Για τον προσδιορισμό της κατηγορίας του φωτισμού λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:

- Οι επικρατούσες στην περιοχή καιρικές συνθήκες.
- Η ύπαρξη διαχωριστικής νησίδας.
- Η πυκνότητα διασταυρώσεων και κόμβων.
- Η μέση ημερήσια κυκλοφορία οχημάτων.
- Η ύπαρξη περιοχών πολλαπλής χρήσης.
- Η πολυπλοκότητα του οπτικού πεδίου που είναι δυνατόν να αποσπάσει την προσοχή του οδηγού.
- Η δυσκολία στην οδήγηση, αναφορικά με την επιλογή λωρίδας κυκλοφορίας, την αλλαγή ή διατήρηση ταχύτητας και πορείας στο δρόμο κλπ.
- Το μέσο επίπεδο λαμπρότητας του περιβάλλοντος χώρου κλπ.

Προσδιορισμός απαιτήσεων φωτισμού

Κατηγορίες συγκρίσιμης στάθμης φωτισμού								
CEO	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
	MEW1	MEW2	MEW3	MEW4	MEW5			
	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6

Οι κατηγορίες φωτισμού μεταξύ δύο γειτονικών περιοχών δεν μπορεί να διαφέρουν περισσότερο από δύο συγκρίσιμες κατηγορίες

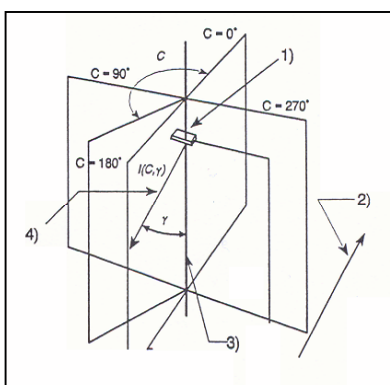
Εναλλακτικές κατηγορίες φωτισμού					
S1	S2	S3	S4	S5	S6
	A1	A2	A3	A4	A5

Προτιμούνται όταν χρησιμοποιείται η ημισφαιρική στάθμη φωτισμού

Πρόσθετες κατηγορίες φωτισμού								
CE0	CE1	CE2	CE3 S1	CE4 S2	CE5 S3	S4	S5	S6
ES1	ES2 EV3	ES3 EV4	ES4 EV5	ES5	ES6	ES7	ES8	ES9

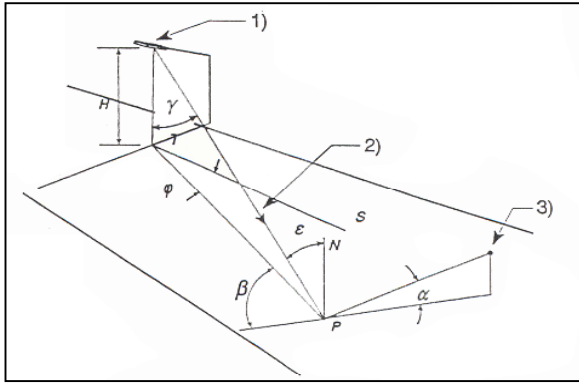
Προτιμούνται όταν χρησιμοποιείται η ημικυλινδρική ή κατακόρυφη στάθμη φωτισμού

Υπολογισμός παραμέτρων φωτισμού



Η κατανομή των φωτεινών εντάσεων των φωτιστικών σωμάτων φαίνεται στο παράπλευρο Σχήμα. Η γωνιακή απόσταση κατακόρυφων επιπέδων μέτρησης: 2.5° (από 0° έως 180°). Η γωνιακή απόσταση αζιμούθιων γωνιών μέτρησης: 5° (η περιοχή εξαρτάται από τον τύπο συμμετρίας του φωτιστικού σώματος). Ενδιάμεσες τιμές υπολογίζονται με παρεμβολή. 1-Κλίση φ.σ. κατά τη

μέτρηση, 2-Διαμήκης κατεύθυνση, 3-Πρώτος φωτομετρικός άξονας, 4-Διεύθυνση φωτεινής έντασης.



$q = L/E$ – συντελεστής λαμπρότητας
 $L = q \cdot E = q \cdot I / H^2 \cdot \cos^3 \gamma = r \cdot I / H^2 \rightarrow r = q \cdot \cos^3 \gamma$

Ενδιάμεσες τιμές υπολογίζονται με παρεμβολή.

ST-Διαμήκης κατεύθυνση, Q-: Φωτομετρικό κέντρο του φ.σ., PN- Κάθετη στην επιφάνεια του δρόμου,

φ -Αζιμούθια γωνία εγκατάστασης, β -παραπληρωματική γωνία, α -γωνία παρατήρησης. 1- Φωτιστικό σώμα, 2-Διεύθυνση φωτεινής έντασης, 3-Παρατηρητής.. Ο υπολογισμός της λαμπρότητας σε ένα σημείο ορίζεται ως:

$$L_s = L_1 + L_2 + \dots + L_n = \sum L_k$$

όπου

$$L_k = (I \cdot r \cdot F \cdot MF \cdot 10^{-4}) / H^2$$

Για την οριζόντια στάθμη φωτισμού σε ένα σημείο:

$$E = I \cos^3 \epsilon \cdot F \cdot MF / H^2$$

όπου ϵ -γωνία πρόσπτωσης.

Για τον υπολογισμό του κατωφλίου διάκρισης φωτεινών αντιθέσεων

$$\Pi = 650 \cdot MF^{0.8} \cdot L_v / L_{ave}$$

και

$$L_v = E_1 / \theta_1^2 + E_2 / \theta_2^2 + \dots + E_n / \theta_n^2$$

όπου MF-συντελεστής συντήρησης, L_v -ισοδύναμη λαμπρότητα θάμβωσης, E_k -στάθμη φωτισμού που παράγεται από το k φωτιστικό σώμα σε επίπεδο κάθετο στη κατεύθυνση οράσεως, στο ύψος του οφθαλμού του παρατηρητή, θ_k -η γωνία μεταξύ της κατεύθυνσης οράσεως και της ευθείας που ορίζεται από τον παρατηρητή και το κέντρο του k φωτιστικού σώματος. Μόνο οι γωνίες $\theta_k < 20^\circ$ λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό.

Λαμβάνεται υπόψη και ο λόγος της μέσης οριζόντιας στάθμης φωτισμού δύο λωρίδων (κατά το μήκος του δρόμου) που ξεκινούν από τα όρια του δρόμου και κείνται εκτός αυτού, προς την μέση οριζόντια στάθμη φωτισμού δύο λωρίδων (κατά μήκος του δρόμου) που ξεκινούν από τα όρια του δρόμου και κείνται εντός αυτού. Πλάτος και των τεσσάρων λωρίδων: 5m ή το ήμισυ του πλάτους του δρόμου ή το πλάτος της χωρίς εμπόδια ζώνης που βρίσκεται εκτός των ορίων του δρόμου (όποιο είναι μικρότερο).

Οι συνθήκες μέτρησης αφορούν:

- Σταθεροποίηση της λειτουργίας των λαμπτήρων μετά την αφή
- Κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα ανέμου κλπ.)
- Τρίτες πηγές φωτισμού και πηγές θάμβωσης.

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ**

Φραγκίσκος Β. Τοπαλής

**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Φωτοτεχνίας
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 157 80, τηλ. 2107723628, topalis@ieee.org**

1. Οι σημαντικότερες μέθοδοι για την εξοικονόμηση ενέργειας

Οι πλέον διαδεδομένες τεχνικές λύσεις για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων (κυρίως επαγγελματικών) που φωτίζονται από λαμπτήρες φθορισμού είναι οι εξής:

- Χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών διατάξεων έναυσης (ballast) αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών
- Χρησιμοποίηση λαμπτήρων T5 αντί των συνήθως χρησιμοποιούμενων T8
- Εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης (BMS)
- Εγκατάσταση αυτοματισμών τοπικής εμβέλειας (χωρίς BMS) όπως αισθητήρες παρουσίας, αισθητήρες φωτισμού, ρυθμιστές φωτισμού, χρονοδιακόπτες κ.λπ.
- Επιλογή λαμπτήρων με τον κατάλληλο συνδυασμό χρωματικής και φωτεινής απόδοσης. Επιλογή φωτιστικών σωμάτων που παρέχουν το βέλτιστο συνδυασμό αισθητικής προσαρμογής στο χώρο, ανάδειξης των χαρακτηριστικών του, ποιότητας του φωτισμού και υψηλής ενεργειακής απόδοσης
- Διόρθωση του συντελεστή ισχύος είτε τοπικά στο φωτιστικό είτε κεντρικά στον πίνακα διανομής
- Εφαρμογή προγράμματος συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού
- Χρησιμοποίηση ήπιων ή ριζικών αρχιτεκτονικών λύσεων για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού (προσανατολισμός κτιρίου, εξωτερικά δομικά στοιχεία στα παράθυρα, ειδικά υαλοστάσια, περσίδες, οπτικοί σωλήνες κ.λπ.)

Οι ανωτέρω τεχνικές λύσεις περιγράφονται εν συντομία κατωτέρω όπου προσδιορίζεται το πεδίο εφαρμογής τους, δηλαδή σε ποιες περιπτώσεις είναι εφικτό να εφαρμοσθούν και πότε συνιστάται η χρήση τους. Εκτιμάται επίσης, κατά προσέγγιση, το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας. Πρέπει να επισημανθεί ότι η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που θα προκύψει από την εφαρμογή μερικών, ή και του συνόλου, των ανωτέρω τεχνικών λύσεων δεν θα είναι το άθροισμα των επί μέρους εξοικονομήσεων. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας από την κάθε τεχνική λύση υπολογίζεται, κατ' εκτίμηση, θεωρώντας ότι εφαρμόζεται μεμονωμένα. Ο συνδυασμός περισσότερων τεχνικών λύσεων θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας η οποία θα εκτιμηθεί συνολικά.

2. Ηλεκτρονικά ballast αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών

2.1 Πλεονεκτήματα

Εκτιμάται γενικώς ότι η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast (στραγγαλιστικών πηνίων) μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας έως 25%. Το ποσοστό αυτό προκύπτει από τη σύγκριση της κατανάλωσης μιας εγκατάστασης φωτισμού στην οποία χρησιμοποιούνται συμβατικά ballast με την κατανάλωση που θα είχε η ίδια εγκατάσταση (ίδια φωτιστικά, ίδιοι λαμπτήρες) εάν χρησιμοποιούνταν ηλεκτρονικά ballast. Η μειωμένη κατανάλωση στη δεύτερη περίπτωση αποδίδεται κυρίως στους εξής λόγους:

- Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα
- Μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast

Σημειώνεται ότι το ενεργειακό κέρδος της τάξης του 25% μπορεί να αυξηθεί ακόμη περισσότερο εάν ληφθεί υπ' όψιν ότι υπολογίσθηκε με αναφορά στην ονομαστική απόδοση του λαμπτήρα που παρέχουν οι κατασκευαστές για λειτουργία με συμβατικό ballast ενώ είναι γνωστό ότι αρκετά ballast του εμπορίου εμφανίζουν σημαντικά μικρότερες αποδόσεις.

Πέραν όμως αυτών των λόγων που έχουν άμεση επίπτωση στην κατανάλωση ενέργειας, υπάρχουν και άλλοι, εξ' ίσου σημαντικοί, όπου η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast επιφέρει εμμέσως περαιτέρω εξοικονόμηση. Οι περιπτώσεις αυτές αφορούν τη χρησιμοποίηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με ηλεκτρονικά ballast. Είναι δηλαδή άρρηκτη η συμμετοχή των ηλεκτρονικών ballast για την εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών, εξ ου και ο χαρακτηρισμός ως έμμεσης της συμβολής τους στη μείωση της κατανάλωσης. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής λόγοι:

- Δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας του λαμπτήρα (dimming) μέσω αισθητήρων και ρυθμιστών φωτισμού (dimmers). Η ρύθμιση αυτή είναι αδύνατη με συμβατικά ballast. Το χαρακτηριστικό αυτό, αλλά γενικότερα, η δυνατότητα ρύθμισης και ελέγχου του φωτιστικού με σήματα χαμηλής τάσης στο ballast, καθιστούν τα φωτιστικά κατάλληλα για τη λειτουργία τους με απλούς αυτοματισμούς. Όπως περιγράφεται σε επόμενη παράγραφο, η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με τοπικά συστήματα dimming κυμαίνεται από 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.
- Δυνατότητα ένταξης της εγκατάστασης φωτισμού σε σύστημα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων (BMS). Η δυνατότητα αυτή θα ήταν αδύνατη με συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά ballast διότι αυτά, πρακτικά, δεν συνεργάζονται με τα συστήματα

BMS. Η εξοικονόμηση ενέργειας με συστήματα BMS κυμαίνεται από 10% έως 35% ανάλογα με τη χρήση του χώρου (η εξοικονόμηση αυτή δεν είναι προσθετική στην αντίστοιχη που επιτυγχάνεται με το dimming αλλά την εμπεριέχει).

Δεν πρέπει να παραληφθούν και μερικοί άλλοι, δευτερεύοντες λόγοι, για τους οποίους εξοικονομείται ενέργεια και χρήμα λόγω της χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών ballast. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής:

- Δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων λαμπτήρων (έως 4) με 1 μόνο ηλεκτρονικό ballast και κατά συνέπεια μικρότερες απώλειες. Αντιθέτως, το συμβατικό ηλεκτρομαγνητικό ballast δεν μπορεί να λειτουργήσει με περισσότερους των 2 λαμπτήρες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται το παράδειγμα τυπικού φωτιστικού 4X18W το οποίο καταναλώνει 86,8W ($4 \cdot 18W + 2 \cdot 7,4W$) όταν λειτουργεί με συμβατικά ballast (1 ballast ανά 2 λαμπτήρες σε σειρά) ενώ η κατανάλωσή του μειώνεται στα 74 W ($4 \cdot 16W + 10W$) όταν 1 ηλεκτρονικό αντικαταστήσει τα 2 συμβατικά.
- Το ηλεκτρονικό ballast διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί (λόγω γήρανσης κ.λπ.) ενώ το συμβατικό ballast εξακολουθεί να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνει ενέργεια.
- Μεγαλώνει σημαντικά η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων (έως 50%). Άρα, μειώνεται στο ήμισυ το κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων.
- Βελτιώνεται ο συντελεστής συντήρησης των λαμπτήρων. Τούτο σημαίνει ότι η στάθμη φωτισμού επιτυγχάνεται με λιγότερα φωτιστικά αν χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονικά ballast αντί των συμβατικών. Στην περίπτωση αυτή η απόδοση των λαμπτήρων μειώνεται λιγότερο κατά τη διάρκεια ζωής τους απ' ό,τι αν λειτουργούσαν με συμβατικά ballast. Εκτιμάται ότι, γι' αυτόν και μόνο τον λόγο, σ' ένα καθαρό εργασιακό χώρο, τα απαιτούμενα φωτιστικά μπορούν να μειωθούν κατά 6% περίπου

Άξια λόγου είναι επίσης η βελτίωση της ποιότητας του φωτισμού διότι η λειτουργία των ηλεκτρονικών ballast σε υψηλές συχνότητες (>24 kHz) εξαλείφει τα εγγενή μειονεκτήματα των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών όπως το βούισμα και το τρεμόσβημα τα οποία προκαλούνται από τη χαμηλή συχνότητα λειτουργίας τους (50 Hz).

Τέλος, επισημαίνεται ότι εντός ολίγων ετών δεν θα επιτρέπεται η διάθεση των ενεργοβόρων ηλεκτρομαγνητικών ballast σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

2.2 Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα

Η φωτεινή ροή του λαμπτήρα αυξάνεται όταν λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast σε σχέση με τη φωτεινή ροή που παράγεται όταν αυτός λειτουργεί με συμβατικό ηλεκτρομαγνητικό ballast.

Η ονομαστική φωτεινή ροή των λαμπτήρων που παρέχουν οι κατασκευαστές έχει μετρηθεί με πρότυπα εργαστηριακά ballast. Η απόδοση αυτή όμως ουδέποτε επιτυγχάνεται με τα κοινά ballast του εμπορίου. Η πραγματική απόδοση των λαμπτήρων κυμαίνεται συνήθως σε ποσοστά 80%-95% της ονομαστικής (ballast factor B.F.=0,8-0,95). Άρα η ονομαστική απόδοση των λαμπτήρων είναι ανέφικτο μέγεθος με τα συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά ballast.

Αντιθέτως, τα ηλεκτρονικά ballast ανυψώνουν την απόδοση των λαμπτήρων κατά 12% περίπου (B.F.=1,12) ή και έως 18% σύμφωνα τουλάχιστον με τους ισχυρισμούς κατασκευαστών. Αυτό αυτομάτως σημαίνει ότι μια εγκατάσταση φωτισμού που λειτουργεί με ηλεκτρονικά ballast (B.F.=1,12) απαιτεί $(112-95)/95=18\%$ περίπου λιγότερα φωτιστικά από την ίδια εγκατάσταση (ίδιος χώρος, ίδια φωτιστικά) με ηλεκτρομαγνητικά ballast καλής ποιότητας (B.F.=0,95).

Το πλεονέκτημα αυτό των ηλεκτρονικών ballast είναι αξιοποιήσιμο κυρίως στις νέες εγκαταστάσεις οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν με λιγότερα φωτιστικά χωρίς να μειώνεται η στάθμη φωτισμού και να υποβαθμίζεται η ποιότητά του. Το όφελος τότε είναι μεγαλύτερο διότι όχι μόνο μειώνεται το κόστος λειτουργίας (εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους συντήρησης) αλλά και το κόστος εγκατάστασης (λιγότερα φωτιστικά). Φυσικά, η μείωση στο κόστος εγκατάστασης δεν αντισταθμίζει το σαφώς υψηλότερο κόστος αγοράς των φωτιστικών με ηλεκτρονικό ballast. Όμως, το υψηλότερο αυτό κόστος αποσβένεται σε σύντομο χρονικό διάστημα λόγω του χαμηλότερου κόστους λειτουργίας.

2.3 Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας

Όπως προαναφέρθηκε, η κατανάλωση ενέργειας στον λαμπτήρα είναι χαμηλότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast π.χ. ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36 W καταναλώνει 32 W ενώ με συμβατικό ballast η κατανάλωσή του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36 W). Επιπροσθέτως, οι απώλειες του ηλεκτρονικού ballast είναι μικρότερες του συμβατικού π.χ. σε ένα τυπικό φωτιστικό 2X36 W απαιτείται 1 ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8 W ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 ηλεκτρομαγνητικά ballast με απώλειες 2X8,1 W, άρα το φωτιστικό με ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει $2X32+8=72$ W ενώ με τη συμβατική $2X(36,0+8,1)=88,2$ W. Το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας εξαρτάται από τον τύπο του συμβατικού φωτιστικού που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κατανάλωσης αναφοράς. Πάντως, η εξοικονόμηση κατά μέσο όρο ανέρχεται στο ύψος του 15% χωρίς να αποκλείονται αποκλίσεις προς τα κάτω (για φωτιστικά του 1 λαμπτήρα) ή προς τα άνω (για φωτιστικά περισσότερων λαμπτήρων).

Το πλεονέκτημα αυτό των ηλεκτρονικών ballast είναι αξιοποιήσιμο στις νέες αλλά και στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Τα φωτιστικά σώματα που λειτουργούν με λαμπτήρες φθορισμού T8 (ή μεγαλύτερης διαμέτρου) επιδέχονται την αλλαγή αυτή, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος στο εσωτερικό τους για την τοποθέτηση του ηλεκτρονικού ballast και αφού γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές στην εσωτερική καλωδίωση. Σημειώνεται ότι το ηλεκτρονικό ballast υποκαθιστά επίσης τη λειτουργία του εκκινητή (starter) του συμβατικού φωτιστικού, άρα ο εκκινητής και η καλωδίωσή του καταργούνται στο τροποποιημένο φωτιστικό.

Σε αρκετές περιπτώσεις το εργατικό κόστος για τις επεμβάσεις στο εσωτερικό των υφισταμένων φωτιστικών (μαζί με το κόστος των υλικών) είναι υψηλότερο του κόστους της εξ' ολοκλήρου αντικατάστασης των φωτιστικών με καινούργια που φέρουν ηλεκτρονικά ballast. Ακόμη και σ' αυτή την περίπτωση ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι πολύ μικρός (έως 5 χρόνια). Ένας επιπλέον λόγος για μια τέτοια ριζική επέμβαση είναι ότι η απόδοση των υφισταμένων φωτιστικών μειώνεται συν τω χρόνω με αποτέλεσμα να απαιτούνται εργασίες συντήρησής τους για να φωτίζουν επαρκώς.

Τα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T5 εξαιρούνται εκ των πραγμάτων από μια τέτοια παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας (αντικατάσταση ballast) διότι οι λαμπτήρες αυτοί λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικά ballast, συνεπώς φωτιστικά με λαμπτήρες T5 και ηλεκτρομαγνητικό ballast δεν υφίστανται. Τούτο σημαίνει ότι η χρησιμοποίηση φωτιστικών με λαμπτήρες T5 ενδείκνυται σε νέες εγκαταστάσεις ή σε περιπτώσεις αντικατάστασης των ιδίων των φωτιστικών.

3. Φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T5

Οι λαμπτήρες T5 αποτελούν τη νέα γενεά λαμπτήρων φθορισμού. Λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικό ballast, άρα τα φωτιστικά με λαμπτήρες αυτού του τύπου έχουν όλα τα πλεονεκτήματα που περιγράφονται στην §2. Οι διαστάσεις των λαμπτήρων T5 είναι διαφορετικές από τις διαστάσεις των λαμπτήρων T8 και T12, άρα δεν είναι δυνατόν να τους αντικαταστήσουν σε υφιστάμενα φωτιστικά. Μια τέτοια αντικατάσταση άλλωστε δεν έχει λόγους να γίνει όπως εξηγείται κατωτέρω.

Η απόδοση του συστήματος λαμπτήρα T5 και ballast (απαραιτήτως ηλεκτρονικού) μπορεί να προσεγγίσει τα 92 lm/W (αναλόγως του τύπου και της ονομαστικής ισχύος του λαμπτήρα). Η απόδοση του συμβατικού συστήματος λαμπτήρα T8 και ballast (ηλεκτρομαγνητικού) δεν μπορεί να υπερβεί τα 76 lm/W. Άρα, η απόδοση των λαμπτήρων T5 μπορεί να είναι έως και 21% υψηλότερη της απόδοσης των λαμπτήρων T8 με συμβατικό ballast. Όταν όμως οι T8 λειτουργούν με ηλεκτρονικό ballast τότε οι διαφορές στην απόδοση με τους λαμπτήρες T5 μειώνονται αισθητά. Ούτως ή άλλως, δεν είναι δυνατόν να γίνουν απόλυτες συγκρίσεις δεδομένου ότι οι λαμπτήρες T5 διατίθενται

σε διαφορετικές ονομαστικές ισχείς από τους T8, οπότε δεν υπάρχουν συγκρίσιμα φωτιστικά.

Σε γενικές γραμμές, η αντικατάσταση φωτιστικών λαμπτήρων T8 ηλεκτρονικής έναυσης με παρεμφερή φωτιστικά λαμπτήρων T5 δεν αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη και κατά πάσα πιθανότητα δεν θα είναι οικονομικά συμφέρουσα (μεγάλος χρόνος απόσβεσης). Εάν οι λαμπτήρες T8 μιας εγκατάστασης φωτισμού λειτουργούν ήδη με ηλεκτρονικά ballast τότε δεν υπάρχει ουσιαστικό ενεργειακό όφελος για την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων T8 με φωτιστικά T5. Η χρησιμοποίηση φωτιστικών με τους λαμπτήρες T5 ενδείκνυται σε νέες εγκαταστάσεις όχι μόνο λόγω του ενεργειακού κέρδους αλλά και των άλλων ποιοτικών χαρακτηριστικών τους που υπερτερούν σε σύγκριση με τα φωτιστικά λαμπτήρων T8. Εξ' άλλου, η χρησιμοποίηση λαμπτήρων σύγχρονης τεχνολογίας είναι επιβεβλημένη και για καθαρά πρακτικούς λόγους. Στο εγγύς μέλλον πιθανώς να έχουν επικρατήσει οι λαμπτήρες T5 και να είναι δύσκολη η συντήρηση των φωτιστικών λαμπτήρων T8 (εξεύρεση ανταλλακτικών κ.λπ.). Αυτό άλλωστε συνέβη με τα φωτιστικά παλαιάς τεχνολογίας που σήμερα έχουν σχεδόν εκλείψει λόγω δυσκολιών ανεύρεσης των λαμπτήρων T12.

4. Τοπικοί αυτοματισμοί

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν προς την κατεύθυνση αυτή είναι πολλές. Οι περισσότερες στοχεύουν στην αρχιτεκτονική σχεδίαση και εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) ή στη χρησιμοποίηση συστημάτων προσαγωγής του φωτός στους εσωτερικούς χώρους (οπτικοί σωλήνες, κάτοπτρα κ.λπ.) τα οποία αποτελούν αντικείμενο μείζονος αρχιτεκτονικής παρέμβασης. Η πιο ρεαλιστική και υλοποιήσιμη σε υφιστάμενα κτίρια είναι η χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών στους επί μέρους χώρους. Το κόστος είναι λογικό και η επένδυση αποσβένεται αρκετά σύντομα. Επιπροσθέτως δε, οι εργασίες εγκατάστασης μπορούν να διεξαχθούν χωρίς να σοβαρή διατάραξη της επαγγελματικής δραστηριότητας του κτιρίου.

Η πιο απλή λύση για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού είναι η τοποθέτηση αισθητήρα φωτός σε κάθε διακριτό χώρο εργασίας ο οποίος μετρά την ένταση φωτισμού και ρυθμίζει την ένταση του τεχνητού φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο μέσω ρυθμιστή φωτός (dimmer). Το σύστημα αυτό είναι τοπικού χαρακτήρα και δεν συνδυάζεται ούτε επικοινωνεί με αντίστοιχα συστήματα εγκατεστημένα σε άλλους χώρους. Δεν προϋποθέτει δηλαδή την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS). Αντιθέτως, απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα υφιστάμενα φωτιστικά να λειτουργούν με ηλεκτρονικά ballast.

Σημειώνεται ότι η ρύθμιση της φωτεινότητας των λαμπτήρων (dimming) δεν επιτυγχάνεται με μείωση της τάσης τροφοδοσίας τους αλλά με άλλες πιο σύνθετες τεχνικές (αποκοπή μέρους της κυματομορφής της τάσης κ.λπ.). Είναι χαρακτηριστικό ότι η έναυση των λαμπτήρων φθορισμού σε χαμηλά επίπεδα τάσης (συνήθως 180-190V) είναι αδύνατη. Τα κυκλώματα που ρυθμίζουν τη φωτεινότητα των λαμπτήρων λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες οι οποίες εκτείνονται στην περιοχή συχνοτήτων των ηλεκτρονικών ballast (και πέραν αυτής). Η συχνότητα λειτουργίας (50 Hz) των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων (ηλεκτρομαγνητικών ballast) τα καθιστά ακατάλληλα για dimming. Συνεπώς, τα ballast πρέπει οπωσδήποτε να είναι ηλεκτρονικά.

Επιστάται η προσοχή σε αμφιβόλου προελεύσεως συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας (“economizers”) που διατίθενται στην αγορά τα οποία επιτυγχάνουν δήθεν εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό. Συνήθως, πρόκειται για απλά dimmers τα οποία υπό τον ψευδεπίγραφο τίτλο του “economizer” δεν κάνουν τίποτε άλλο παρά μείωση της τάσης τροφοδοσίας με αποτέλεσμα τη μείωση της στάθμης φωτισμού. Αυτού του είδους dimming είναι όμως τεχνικά απαράδεκτο και γι’ αυτό πουθενά δεν αναφέρεται από τους πωλητές των “economizers”. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με τη μείωση της στάθμης φωτισμού η οποία χειροτερεύει τις συνθήκες εργασίας με ανεπιθύμητο dimming που δεν μπορεί να ελεγχθεί από κανένα. Χειροτερεύει δηλαδή η απόδοση της εγκατάστασης φωτισμού την οποία μόχθησαν οι μελετητές να βελτιστοποιήσουν. Εάν η επιχείρηση επιθυμεί -παρά τη χειροτέρευση του φωτισμού- να μειώσει την κατανάλωση, μπορεί να το πράξει με dimmers του εμπορίου και με σαφώς χαμηλότερο κόστος. Ούτως ή άλλως όμως, αυτό δεν ενδείκνυται τεχνικά όπως εξηγήθηκε ανωτέρω, επιπλέον δε το οικονομικό όφελος θα είναι αμελητέο.

Η ρύθμιση της φωτεινότητας (dimming) των λαμπτήρων επιτυγχάνεται είτε με το συνδυασμό απλού ηλεκτρονικού ballast και ρυθμιστή (dimmer), είτε με ηλεκτρονικό ballast που ενσωματώνει τον ρυθμιστή (HF regulator). Απαραίτητος φυσικά είναι ο αισθητήρας φωτισμού ο οποίος επιδέχεται ρύθμιση από το χρήστη του χώρου για το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού καθώς και το εύρος ρύθμισης ως ποσοστό της ονομαστικής απόδοσης. Η τεχνολογία των αισθητήρων αυτού του τύπου είναι διαφορετική από τους αρκετά απλούστερους αισθητήρες παρουσίας (ή αισθητήρες κίνησης) οι οποίοι διακόπτουν τη λειτουργία των φωτιστικών όταν δεν ανιχνεύουν την παρουσία ή κίνηση αντίστοιχα ατόμων στο χώρο. Πάντως, σήμερα διατίθενται στο εμπόριο αισθητήρες που ενσωματώνουν τις εν λόγω επί μέρους λειτουργίες. Μία επιπλέον επιλογή είναι η εγκατάσταση χρονοδιακοπών που διακόπτουν τα κυκλώματα φωτισμού στους επί μέρους χώρους για καθορισμένα διαστήματα εντός των οποίων δεν προβλέπεται η χρήση τους. Η ρύθμιση του κάθε χρονοδιακόπτη διενεργείται σύμφωνα με το ωράριο χρήσης του συγκεκριμένου χώρου.

Η εφαρμογή των ανωτέρω συστημάτων αξιοποιεί το φυσικό φωτισμό και περικόπτει την άσκοπη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού όταν οι χρήστες απουσιάζουν. Έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων ότι με τη χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών αυτού του τύπου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.

Επισημαίνεται και πάλι ότι η εφαρμογή αυτών των αυτόνομων αυτοματισμών δεν προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS), άρα μπορούν να εγκατασταθούν σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν. Όλες οι λειτουργίες των αυτόνομων αυτοματισμών που συνοπτικά παρετέθησαν ανωτέρω αποτελούν υποσύνολο των λειτουργιών του BMS, η εγκατάσταση του οποίου εξοικονομεί ακόμη περισσότερη ενέργεια στο φωτισμό αλλά και στις άλλες καταναλώσεις των κτιρίων.

5. Συστήματα κεντρικής διαχείρισης

Τα συστήματα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων (Building Management Systems – BMS) συνιστούν ολοκληρωμένη λύση για την εποπτεία της λειτουργίας των κτιρίων, τον έλεγχο των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (και όχι μόνον) και τη διαχείρισή τους. Η ορθολογική χρήση ενέργειας είναι μια μόνο από τις παραμέτρους που επηρεάζεται από την ύπαρξη αυτών των συστημάτων και η συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ένα μόνο από τα πλεονεκτήματα της λειτουργίας τους. Η ανάλυση των χαρακτηριστικών ενός τέτοιου συστήματος εκφεύγει του αντικείμενου του παρόντος. Αναφέρεται μόνον ότι όλες οι λειτουργίες των αυτοματισμών της προηγούμενης παραγράφου μπορούν να εκτελεσθούν από ένα στοιχειωδώς απλό BMS. Επιπλέον δε, οι αυτοματοποιημένες λειτουργίες δεν αντιμετωπίζονται αυτόνομα και τοπικά σε κάθε διακριτό χώρο αλλά ενσωματώνονται στο ολοκληρωμένο σύστημα του κτιρίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διασύνδεση των αυτοματισμών και την αλληλοεπίδραση των διακριτών λειτουργιών. Ουσιαστική επίσης είναι η διαφορά στο κόστος εγκατάστασης. Το κόστος εγκατάστασης αυτόνομων αυτοματισμών σε περισσότερους διακριτούς χώρους είναι σχεδόν ακέραιο πολλαπλάσιο της εγκατάστασης του ενός. Αντίθετα, στο ολοκληρωμένο BMS του κτιρίου οι επί μέρους μονάδες έχουν πολλαπλές λειτουργίες με συνέπεια τον επιμερισμό του κόστους.

Τα BMS εξοικονομούν ενέργεια στη θέρμανση και ψύξη των κτιρίων, στο φωτισμό αλλά και σε άλλες καταναλώσεις (ζεστό νερό χρήσης, αρδεύσεις, ανελκυστήρες κ.λπ.). Έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων ότι η εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό από 10% έως 35% ανάλογα με το είδος της χρήσης του κτιρίου.

Το κόστος εγκατάστασης συστήματος κεντρικής διαχείρισης είναι αρκετά υψηλότερο από το αντίστοιχο μιας συμβατικής εγκατάστασης. Όμως, η εφαρμογή του σε σύγχρονα επαγγελματικά κτίρια αποσβένει το κόστος της σε λογικό χρονικό διάστημα, καθιστώντας την επένδυση συμφέρουσα. Οποσδήποτε, για την εγκατάσταση BMS απαιτείται τεχνοοικονομική μελέτη η οποία θα εκτιμήσει το χρόνο απόσβεσης σύμφωνα με τις λειτουργίες του κτιρίου. Η συνεχιζόμενη διείσδυση των BMS στην κατασκευή κτιρίων και η συνεπαγόμενη αύξηση των πωλήσεων θα μειώσει περαιτέρω το κόστος τους και το χρόνο απόσβεσης.

Η άκριτη εφαρμογή BMS σε ένα κτίριο θεωρείται, δικαίως, επιπόλαιη ενέργεια. Περισσότερο, όμως, ζημιόγona ενέργεια μπορεί να αποδειχθεί η κατασκευή του κτιρίου χωρίς σύστημα κεντρικής διαχείρισης εάν δεν έχει προηγηθεί η μελέτη των οικονομικών –και λειτουργικών– επιπτώσεων του στο κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος του κτιρίου. Παράδειγμα προς αποφυγή αποτελεί η πληθώρα επιχειρήσεων που κατασκεύασαν τα κτίριά τους συμβατικά και κατόπιν –μερικές πολύ σύντομα– αποφάσισαν την αποκαθήλωση του συμβατικού συστήματος και την αντικατάστασή του με BMS, επωμιζόμενοι προφανώς το πρόσθετο κόστος, διότι αντελήφθησαν –κατόπιν εορτής– ότι το λειτουργικό κόστος με το συμβατικό σύστημα ήταν δυσβάστακτο.

Η εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης δεν είναι η πανάκεια στο πρόβλημα του λειτουργικού κόστους των κτιρίων, ούτε όμως συνιστά περιττή πολυτέλεια. Η μελέτη σκοπιμότητας μιας τέτοιας επένδυσης, την οποία οφείλουν να εκπονούν οι επιχειρήσεις πριν την κατασκευή του κτιρίου τους ή πριν την εγκατάσταση του BMS, θα προδιαγράψει την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης. Η εμπειρία από την εφαρμογή συστημάτων κεντρικής διαχείρισης σε επαγγελματικά κτίρια έχει δείξει ότι τα οφέλη είναι πολλαπλά: ενεργειακά και λειτουργικά.

6. Επιλογή λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων

6.1 Λαμπτήρες

Η ονομαστική ισχύς του λαμπτήρα δεν είναι το μοναδικό κριτήριο για την επιλογή του. Στο εμπόριο διατίθενται λαμπτήρες με ταυτόσημη ονομαστική ισχύ, χρωματική απόδοση και διαστάσεις αλλά με διαφορετική απόδοση lm/W. Είναι δηλαδή εφικτή η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς καμία αλλαγή στην εγκατάσταση φωτισμού αλλά μόνο με την ορθολογική επιλογή των λαμπτήρων. Η διαδικασία της επιλογής αυτής δεν απαιτεί ειδικές γνώσεις και μπορεί να διεξαχθεί από τεχνικούς της επιχείρησης με απλή έρευνα της αγοράς. Αν δε, οι απαιτήσεις φωτισμού των χώρων το επιτρέπουν είναι εφικτή περαιτέρω εξοικονόμηση με την επιλογή λαμπτήρων διαφορετικής χρωματικής απόχρωσης αλλά καλύτερης απόδοσης lm/W. Όπως αναλύεται κατωτέρω με απλά

παραδείγματα, η άστοχη επιλογή λαμπτήρων με μοναδικά κριτήρια την τιμή τους και την ονομαστική ισχύ μπορεί να επιβαρύνει την κατανάλωση έως και κατά 30%.

Η διαφορά στην απόδοση οφείλεται στη διαφορετική τεχνολογία των λαμπτήρων η οποία μάλιστα ελάχιστα επιβαρύνει το κόστος αγοράς. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι ο απλός λαμπτήρας φθορισμού T8, 58 W, Daylight αποδίδει 4.000 lm ενώ ο αντίστοιχος τριφωσφορικός, με τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά, αποδίδει 5.000 lm, δηλαδή 25% επιπλέον φωτεινή ροή. Το όφελος γίνεται σημαντικότερο αν ληφθεί υπ' όψιν ότι η διάρκεια ζωής του τριφωσφορικού είναι σχεδόν διπλάσια του απλού.

Η επιλογή της χρωματικής απόχρωσης των λαμπτήρων μπορεί να επιφέρει περαιτέρω εξοικονόμηση. Αυτό φυσικά προϋποθέτει εκτίμηση των ποιοτικών απαιτήσεων του φωτισμού του χώρου (οπτική άνεση) σε συνδυασμό με το επίπεδο φωτισμού. Αν οι συνθήκες το επιτρέπουν, τότε μπορεί να επιλεγεί τύπος λαμπτήρων που συνδυάζει συγκεκριμένη χρωματική απόχρωση με υψηλή απόδοση lm/W. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η κατανάλωση μειώνεται κατά 15% με αντικατάσταση των απλών λαμπτήρων T8, 58 W, Daylight, 4.000 lm με ταυτόσημους Warmwhite, 4.600 lm. Η εξοικονόμηση ανέρχεται σε 4% εάν αντικατασταθούν οι τριφωσφορικοί T8, 58 W, Daylight (5.000 lm) με Warmwhite (5.200 lm).

6.2 Φωτιστικά σώματα

Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων δεν μπορεί να γίνεται με τα κριτήρια αισθητικής αντίληψης του διακοσμητή. Απαιτείται εξειδικευμένη “ανάγνωση” των τεχνικών χαρακτηριστικών τους όπως ο τύπος κατανομής της φωτεινής ροής, ο συντελεστής απόδοσης, η κατανομή λαμπρότητας, η κλάση θάμβωσης, η κατανάλωση ενέργειας, η δυνατότητα dimming, ο τύπος του ανακλαστήρα ή του διαχύτη κ.λπ. Δείγματα αμάθειας αποτελούν, επίσης, χώροι με εμφανώς διαφορετικού τύπου φωτιστικά διότι διαπιστώθηκε αμέσως μετά την κατασκευή τους ότι υποφωτίζονται με αποτέλεσμα να προστεθούν άλλα, παράταιρα, περισσότερο αποδοτικά φωτιστικά. Άλλες νοοτροπίες, όπως αυτή της επιλογής των φθηνότερων φωτιστικών ή αντίθετα της επισπεύσεως των εργασιών έναντι οποιουδήποτε κόστους, οδηγούν στα ίδια ολέθρια αποτελέσματα. Το πέπλο της αγνοίας που καλύπτει τη χώρα –και εν προκειμένω τους ιδιοκτήτες των κτιρίων- είναι αυτό που επιτρέπει στους αμαθείς “ειδικούς” του φωτισμού να επιβάλλουν στους χρήστες των χώρων κακές συνθήκες φωτισμού και να επιβαρύνουν τους ιδιοκτήτες των κτιρίων με μεγάλα λειτουργικά κόστη. Το θλιβερό αυτό φαινόμενο θα εξέλιπε αν γνώριζαν οι ιδιοκτήτες πόσες εκατοστιαίες μονάδες του κόστους λειτουργίας των κτιρίων τους θα μπορούσαν να επωφεληθούν μόνο και μόνο από την ορθολογική μελέτη της εγκατάστασης φωτισμού.

Είναι ευνόητο ότι η επιλογή των φωτιστικών γίνεται σύμφωνα με τη μορφή των εργασιών που διεξάγονται στο χώρο, την αισθητική του, τις αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες και ιδιαιτερότητες καθώς και το επιθυμητό επίπεδο ποιότητας του φωτισμού. Στις παραμέτρους αυτές οφείλει να συμπεριλαμβάνεται η ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης φωτισμού με στόχο την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Οι επιλογές προς την κατεύθυνση αυτή είναι πολλές. Η πρώτη επιλογή αφορά τη γενική μορφή του φωτιστικού π.χ. αν θα είναι φωτιστικό επίμηκες (π.χ. 2X36W T8, 2X39W T5 κ.λπ.) ή τετράγωνο (π.χ. 4X18W T8, 4X24W T5 κ.λπ.). Η επιλογή φωτιστικών επιφανειακής στερέωσης ή ψευδοροφής ή ανάρτησης συνήθως επιβάλλεται εκ των προτέρων από την αρχιτεκτονική διαρρύθμιση του χώρου. Η εμμονή στην επιλογή των τετράγωνων φωτιστικών 60X60 cm, 4X18 W, δεν αιτιολογείται ούτε από την καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά τους ούτε από την αισθητική τους ανωτερότητα.

Είναι γνωστό ότι η απόδοση των λαμπτήρων (lm/W) αυξάνεται με την ονομαστική ισχύ τους. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου τύπου λαμπτήρων T5, προκύπτει ότι η απόδοσή τους είναι 96 lm/W στην ονομαστική ισχύ των 14 W, 100 lm/W στα 21 W και 104 lm/W στα 28 W. Τα μεγέθη αυτά για τους συμβατικούς λαμπτήρες T8 είναι 64 lm/W στα 18 W και 79 lm/W στα 36 W ή 58 W. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή φωτιστικών με λαμπτήρες μεγαλύτερης ονομαστικής ισχύος, δηλαδή μεγαλύτερου μήκους, είναι ενεργειακά επωφελής. Ως τυπικό παράδειγμα μιας τέτοιας επιτυχούς επιλογής είναι η προτίμηση φωτιστικών 2X36 W αντί των 4X18 W.

Σημαντικός παράγοντας είναι, επίσης, ο τύπος και το υλικό κατασκευής του οπτικού συστήματος του φωτιστικού (διαχύτης, κάτοπτρο, περσίδες κ.λπ.). Οι συνθετικοί διαχύτες έχουν συνήθως μικρότερο βαθμό απόδοσης (LOR) και χειρότερο συντελεστή συντήρησης. Τα οπτικά συστήματα από ανοδιωμένο αλουμίνιο εμφανίζουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης (έως 85% έναντι 55%-60% των συνθετικών πολυκαρβονικών διαχυτών) αλλά και σ' αυτή την περίπτωση η ποιότητα της ανοδίωσης και ο βαθμός καθαρότητας του αλουμινίου είναι οι κρίσιμοι παράγοντες. Στην αγορά απαντώνται φωτιστικά του ίδιου ακριβώς τύπου (ανακλαστήρας ανοδιωμένου αλουμινίου, διπλής παραβολικότητας) των οποίων οι βαθμοί απόδοσης μπορεί να διαφέρουν και κατά 20 εκατοστιαίες μονάδες. Πρωταρχική αιτία είναι η ποιότητα σχεδίασης του ανακλαστήρα. Η σχεδίαση του ανακλαστήρα είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί υψηλή εξειδίκευση και προχωρημένο λογισμικό. Οι απαιτήσεις αυτές είναι αδύνατον να πληρούνται από μικρούς κατασκευαστές που έχουν ως μοναδικό στόχο τη χαμηλή τιμή πώλησης δια της ελαχιστοποίησης του κόστους. Οι αντιγραφές εκ του προχείρου αποδίδουν συνήθως πτωχά αποτελέσματα. Είναι απολύτως βέβαιο ότι η επένδυση σε φωτιστικά με υψηλότερο κόστος αγοράς, από κατασκευαστές με τεχνογνωσία, θα αποσβεσθεί πολύ σύντομα (όχι αργότερα από 2-3 χρόνια).

Ο βαθμός καθαρότητας του αλουμινίου επηρεάζει την απόδοση των ανακλαστήρων και κατ' επέκταση των φωτιστικών. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι αποκλίσεις κλάσματος της εκατοστιαίας μονάδας στην καθαρότητα του αλουμινίου επιφέρουν δεκαπλάσια απόκλιση (μερικές εκατοστιαίες μονάδες) στην ανακλαστικότητα των οπτικών του φωτιστικού. Ούτε λόγος βέβαια να γίνεται για οπτικά βαφής φούρνου όπου η απόδοση κατακρημνίζεται, ειδικότερα δε με την πάροδο του χρόνου οπότε αποσυντίθεται η βαφή και η απόδοση του φωτιστικού μειώνεται σε τιμές μικρότερες του 50%. Μερικές φορές, το οπτικό σύστημα αποτελείται μόνο από περσίδες χωρίς ανακλαστήρα. Είναι προφανές ότι και στην περίπτωση αυτή η απόδοση θα είναι ιδιαίτερα χαμηλή δοθέντος ότι το ήμισυ σχεδόν της φωτεινής ροής των λαμπτήρων θα χάνεται εντός του φωτιστικού.

Ανακεφαλαιώνοντας παρατίθενται ακολούθως τα σημαντικότερα κριτήρια επιλογής φωτιστικών σωμάτων προς την κατεύθυνση της ενεργειακής τους απόδοσης: 1) Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης αντί των απλών, 2) Απόχρωση Warmwhite αντί της Daylight όπου είναι αποδεκτή, 3) Ballast με υψηλή απόδοση ($\text{ballast factor} > 0,90$) εφ' όσον πρόκειται για συμβατικό, 4) Ηλεκτρονικό ballast αντί του συμβατικού, 5) Λαμπτήρας T5 αντί του T8 ή T12, 6) Λαμπτήρες μεγάλης ονομαστικής ισχύος (κατά συνέπεια επιμήκη φωτιστικά) εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν, 6) Φωτιστικά με οπτικό σύστημα υψηλής απόδοσης (κατά προτίμηση με ανακλαστήρα αλουμινίου υψηλής καθαρότητας και ποιότητας ανοδίωσης) και με ικανοποιητικό συντελεστή συντήρησης.

7. Συντελεστής ισχύος

Το πρόβλημα του χαμηλού συντελεστή ισχύος στις εγκαταστάσεις φωτισμού είναι θεωρητικά μάλλον αμελητέο, δεδομένου ότι οι σοβαροί κατασκευαστές ενσωματώνουν στα φωτιστικά τους τα απαραίτητα εξαρτήματα (πυκνωτές κ.λπ.) που βελτιώνουν τον συντελεστή ισχύος. Σημειώνεται πάντως ότι, ειδικά στα φωτιστικά με ηλεκτρονικά ballast και ρυθμιστές, η διόρθωση αυτή αφορά συνήθως μόνο στον συντελεστή διαφοράς φάσης ($\cos\phi$). Όμως, αυτές οι ηλεκτρονικές διατάξεις παράγουν αρμονικά ρεύματα τα οποία είναι αρκετά δύσκολο να μειωθούν. Αυτό έχει σαν συνέπεια την εμφάνιση χαμηλού συντελεστή ισχύος ($\text{power factor} \ll 1$) ακόμη και αν ο συντελεστής διαφοράς φάσης προσεγγίζει τη μονάδα ($\cos\phi \gg 0,9$). Η εξάλειψη των αρμονικών διαταραχών είναι ένα πολύ σύνθετο πρόβλημα και απαιτεί υψηλό κόστος το οποίο δύσκολα αποσβένεται. Αν οι αρμονικές δεν δημιουργούν άλλα λειτουργικά προβλήματα, τότε η επένδυση για την εξάλειψή τους είναι συνήθως ασύμφορη. Σε κάθε περίπτωση πάντως πρέπει να επιδιώκεται η εφικτή βελτίωση του συντελεστή διαφοράς φάσης. Προς τούτο απαιτείται η χρησιμοποίηση φωτιστικών με διορθωμένο $\cos\phi$ και στην περίπτωση που υπάρχουν

οδεύσεις καλωδίων μεγάλου μήκους να γίνεται διόρθωση κεντρικά, εφ' όσον φυσικά δεν πρόκειται για πελάτες μέσης τάσης οπότε η διόρθωση είναι συμβατική υποχρέωση.

8. Συντήρηση της εγκατάστασης φωτισμού

Η απόδοση μιας εγκατάστασης φωτισμού απομειώνεται συν τω χρόνω λόγω της επικάθισης ρύπων στις επιφάνειες των φωτιστικών και των λαμπτήρων, της γήρανσης των υλικών των φωτιστικών τα οποία συμμετέχουν στην εκπομπή φωτός (ανακλαστήρες, περσίδες, διαχύτες κ.λπ.) καθώς και της γήρανσης των λαμπτήρων και των ballast. Οι παράγοντες αυτοί συνιστούν τον συντελεστή συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού ο οποίος εκφράζει τη μείωση της απόδοσής της σε σχέση με την αρχική. Η μείωση αυτή λαμβάνεται υπ' όψη κατά τη μελέτη φωτισμού και για να αντισταθμισθεί προσαυξάνεται ο αριθμός των φωτιστικών ώστε το επίπεδο φωτισμού να μην πέφτει κάτω από την επιθυμητή τιμή λόγω της αναπόφευκτης απομείωσης που θα επέλθει συν τω χρόνω.

Εξειδικευμένοι φορείς που διεξήγαγαν μετρήσεις σε εγκαταστάσεις φωτισμού κτιρίου γραφείων διεπίστωσαν ότι η μείωση του φωτισμού στις πλημμελώς συντηρημένες εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 40% ενώ αν η συντήρηση είναι τακτική τότε η μείωση δεν υπερβαίνει το 25%. Οι μετρήσεις που έγιναν σε τυπικούς επαγγελματικούς χώρους οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι εξοικονομείται ενέργεια της τάξης του 15% εάν τα φωτιστικά καθαρίζονται ανά έτος με ταυτόχρονη αντικατάσταση του 1/3 των λαμπτήρων (έστω και αν λειτουργούν). Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους φορείς που διεξήγαγαν τις μετρήσεις, στην πλημμελώς συντηρημένη εγκατάσταση ο καθαρισμός και η αντικατάσταση των λαμπτήρων γίνονταν ανά 3 χρόνια.

Σημειώνεται ότι η απόδοση των απλών λαμπτήρων φθορισμού μειώνεται κατά 30% όταν υπερβούν το 70% της διάρκειας ζωής τους. Το ποσοστό αυτό είναι ενδεικτικό και δεν χαρακτηρίζει όλους τους τύπους των λαμπτήρων. Ο βαθμός μείωσης εξαρτάται από τον τύπο του λαμπτήρα και το είδος της έναυσης. Αρκετοί κατασκευαστές παρέχουν, πέραν της μέσης διάρκειας ζωής, την οικονομική διάρκεια ζωής η οποία υποδηλώνει το χρόνο λειτουργίας πέραν του οποίου η λειτουργία του λαμπτήρα είναι ασύμφορη. Άρα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων της εγκατάστασης φωτισμού θα πρέπει να λαμβάνονται από το πρόγραμμα συντήρησης ώστε να αντικαθίστανται έγκαιρα και οπωσδήποτε πριν το τέλος της ζωής τους.

Η κάθε επιχείρηση οφείλει να τηρεί τακτικό πρόγραμμα συντήρησης σύμφωνα με το οποίο σε καθορισμένο χρόνο θα ανοίγονται τα φωτιστικά, θα καθαρίζονται εσωτερικά και εξωτερικά και θα αντικαθίστανται οι λαμπτήρες και τα άλλα εξαρτήματα που επηρεάζονται από τη γήρανση (εκκινητές, ballast κ.λπ.). Στο πρόγραμμα θα πρέπει να αναφέρεται ο τύπος των υλικών της εγκατάστασης και ο συνιστώμενος χρόνος αντικατάστασής τους ο οποίος θα διαφέρει κατά περίπτωση (μικρότερος για τους

λαμπτήρες, μεγαλύτερος για τα ballast κ.λπ.). Λαμβανομένων υπ' όψιν των πλημμελών συνθηκών συντήρησης των φωτιστικών στη χώρα μας, εκτιμάται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι μεγαλύτερη του 15% που μετρήθηκε σε χώρες με πιο οργανωμένα και αυστηρά προγράμματα λειτουργίας.

9. Αρχιτεκτονικές λύσεις για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός μπορεί να αξιοποιηθεί με ποικίλους τρόπους στους οποίους περιλαμβάνεται ο ενδεδειγμένος προσανατολισμός του κτιρίου, η κατασκευή προεξοχών στα παράθυρα για την εκτροπή του άμεσου φωτός στο εσωτερικό με ταυτόχρονη αποφυγή της θάμβωσης, η χρησιμοποίηση ειδικών υαλοστασίων που διαχέουν το φως περιορίζοντας τη θάμβωση, η εγκατάσταση εξωτερικών ή εσωτερικών φωτοφρακτών (σταθερών ή κινητών) ή αρχιτεκτονικών προεξοχών (μαρκιζών) ή εσωτερικών ανακλαστικών επιφανειών (light selves) που επιτυγχάνουν σκίαση αλλά και κατευθυνόμενη διάχυση στο εσωτερικό, η εγκατάσταση φωτοσωλήνων για τη μεταφορά της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους ή ο συνδυασμός αυτών με ηλιοστάτες που επιτυγχάνουν υψηλότερη συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας κ.λπ. Οι ανωτέρω τεχνικές είναι ενδεικτικές καθώς αναπτύσσονται συνεχώς νέες πιο προηγμένες με αντίστοιχους στόχους. Αρκετές από αυτές εντάσσονται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Οι περισσότερες ενδείκνυται κυρίως σε νέα κτίρια ενώ μερικές μπορούν να εφαρμοσθούν σε υφιστάμενα αλλά με υψηλότερο κόστος. Ούτως ή άλλως, η εφαρμογή των περισσότερων από τις τεχνικές αυτές σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια απαιτεί σοβαρή μελέτη ώστε να μην επιβαρύνουν το ψυκτικό φορτίο των κτιρίων. Η παρουσίαση των αρχιτεκτονικών λύσεων, έστω και συνοπτικά, είναι πολύ εκτεταμένη και εκφεύγει των στόχων του παρόντος, δεδομένου ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί από μόνη της ένα ολόκληρο τεχνολογικό κλάδο. Τα ενεργειακά οφέλη είναι αδύνατον να εκτιμηθούν, έστω και κατά τάξη μεγέθους, διότι απαιτούν τον συνυπολογισμό όλων των ενεργειακών παραμέτρων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός) σε ένα ενιαίο δυναμικό μοντέλο. Σε γενικές γραμμές πάντως, το κόστος αυτών των τεχνικών λύσεων είναι αρκετά υψηλό, γεγονός που προβληματίζει τους κατασκευαστές και τους καθιστά επιφυλακτικούς, ιδιαίτερα αν συγκριθεί με το αρκετά χαμηλότερο κόστος των παρεμβάσεων που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους.

10. Επίλογος

Οι ακολουθητέα μεθοδολογία για την εξοικονόμηση ενέργειας στην εγκατάσταση φωτισμού επαγγελματικού κτιρίου διαφοροποιείται αναλόγως εάν περί κτιρίου υπό ανέγερση ή υφιστάμενου. Εφ' όσον το κτίριο δεν έχει ακόμη κατασκευαστεί τα περιθώρια επεμβάσεων είναι σημαντικά. Αν το κτίριο λειτουργεί ήδη, τότε θα πρέπει να

μελετηθεί το κόστος της κάθε επέμβασης τόσο ως προς την όχληση που θα προκληθεί στις επαγγελματικές δραστηριότητες όσο και ως προς το οικονομικό κόστος. Στην περίπτωση υπό ανέγερση κτιρίου υπάρχει μεγάλη ευχέρεια επιλογών.

Όταν το κτίριο βρίσκεται στο στάδιο της μελέτης θα πρέπει αρχικά να διενεργηθεί μελέτη σκοπιμότητας για την εφαρμογή βιοκλιματικών λύσεων που στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορούν στην εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην §9. Αντίστοιχη μελέτη σκοπιμότητας πρέπει να εκπονηθεί για την εγκατάσταση συστήματος κεντρικής διαχείρισης (BMS). Κατά πάσα πιθανότητα η μελέτη αυτή θα είναι ενθαρρυντική για το BMS (βλ. §5). Εάν απορριφθεί το BMS τότε θα εξετασθεί η κατά περίπτωση εγκατάσταση τοπικών αυτοματισμών για συγκεκριμένες χρήσεις (βλ. §4). Ανεξαρτήτως της απόφασης για τα ανωτέρω, η επιλογή φωτιστικών σωμάτων με ηλεκτρονικά ballast θεωρείται απαραίτητη (βλ. §2). Όχι μόνο διότι αποτελούν συμφέρουσα επένδυση αλλά και για να συμβαδίζει η εγκατάσταση με τις απαιτήσεις των σύγχρονων τεχνολογιών και για να είναι ανοιχτή σε μελλοντικές επεμβάσεις.

Η επιλογή φωτιστικών με λαμπτήρες T5 θεωρείται επίσης ότι θα προκριθεί (βλ. §3) λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν χωρίς πρόσθετο κόστος άξιο λόγου. Μικρής σημασίας αλλά όχι αμελητέα είναι η χρωματική απόχρωση του λαμπτήρα. Εάν δεν δημιουργούνται προβλήματα μπορεί να επιλεγούν λαμπτήρες με απόχρωση που αποδίδει μεγαλύτερη φωτεινή ροή. Ο τύπος των φωτιστικών οφείλει να είναι ο ενδεδειγμένος για το είδος του χώρου και την επιθυμητή ποιότητα φωτισμού. Από τους τύπους των φωτιστικών που ικανοποιούν αυτές τις απαιτήσεις θα πρέπει να επιλεγεί αυτός με την καλύτερη ενεργειακή απόδοση σύμφωνα με όσα ελέχθησαν στην §6. Τέλος, μετά την αποπεράτωση της εγκατάστασης θα συνταχθεί πρόγραμμα συντήρησης (βλ. §8) που θα λαμβάνει υπ' όψιν τα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν. Ευνόητο είναι ότι το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να τηρείται.

Εάν το κτίριο είναι υφιστάμενο θα πρέπει αρχικά να διερευνηθεί κατά πόσον είναι εφαρμόσιμες αρχιτεκτονικές λύσεις –και ποιες- για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Οι περισσότερες συνήθως είναι ανέφικτες και αντιοικονομικές πλην ίσως κάποιων φωτοφρακτών ή περσίδων. Θα ακολουθήσει η μελέτη για τη σκοπιμότητα εφαρμογής συστήματος κεντρικής διαχείρισης (BMS). Σε αρκετές περιπτώσεις η εφαρμογή του BMS στο υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης και ψύξης είναι προβληματική λόγω της τεχνολογίας των υλικών του συστήματος αλλά και της διάταξης αυτού στο κτίριο. Τότε πλέον η εφαρμογή του μόνο στο φωτισμό καθίσταται μάλλον ασύμφορη αλλά όχι απαραίτητος. Εάν πάντως απορριφθεί το BMS, τότε θα πρέπει να μελετηθεί η σκοπιμότητα εγκατάστασης αυτόνομων αυτοματισμών στο φωτισμό όλων ή μέρους των χώρων. Είναι βέβαιο ότι η επένδυση αυτή για κάποιες τουλάχιστον κατηγορίες χώρων θα

κριθεί οικονομικώς συμφέρουσα. Εάν τα φωτιστικά είναι παλαιάς τεχνολογίας και γηρασμένα θα πρέπει να αντικατασταθούν για τους λόγους που εξετάθησαν στην §2.3 και σύμφωνα με τα κριτήρια της §6.2. Το όφελος από την αντικατάστασή τους θα αποσβεσθεί σε λιγότερο από 5 έτη. Πιθανώς δε να κριθεί συμφέρουσα η επιλογή φωτιστικών με λαμπτήρες T5 (βλ. §3). Στην περίπτωση που τα φωτιστικά παραμείνουν ως έχουν, θα πρέπει να αντικατασταθούν τα συμβατικά ballast με ηλεκτρονικά και οι συμβατικοί λαμπτήρες με ομοειδείς υψηλής απόδοσης (βλ. §6.1). Τέλος θα πρέπει να εφαρμοσθεί πρόγραμμα συντήρησης της εγκατάστασης φωτισμού σύμφωνα με όσα ελέγχθησαν στην §8.

Η εφαρμογή των προτάσεων που προτείνονται ανωτέρω αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και λειτουργικού κόστους. Η επιλογή των πλέον ενδεδειγμένων ώστε να είναι τεχνικά εφαρμόσιμες και οικονομικά επωφελείς απαιτεί μελέτη των χαρακτηριστικών και της μορφής των κτιρίων. Πιθανόν να μην προκριθούν όλες. Όμως, ακόμη και με την εφαρμογή των πιο απλών από αυτές, η εξοικονόμηση που θα προκύψει (τουλάχιστον 20%) θα είναι πέραν και των ποιο ευοίωνων προοπτικών.

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΡΓΩΝ ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΩΝ
ΑΠΟ Κ.Π.Σ. : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Γ.Α. Βόκας, Β. Χριστόφιλος, Φ. Κοροβέσης, Αιμ. Σαμαράς

ΕΛΑΝΕΤ - Βαλαωρίτου 4, 10671 Αθήνα, e-mail: gvokas@elanet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η καταγραφή των εμπειριών, η απαρίθμηση των αποτελεσμάτων και η επιμέτρηση των ενεργειακών ωφελειών ενεργειακών επενδύσεων που εντάχθηκαν στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα (Ε.Π.ΑΝ.) και που υλοποιούνται στο χώρο γεωγραφικής ευθύνης της εταιρείας ΕΛΑΝΕΤ, δεδομένου ότι θεωρήθηκε ιδιαίτερα σημαντικό να διαπιστωθεί, εάν η εφαρμογή του Ε.Π.ΑΝ. είναι επιτυχής ως προς τους στόχους του σε ενεργειακό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο αλλά και να επιχειρήσει μια αποτίμηση των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει από τα μέχρι σήμερα ολοκληρωμένα έργα στα πλαίσια του Ε.Π.ΑΝ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα κατά την προηγούμενη δεκαετία δόθηκε στα πλαίσια του Β' ΚΠΣ σημαντική ώθηση στα προγράμματα εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας και περιβαλλοντικής προστασίας κυρίως μέσω του Επιχειρησιακού Πρόγραμμα Ενέργειας (Ε.Π.Ε.) Το 2001 ολοκληρώθηκε το Ε.Π.Ε., το οποίο είχε ξεκινήσει από το 1994. Τότε η ΕΛΑΝΕΤ ήταν ένας από τους τέσσερις Ενδιάμεσους Φορείς Διαχείρισης (ΕΦΔ) του Ε.Π.Ε. και είχε την ευθύνη για την πραγματοποίηση των επενδύσεων στις περιοχές: Αττική, Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα, Βόρειο Αιγαίο, Νότιο Αιγαίο και Κρήτη.

Κατά την τρέχουσα δεκαετία και στα πλαίσια του Γ' ΚΠΣ (2001-2008), κύριος μοχλός ώθησης προγραμμάτων εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας αποτελεί η Δράση 2.1.3 του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα (Ε.Π.ΑΝ.). Σήμερα, η ΕΛΑΝΕΤ έχει αναλάβει, μεταξύ άλλων, τη διαχείριση Δράσεων Ενεργειακών Επενδύσεων έργων που υλοποιούνται στις περιοχές της Αττικής, Βορείου και Νοτίου Αιγαίου.

Το Ε.Π.ΑΝ. έχει ως κύριο σκοπό την παροχή οικονομικών κινήτρων για την ενίσχυση μεμονωμένων ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων. Η Δράση 2.1.3 συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ), το Ελληνικό Δημόσιο και Ιδιωτικά κεφαλαία. Οι επιλέξιμες προς χορήγηση επιδότησης επεμβάσεις ανάγονται σε Εξοικονόμηση Ενέργειας, Συμπαραγωγή, η Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων με Υγραέριο και Φ.Α. καθώς και κάθε είδους Εφαρμογή ΑΠΕ. Οι εταιρείες –ανάλογα με τον τύπο επένδυσης– απολαμβάνουν επιδότηση της τάξης έως και 50% και πολλές βιομηχανίες, ξενοδοχεία και ιδιωτικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας επωφελούνται πραγματοποιώντας επεμβάσεις με χρήση νέων τεχνολογιών.

Η ΕΛΑΝΕΤ είναι μια εκ των επτά εταιρειών που ανέλαβε ως Ενδιάμεσος Φορέας Διαχείρισης (ΕΦΔ) την οικονομοτεχνική διαχείριση 72 επενδύσεων που εντάχθηκαν στα πλαίσια της Δράσης 2.1.3 με συνολικό προϋπολογισμό 120,91 Μ€ και δημόσια επιχορήγηση 46,22 Μ€. Μέχρι σήμερα, τα περισσότερα έργα στην περιοχή ευθύνης της ΕΛΑΝΕΤ (Αττική, Β. & Ν. Αιγαίο) εκτελούνται με απόλυτη επιτυχία και προβλέπεται ότι θα καλύψουν τους στόχους που είχαν τεθεί σε οικονομικό, ενεργειακό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η διαδικασία υποβολής και αξιολόγησης των προτάσεων προβλεπόταν από τους Οδηγούς Ενεργειακών Επενδύσεων (Ο.Ε.Ε.) του ΥΠΑΝ και το Π.Δ. 98/96. Οι αρμοδίες συγκροτημένες Επιτροπές Αξιολόγησης εξέδωσαν αποτελέσματα επιτυχίας για δύο προκηρύξεις, με πέντε συνολικά κύκλους. Μετά την υπογραφή των συμβάσεων μεταξύ

ΕΦΔ και επενδυτών, ξεκίνησε η διαδικασία καταβολής της επιδοτήσεως κατόπιν περιοδικών τεχνικών και οικονομικών πιστοποιήσεων για την πρόοδο των έργων.

Η ΕΛΑΝΕΤ, έχοντας αναλάβει τη Διαχείριση των έργων στις περιοχές Αττικής, Β. & Ν. Αιγαίου, πραγματοποίησε μέχρι την 30.6.2006 για τα συνολικά 72 έργα ευθύνης της 343 τεχνικές και 226 οικονομικές πιστοποιήσεις, προκειμένου να γίνουν έγκαιρα και νόμιμα οι ανάλογες εκταμιεύσεις των επιδοτήσεων.

Μετά την επιτυχή αποπεράτωση εκάστου έργου και για την οριστική παραλαβή του από την ΕΛΑΝΕΤ, διεξάγεται ο έλεγχος επίτευξης του ενεργειακού στόχου, από το αποτέλεσμα του οποίου κρίνεται εάν η επιχείρηση τελικά θα λάβει ολόκληρο το ποσό της επιδότησης ή μέρος αυτού. Ο ενεργειακός έλεγχος για όλα τα έργα της ΕΛΑΝΕΤ πραγματοποιείται από το ΕΜΠ.

3. ΕΙΔΗ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι επενδύσεις που λαμβάνουν χώρα ανήκουν στις τεχνολογικές κατηγορίες της Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ), Συμπαράγωγής (ΣΗΘ), Υποκατάστασης καυσίμων με Φυσικό Αέριο ή Υγραέριο (ΥΠΟ) και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Είναι σημαντικό να καταγραφούν οι σημαντικότερες και πιο συχνές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται:

Επεμβάσεις ΕΞΕ και ΥΠΟ στη βιομηχανία

1. Λέβητες, Οικονομητήρες, Επαναθερμαντήρες, Καυστήρες
2. Εναλλάκτες Θερμότητας και Ανάκτηση Θερμότητας
3. Συστήματα ατμού- Δίκτυα Διανομής, Ατμοπαγίδες, Σωληνώσεις και Μονώσεις
4. Νέες γραμμές παραγωγής και επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υπάρχουσες.
5. Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων με φυσικό αέριο
6. Επεμβάσεις στο ηλεκτρικό σύστημα π.χ. βελτίωση cosφ, χρήση αντιστροφών



(1)



(2)

Φωτογραφία 1: Μονώσεις δεξαμενών (βιομηχανία ROLCO AE- πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 2: Εναλλάκτες θέρμανσης καθαρού νερού (βιομηχανία DEMO AE – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)



(3)



(4)

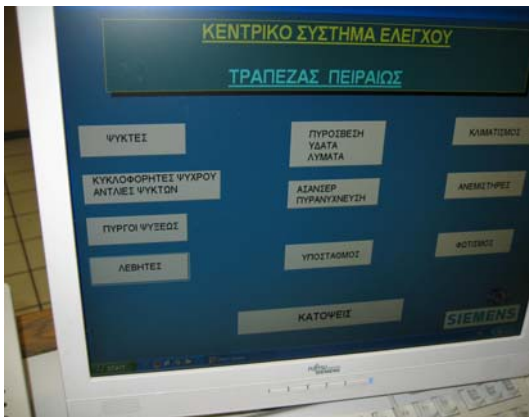
Φωτογραφία 3: Γραμμή εφελκυσμού σύρματος (Κ.Λυκογιάννης ΕΠΕ – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 4: Μηχανή παραγωγής καρφιών (Κ.Λυκογιάννης ΕΠΕ – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Επεμβάσεις ΕΞΕ και ΥΠΟ σε κτιριακές εγκαταστάσεις

Στις κτιριακές εγκαταστάσεις ξενοδοχείων, νοσοκομείων ή βιομηχανιών οι συνηθέστερες επεμβάσεις ήταν:

1. Μόνωση σωληνώσεων και επιφανειών
2. Βελτίωση συστήματος παραγωγής ΖΝΧ ή θέρμανσης και χρήση εναλλακτών
3. Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ΖΝΧ
4. Αντικατάσταση των απλών υαλοπινάκων με διπλά και χρήση μαγνητικών επαφών
5. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο ψυκτικό σύστημα
6. Επεμβάσεις εξοικονόμησης και βελτίωσης ποιότητας ηλεκτρικής ενέργειας, όπως:
 - ✓ η εγκατάσταση BMS για αυτόματο έλεγχο των θερμοκρασιών και της κατάστασης λειτουργίας του κλιματισμού, για διακοπή λειτουργίας των κινητήρων, για έλεγχο φωτισμού κλπ,
 - ✓ Χωρητική αντιστάθμιση και διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ)
 - ✓ Έλεγχος στροφών και βελτίωση του βαθμού απόδοσης των ηλεκτρικών μηχανών
 - ✓ Μείωση αρμονικών τάσης και ρεύματος και βελτίωση της παρεχόμενης ποιότητας ισχύος



(5)



(6)

Φωτογραφία 5: BMS – Οθόνη SCADA (Τράπεζα Πειραιώς. – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 6: Gas train φυσικού αερίου (ξενοδοχείο ΙΛΙΣΣΟΣ – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)



(7)



(8)

Φωτογραφία 7: Πλακοειδής Εναλλάκτης προθερμ. νερού (ξενοδοχ. ALDEMAR Ρόδος – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 8: Ψύξη με υφάλμυρο νερό - επεξεργασία νερού (ξενοδοχ. ALDEMAR Ρόδος – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)



(9)



(10)

Φωτογραφία 9: Βελτίωση ΣΙ με πυκνωτές (Βazaar – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 10: Μόνωση με Eitalbond και διπλοί υαλοπίνακες (κλιν. Τίμος Σταυρός – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Επεμβάσεις ΑΠΕ

1. Αιολικά Συστήματα (ΑΠΕ/ΑΙ)
2. Εφαρμογές Γεωθερμικής Ενέργειας (ΑΠΕ/ΓΕ)
3. Μικρά υδροηλεκτρικά έργα (ΑΠΕ/ΥΗ)
4. Κεντρικά ενεργειακά ηλιακά συστήματα (ΑΠΕ/ΗΛ)
5. Αξιοποίηση βιομάζας (ΑΠΕ/ΒΙ)
6. Φωτοβολταϊκά συστήματα (ΑΠΕ/ΦΒ)
7. Παθητικά Συστήματα (ΑΠΕ/ΠΣ)



(11)



(12)

Φωτογραφία 11: Αιολικό Πάρκο Άντισσας Λέσβου (Αιολική Άντισσας ΑΕ – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 12: Μηχανή βιοαερίου ΧΥΤΑ Α.Λιοσίων (ΒΕΛΛ Α.Ε. – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)



(13)



(14)

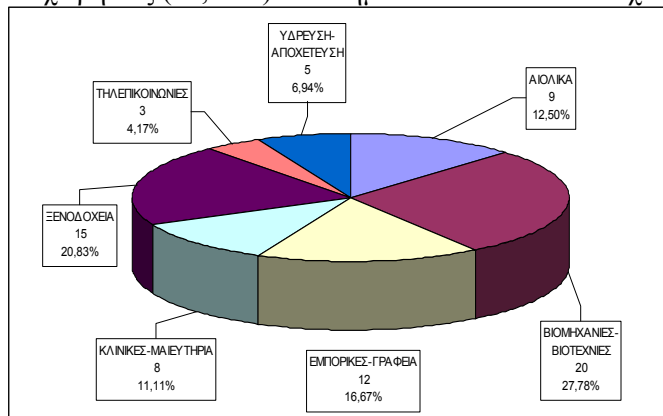
Φωτογραφία 13: Υβριδικός Φ/Β Σταθμός στην Ηλεία (COSMOTE – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

Φωτογραφία 14: Βιοκλιματικό κτίριο στον Αγ. Στέφανο (Αγγελίδης – Γεωργακόπουλος Α.Ε. – πηγή ΕΛΑΝΕΤ)

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Μετά την συλλογή και επεξεργασία στοιχείων από το σύνολο των επενδύσεων που αφορούν τα έργα της ΕΛΑΝΕΤ, έχουν προκύψει χρήσιμα ειδικά και γενικά συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, στις περιοχές γεωγραφικής ευθύνης της ΕΛΑΝΕΤ, ήτοι Αττική, Βόρειο και Νότιο Αιγαίο είναι ενδιαφέρον να εξετασθεί ποιοι κλάδοι εταιρειών έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη Δράση 2.1.3.

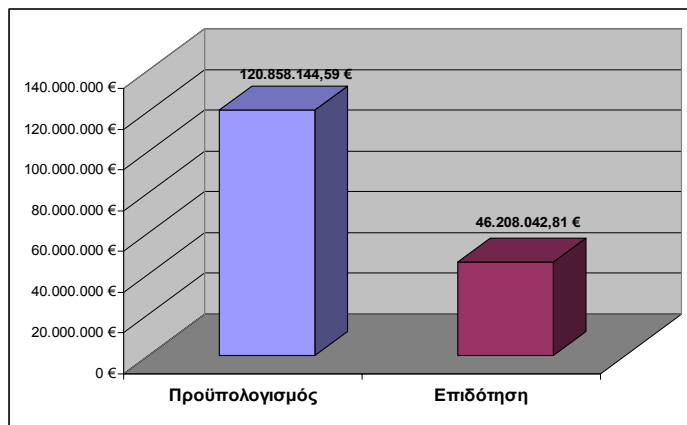
Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1 το μεγαλύτερο ενδιαφέρον έδειξαν οι Βιομηχανίες και οι Βιοτεχνίες (27,78%), οι Ξενοδοχειακές Επιχειρήσεις (20,83%), οι Εμπορικές Επιχειρήσεις (16,67%) ενώ σημαντικό ποσοστό κατέχουν τα Αιολικά Πάρκα (12,5%) και οι Κλινικές - Μαιευτήρια (11,11%). Τα άλλα 2 είδη εταιριών (Τηλεπικοινωνίες & Ύδρευση) κατέχουν το 11,1%.



Πρέπει, όμως, να τονισθεί, ότι το ποσοστό αυτό δεν είναι ανάλογο της εξοικονόμησης που έγινε από αυτές τις εταιρείες, η οποία ήταν πολύ σημαντική. Αυτό οφείλεται στο μεγάλο οικονομικό μέγεθος των έργων αυτών.

Σχήμα 1: Συμμετοχή των επιχειρήσεων ευθύνης ΕΛΑΝΕΤ στη Δράση 2.1.3

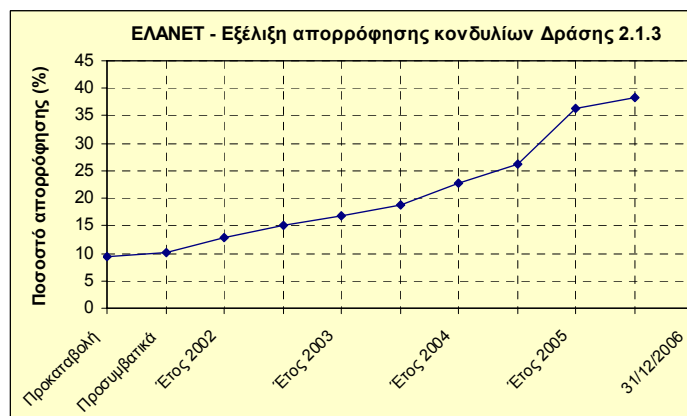
Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται τα κύρια οικονομικά στοιχεία των έργων της Δράσης 2.1.3.



Ο εγκεκριμένος προϋπολογισμός της Δράσης 2.1.3 των έργων ευθύνης της ΕΛΑΝΕΤ ανέρχεται σε 120.858.145 € και η αναλογούσα επιχορήγηση σε 46.208.043 €. Τα χρήματα που τελικά θα εκταμιευθούν στις εταιρείες προβλέπεται να ανέλθουν σε ποσοστό άνω του 95%, όπως άλλωστε συνέβη και στα έργα του Β' ΚΠΣ.

Σχήμα 2: Προϋπολογισμός και Επιχορήγηση έργων ευθύνης ΕΛΑΝΕΤ

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η εξέλιξη της χρηματοδότησης από την ΕΛΑΝΕΤ προς τις εταιρείες κατά τη διάρκεια της Δράσης 2.1.3.



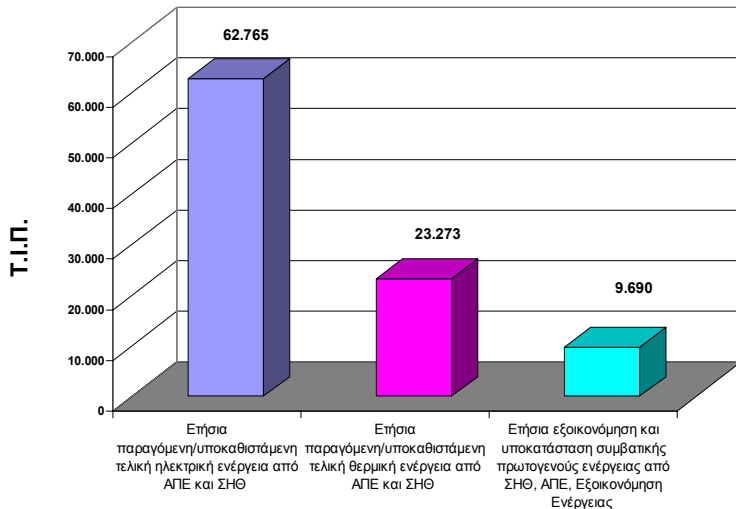
Όπως φαίνεται στο Σχήμα αυτό, η καταβολή της επιχορήγησης μέχρι 30.6.06 ακολουθεί συντηρητική πορεία που δεν ξεπερνά το 40%. Η απορρόφηση εμφανίζεται μειωμένη διότι τα έργα μεγάλου Π/Υ της ΔΕΗ και ΕΥΔΑΠ δεν έχουν ακόμα ξεκινήσει να υλοποιούνται.

Σχήμα 3: Εξέλιξη απορρόφησης κονδυλίων των έργων ευθύνης ΕΛΑΝΕΤ

5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται ο στόχος της εκτιμώμενης παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ καθώς και της εξοικονόμησης / υποκατάστασης Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας, όπως καταγράφονται στις συμβάσεις μεταξύ ΕΛΑΝΕΤ και των εταιρειών. Τα ποσά έχουν αναχθεί σε Πρωτογενή Ενέργεια και συγκεκριμένα σε Τόνους Ισοδυνάμου Πετρελαίου (Τ.Ι.Π.), ώστε να είναι συγκρίσιμα. Συνολικά ο στόχος ανέρχεται σε 95.728 Τ.Ι.Π. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται:

- Η ετήσια παραγόμενη/υποκαθιστάμενη τελική ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ και ΣΗΘ είναι 62.765 ΤΠΠ, η οποία κατ' ουσία αποτελεί καύσιμο που θα καταναλωνόταν στους θερμικούς σταθμούς της ΔΕΗ και τώρα εξοικονομείται.

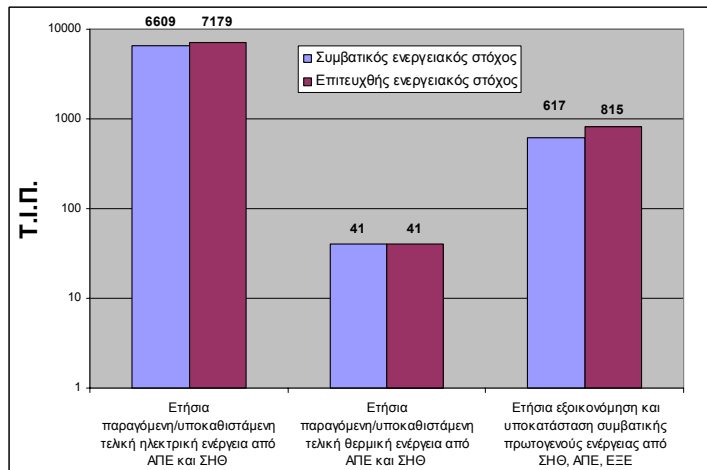


- Η ετήσια παραγόμενη/υποκαθιστάμενη τελική θερμική ενέργεια από ΑΠΕ και ΣΗΘ είναι 23.273 ΤΠΠ. Η θερμική ενέργεια αυτή εξοικονομείται μέσω ηλιακών συλλεκτών, παθητικών συστημάτων σε κτίρια και σταθμών ΣΗΘ.
- Η ετήσια εξοικονόμηση και υποκατάσταση συμβατικής πρωτογενούς ενέργειας από τις διάφορες επενδύσεις ΕΞΕ και ΥΠΟ είναι 9.690 ΤΠΠ.

Σχήμα 4: Εξέλιξη απορρόφησης κονδυλίων Δράσης 2.1.3 – ΕΠΑΝ

Προκειμένου να ελεγχθεί η επίτευξη του συμβατικού στόχου που παρουσιάστηκε ανωτέρω, διεξάγονται από το ΕΜΠ τελικές ενεργειακές επιθεωρήσεις. Μέχρι την 30/6/06 είχαν ολοκληρωθεί 11 από αυτές τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται κατωτέρω. Τα ευρήματα των ενεργειακών επιθεωρήσεων αποτέλεσαν και το κριτήριο για το βαθμό αποπληρωμής του επιτρεπτού υπολοίπου της επιχορήγησης.

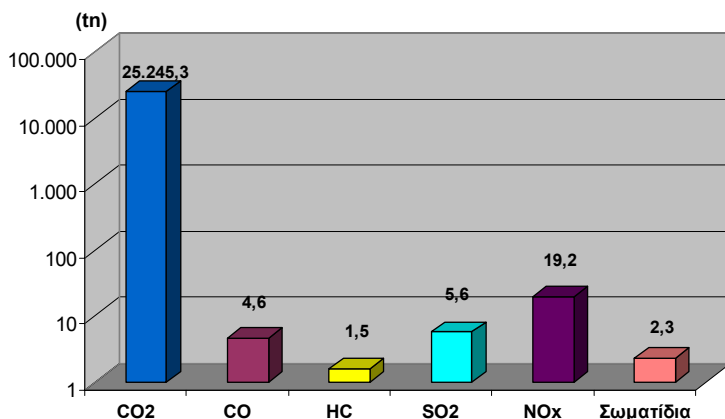
Το διάγραμμα του Σχήματος 5 απεικονίζει τον συμβατικό σε σχέση με τον επιτευχθέντα ενεργειακό στόχο για αυτά τα 11 έργα εξετάζοντας τους τρεις δείκτες που προαναφέρθηκαν. Τα αποτελέσματα έχουν και πάλι αναχθεί σε Τ.Ι.Π. Εκ των 11 έργων μόνο 2 παρουσίασαν μικρή αρνητική απόκλιση σε σχέση με τον συμβατικό ενεργειακό στόχο, ενώ όλα τα υπόλοιπα υπερκάλυψαν τους αρχικά τεθέντες στόχους.



Αξίζει να σημειωθεί, ότι τα έργα ΕΞΕ και ΥΠΟ μαζί εμφανίζουν 32,1% μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας από την προβλεφθείσα. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5 η συνολική πρωτογενής ενέργεια που δεν καταναλώνεται πλέον είναι **8.035 ΤΠΠ**. Δηλαδή, έχουμε υπερκάλυψη του αρχικού ενεργειακού στόχου κατά **10,5%**.

Σχήμα 5: Σύγκριση συμβατικών και επιτευχθέντων ενεργειακών στόχων Δράσης 2.1.3 – ΕΠΑΝ

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας συνεπάγεται και την αποφυγή εκπομπής ρύπων βλαβερών στο περιβάλλον. Οι ρύποι, οι οποίοι δεν απελευθερώνονται πλέον στην ατμόσφαιρα εξαιτίας των ολοκληρωμένων 11 έργων απεικονίζονται στο Σχήμα 6 και

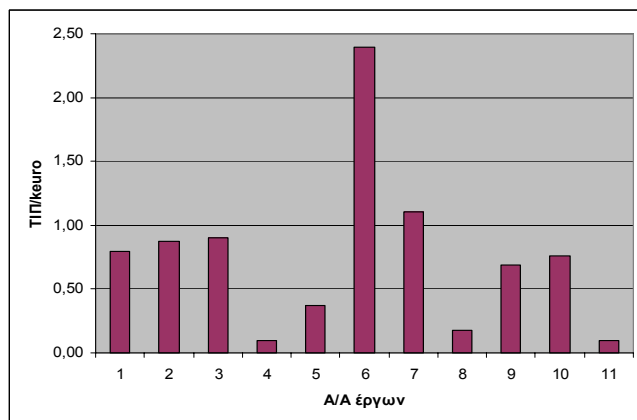


αφορούν περισσότερους από 25.000 tn CO₂, 5,6 tn SO₂, 4,6 tn CO, 19,2 tn NO_x, 1,5 tn HC και 2,3 tn σωματιδίων. Συνεπώς, τα οφέλη από τις επενδύσεις δεν είναι μόνο οικονομικής μορφής (π.χ. αύξηση παραγωγικότητας, εκσυγχρονισμός, μείωση κατανάλωσης) αλλά και -κυρίως- περιβαλλοντικής.

Σχήμα 6: Μη εκπεμπόμενοι ρύποι λόγω εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας 8.035 TWh

6. ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

Μετά το πέρας των ενεργειακών επενδύσεων είναι χρήσιμο να αναδειχθεί η αποδοτικότητα αυτών σε σχέση με τα χρήματα που δαπανήθηκαν. Ο βαθμός απόδοσης, που είναι το πηλίκο της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας προς τον προϋπολογισμό του έργου (TWh/κ€), είναι ένας τρόπος αποτίμησης της αποδοτικότητας. Στο διάγραμμα του Σχήματος 7 εμφανίζονται οι βαθμοί απόδοσης κεφαλαίων των 11 υπό εξέταση εταιρειών. Στο Σχήμα αυτό βλέπουμε ότι η πλειονότητα των εταιριών έχει βαθμό απόδοσης της τάξης των 0,75, δηλαδή εξοικονόμησαν 0,75 TWh για κάθε κ€ που επένδυσαν. Λίγες, τέλος, ήταν οι εταιρείες που σημείωσαν μεγάλη εξοικονόμηση σε σχέση με τα χρήματα που διέθεσαν. Οι επενδύσεις αυτές ήταν ορθά μελετημένες και ήταν αναμενόμενο να αποδώσουν πολλά οικονομικά οφέλη. Να σημειωθεί ότι τα δύο



έργα που εμφανίζουν σχεδόν μηδενική αποδοτικότητα κεφαλαίων είναι έργα ΥΠΟ (υποκατάσταση καυσίμου), με τα οποία γίνεται κυρίως μετατροπή ενέργειας από τη μια μορφή σε άλλη και όχι τόσο καθαρή εξοικονόμηση ενέργειας, γεγονός το οποίο όμως είναι σημαντικό εξαιτίας των σημαντικών περιβαλλοντικών ωφελειών.

Σχήμα 7: Αποδοτικότητα κεφαλαίων ολοκληρωμένων επενδύσεων

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια του Γ' ΚΠΣ / Ε.Π.ΑΝ./ Δράση 2.1.3 η ΕΛΑΝΕΤ ως ΕΦΔ των έργων στις περιοχές Αττικής,, Β. Αιγαίου και Ν. Αιγαίου, διαχειρίζεται συνολικά 72 ενεργειακά έργα. Συνολικά, για την ολοκλήρωση αυτών των έργων και την έγκαιρη και ορθή εκταμίευση των εθνικών και κοινοτικών πόρων πραγματοποίησε μέχρι την 30.06.06 συνολικά 343 τεχνικές και 226 οικονομικές πιστοποιήσεις.

Τα συνολικά 72 ενεργειακά έργα ευθύνης της ΕΛΑΝΕΤ έχουν συνολικό προϋπολογισμό 120,91 εκατομμύρια Ευρώ με αναλογούσα επιχορήγηση 46,22 εκατομμύρια Ευρώ. Η

εκκαθάριση των εθνικών και κοινοτικών πόρων μέχρι την 30.06.06 ανήλθε στα 16,7 εκατομμύρια Ευρώ σημειώνοντας ποσοστό απορρόφησης που προσεγγίζει το 40% για το σύνολο των έργων. Αν εξαιρέσει κανείς τα έργα που δεν είναι ενεργά το ποσοστό απορρόφησης μέχρι την 30.06.06 εγγίζει το 50%.

Ο συνολικός ενεργειακός στόχος ανέρχεται σε **95.728 Τ.Ι.Π.** με ανάλογα μεγάλη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Για τα 11 έργα τα οποία έχουν ολοκληρωθεί το ποσοστό απορρόφησης έφτασε το **98,6%**. Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό σε εθνικό επίπεδο από κάθε άποψη αλλά κυρίως υπό το πρίσμα της πλήρους εκμετάλλευσης των εθνικών και κοινοτικών πόρων από τις ελληνικές επιχειρήσεις που έγιναν ανταγωνιστικότερες με άμεσο αποτέλεσμα την ενδυνάμωση της ελληνικής οικονομίας.

Από ενεργειακής απόψεως, η συνολική ενεργειακή εξοικονόμηση ανά έτος εξ' αιτίας των επενδύσεων αυτών ανήλθε **8.035 ΤΙΠ** (πρωτογενής ενέργεια), υπερκαλύπτοντας τον ενεργειακό στόχο που είχε τεθεί κατά **10,5%**.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί η συνεισφορά στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα από τις ολοκληρωμένες επενδύσεις. Ενδεικτικά αναφέρεται η υπολογιζόμενη μείωση εκπομπών CO₂ που ανέρχεται σε 25.000 τόνους. Τέλος, αξ σημειωθεί ότι η αποδοτικότητα των επενδύσεων αυτών κυμάνθηκε σε καλά επίπεδα με τις εταιρείες να εξοικονομούν κατά μέσο όρο 0,75 ΤΙΠ για κάθε κ€ που επένδυσαν.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το Γ' ΚΠΣ, στο οποίο η ΕΛΑΝΕΤ παίζει τον ρόλο του ΕΦΔ (όπως και στο Β' ΚΠΣ), παρέχει αυξημένες δυνατότητες για ανταγωνιστικότερες ελληνικές επιχειρήσεις και ενδυνάμωση της ελληνικής οικονομίας. Στη χώρα μας και ιδιαίτερα στον Δημόσιο Τομέα γίνεται σημαντική σπατάλη ενέργειας και συνεπώς τα περιθώρια είναι πολύ μεγάλα. Πέραν του Γ' ΚΠΣ εκτιμάται ότι θα πρέπει να καταρτισθεί σύγχρονο και λειτουργικό Εθνικό Πρόγραμμα Εξοικονόμησης Ενέργειας. Η πλήρης ανάπτυξη και εφαρμογή του Προγράμματος αυτού εκτιμάται ότι θα μπορούσε να μειώσει την ειδική κατανάλωση ενέργειας μέχρι 25%, εάν πρωτίστως γίνει κατάλληλος ενεργειακός σχεδιασμός. Στην προσπάθεια αυτή που πρέπει να έχει εθνικό χαρακτήρα, σημαντικό ρόλο πρέπει να παίζει η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση τόσο των πολιτών όσο και των εταιρειών σε θέματα Εξοικονόμησης και Βέλτιστης Διαχείρισης του αγαθού της Ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων» (Δράση 2.1.3), Υπουργείο Ανάπτυξης Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα, Αθήνα, Εκδόσεις 2001 και 2002.
2. Φ. Τοπαλής, 11 Ενεργειακές Επιθεωρήσεις ΕΜΠ – Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος ΕΜΠ.
3. «Οριστική Έκθεση Προόδου ΕΠΕ έως 31 Δεκεμβρίου 2001», ΕΛΑΝΕΤ, Ιανουάριος 2002.
4. Γ.Α. Βόκας, «Εξοικονόμηση Ενέργειας–Δυνατότητες & Προοπτικές για Επενδυτές και Μηχανικούς», Διημερίδα Ενέργειας, ΤΕΕ Δυτικής Ελλάδος, Πάτρα, 4-5 Ιουλίου 2003.
5. Απ. Ευθυμιάδης, «Η συμβολή της κατανεμημένης παραγωγής και της εξοικονόμησης ενέργειας στον ενεργειακό σχεδιασμό», ΠΣΔΜΗ, Προσυνέδριο Κοζάνης 2002.
6. Γ.Α. Βόκας, Α. Αργυρίου, Κ. Θεοφύλακτος, «Αποθήκευση και Εξοικονόμηση Ενέργειας», Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Εξειδίκευσης, ΤΕΙ Πειραιά & OPEN University, Απρίλιος 2002.
7. Γ.Α. Βόκας, Θ. Λαγορκόπουλος, Ν. Νικολινάκος, Αιμ. Σαμαράς, «Αποτελέσματα των ενεργειακών έργων διαχειριστικής ευθύνης ΕΛΑΝΕΤ κατά το Β'ΚΠΣ», Πανελλήνιο Συνέδριο ΠΣΔΜ-Η : Ενέργεια 2005, Ιανουάριος 2005.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

Μ. Σανταμούρης

Ομάδα Φυσικής Κτιριακού Περιβάλλοντος, Τμήμα Φυσικής,
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη,
msantam@phys.uoa.gr

Εισαγωγή

Ο οικιακός τομέας στην Ελλάδα είναι υπεύθυνος για το 24.5 % της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην χώρα, (1). Παρουσιάζει δε σημαντική αυξητική τάση κατά τα τελευταία χρόνια. Είναι χαρακτηριστικό ότι κατά την περίοδο 1990-2002, η ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα αυξήθηκε κατά 54 %, ενώ η αντιστοιχία χρονικά κατανάλωση στην χώρα αυξήθηκε κατά 35 %. Παράλληλα, η ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα που αφορά την θέρμανση και τις ηλεκτρικές συσκευές και τον φωτισμό, αυξήθηκε κατά 65 %, από το 1990.

Όσον αφορά την κατανάλωση ανά χρήση, η θέρμανση των χώρων απορροφεί περίπου το 72 % της κατανάλωσης, (3.43 Mtoe). Δεδομένου ότι ο αριθμός των κατοικιών έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια υπολογίζεται ότι η ενεργειακή κατανάλωση ανά κατοικία έχει αυξηθεί κατά 33 %, με μια μέση αύξηση της κατανάλωσης κατά 2.6 %. Με τα δεδομένα αυτά η ετήσια κατανάλωση έχει αυξηθεί από 0.98 toe / κατοικία, το 1990, σε 1.32 toe/κατοικία, το 2002. Η αντιστοιχία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση είναι της τάξης του 30 %, ενώ η σχετική αύξηση της κατανάλωσης των ηλεκτρικών συσκευών και του φωτισμού έχει σχεδόν διπλασιαστεί παρουσιάζοντας μια μέση ετήσια αύξηση της κατανάλωσης κατά 6.6 %, (1).

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας τριετούς μελέτης που πραγματοποιήθηκε από τον Πανεπιστήμιο Αθηνών σε 1100 οικογένειες στην περιοχή της Αθήνας. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν καθώς και τα κύρια συμπεράσματα συζητούνται παρακάτω,

Κατανάλωση Ενέργειας στον Οικιακό Τομέα

Πληροφορίες σχετικά με τα οικονομικά, κοινωνικά, τεχνικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά 1100 κατοικιών συλλεχθήσαν με χρήση ερωτηματολογίων και επιτόπου επισκεψείς κατά την περίοδο 2004-2005. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αναφέρονται και αναλύονται παρακάτω. Πλήρης ανάλυση των αποτελεσμάτων δίνεται στην (2).

Α) Υπάρχει σχεδόν γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στο οικογενειακό εισόδημα και την αντιστοιχία επιφάνεια της κατοικίας. Η μέση επιφάνεια της κατοικίας στην υψηλότερη

εισοδηματική τάξη είναι κατά 115 % μεγαλύτερη από την αντιστοιχία επιφάνεια που κατέχουν οι χαμηλότερες εισοδηματικές τάξεις.

Β) Η μέση επιφάνεια κατοικίας ανά άτομο είναι περίπου 37 τετραγωνικά μέτρα. Ο αριθμός των κατοίκων ανά κατοικία αυξάνει σαν συνάρτηση του εισοδήματος. Η μέση τιμή της επιφάνειας ανά άτομο δεν μεταβάλλεται σαν συνάρτηση του εισοδήματος, παρά μόνο στα πολύ υψηλά εισοδήματα.

Γ) Όσον αφορά την κατανομή της ηλικίας των κτιρίων ανά εισοδηματική τάξη, προκύπτει ότι όσο υψηλότερο το εισόδημα τόσο μικρότερη η ηλικία του κτιρίου όπου διανέμει η οικογένεια. Η μέση ηλικία των κτιρίων στην μικρότερη εισοδηματική τάξη είναι τα 29 έτη ενώ η αντιστοιχία ηλικία στην ανώτερη εισοδηματική τάξη είναι τα 19 έτη.

Δ) Όσον αφορά τον τύπο της κατοικίας ανά εισοδηματική τάξη, προκύπτει ότι όσο αυξάνει το εισόδημα τόσο μειώνεται το ποσοστό των οικογενειών που διαμένει σε διαμερίσματα. Περίπου το 64 % των οικογενειών της χαμηλότερης εισοδηματικής τάξης κατοικεί σε διαμερίσματα, ενώ το αντιστοιχίο ποσοστό στην ανώτερη εισοδηματική τάξη είναι 48 %. Παράλληλα, οι οικογένειες χαμηλού εισοδήματος κατοικούν στους χαμηλότερους ορόφους των πολυκατοικιών ενώ αντιστοιχία οι οικογένειες υψηλού εισοδήματος κατοικούν σε υψηλούς ορόφους. Ταυτόχρονα, οι οικογένειες υψηλού εισοδήματος προτιμούν να κατοικούν σε πολυκατοικίες μικρού μεγέθους, ενώ οι οικογένειες χαμηλού εισοδήματος κατοικούν σε πολυκατοικίες με μεγάλο αριθμό διαμερισμάτων ανά ορόφο.

Ε) Υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στο εισόδημα και την ποιότητα του κελυφούς των κτιρίων. Όσο μεγαλύτερο το εισόδημα τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό των μονωμένων κατοικιών. Μόνο το 28 % των πολιτών της χαμηλότερης εισοδηματικής τάξης κατοικεί σε μονομένα κτίρια, ενώ το αντιστοιχίο ποσοστό στην υψηλότερη εισοδηματική τάξη είναι περί το 70 %. Αντιστοιχία αποτελέσματα προκύπτουν όσον αφορά την χρήση διπλών υαλοστασίων. Το ποσοστό των κατοίκων της χαμηλότερης εισοδηματικής τάξης που κατοικεί σε κτίρια με διπλά υαλοστάσια είναι 24 %, ενώ το αντιστοιχίο ποσοστό στην υψηλότερη εισοδηματική τάξη είναι 67 %. Μόνο το 8 % των οικογενειών της χαμηλότερης εισοδηματικής τάξης κατοικεί σε κτίρια με μονώση και διπλά τζαμιά ενώ το αντιστοιχίο ποσοστό στα υψηλά εισοδήματα είναι 60 %.

Ζ) Η μέση διάρκεια θέρμανσης ανά ημέρα είναι 7.5 ώρες. Η περίοδος θέρμανσης αυξάνει στις 8.5 ώρες στην υψηλότερη εισοδηματική τάξη. Η μέση θερμοκρασία κατά την περίοδο θέρμανσης είναι 18,4 C. Η διαφορά της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι περίπου 1 C ανάμεσα στην χαμηλότερη και υψηλότερη εισοδηματική τάξη.

Η) Παρατηρείται εξαιρετικά σημαντική αύξηση του ποσοστού των εγκατεστημένων κλιματιστικών συσκευών σαν συνάρτηση του εισοδήματος. Η μέση τιμή των

εγκατεστημένων κλιματιστικών στην χαμηλότερη εισοδηματική τάξη είναι 0.6 μονάδες ανά οικογένεια ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην ανώτερη εισοδηματική τάξη είναι 2.15. Εντούτοις, η πυκνότητα εγκατεστημένων μονάδων ανά μονάδα επιφάνειας είναι κατά πολύ μεγαλύτερη στις χαμηλότερες εισοδηματικές τάξεις. Κατά συνέπεια το κόστος του κλιματισμού ανά μονάδα επιφάνειας είναι κατά πολύ μεγαλύτερο για τα χαμηλά εισοδήματα.

Θ) Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά ομάδα εισοδήματος δίνεται στο σχήμα 1. Η κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση ανά τετραγωνικό μέτρο, σε σχέση με το εισόδημα παρουσιάζει την μορφή σχήματος U, με μεγάλη κατανάλωση στα δύο άκρα. Μεγάλη θερμική κατανάλωση ανά τετραγωνικό μέτρο παρουσιάζεται στα πολύ χαμηλά και πολύ υψηλά εισοδήματα. Όσον αφορά την μέση θερμική κατανάλωση ανά άτομο και μονάδα επιφάνειας, βρέθηκε ότι τα χαμηλότερα εισοδήματα παρουσιάζουν κατά 127 % υψηλότερη τιμή από ότι τα υψηλότερα εισοδήματα. Σε απόλυτες τιμές, η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κυμαίνεται από 107 έως 130 kWh/m²/y. Τέτοια επίπεδα κατανάλωσης συναντώνται επίσης σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιεί το Πανεπιστήμιο Αθηνών στην περιοχή της Αθήνας. Τα επίπεδα αυτά είναι εξαιρετικά υψηλά, και σχεδόν αντιστοιχούν στην μέση θερμική κατανάλωση των κατοικιών στην Αυστρία, (3).

Ι) Όσον αφορά την θερμική ενεργειακή κατανάλωση ανά τύπο κατοικίας, βρέθηκε ότι η ενεργειακή κατανάλωση των μονοκατοικιών είναι κατά 50 % μεγαλύτερη από αυτή των διαμερισμάτων.

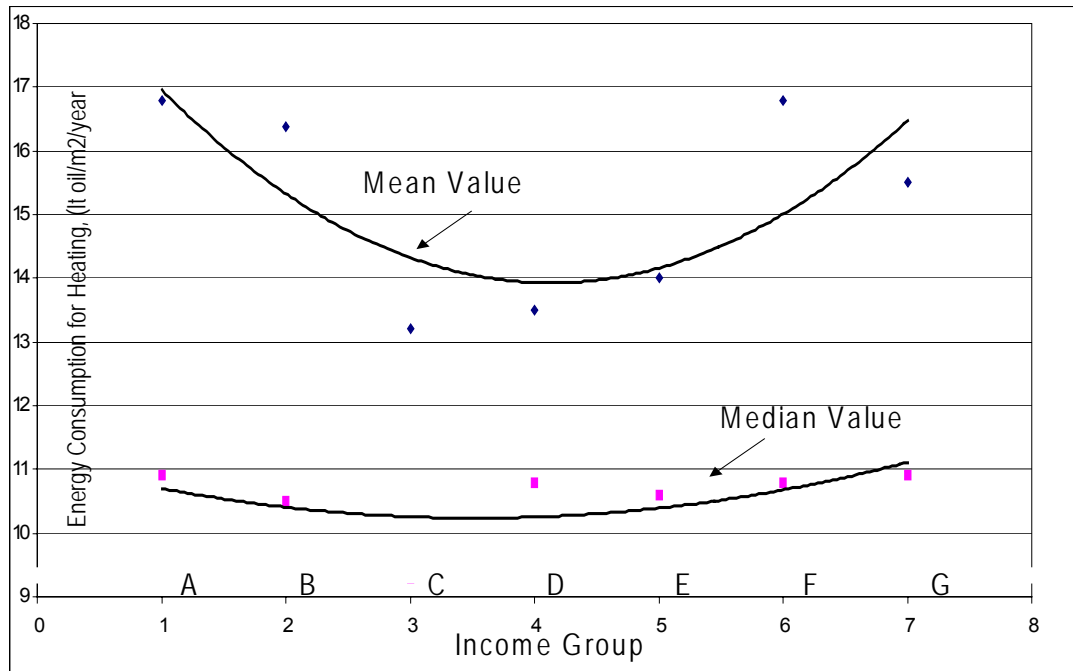
Κ) Υπάρχει σημαντική μειωτική τάση της θερμικής κατανάλωσης σε σχέση με την ηλικία των κτιρίων. Η τάση είναι περί τις 0.8 kWh/m²/year.

Λ) Στις μονοκατοικίες, η συνδυασμένη χρήση μονώσης και διπλών υαλοστασίων μειώνει την μέση θερμική κατανάλωση των κατοικιών κατά 40 kWh/m²/y, σε σύγκριση με μια αμονωτή κατοικία με μονά υαλοστάσια. Για τα διαμερίσματα η αντίστοιχη μείωση είναι 8 kWh/m²/y. Σχήμα 4.

Μ) Υπάρχει σχεδόν γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στην ηλεκτρική κατανάλωση και το εισόδημα της κάθε οικογένειας, Σχήμα 2α. Οι υψηλές εισοδηματικές τάξεις παρουσιάζουν κόστος ηλεκτρικής κατανάλωσης ανά μονάδα επιφάνειας κατά 160 % μεγαλύτερο από ότι τα χαμηλά εισοδήματα. Σε ότι αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας και άτομο, βρέθηκε ότι το κόστος είναι κατά 67 % υψηλότερο στα χαμηλά συγκριτικά με τα υψηλά εισοδήματα, σχήμα 2β.

Ν) Η χρήση κλιματιστικών συσκευών αυξάνει σημαντικά τις ετήσιες δαπάνες ηλεκτρικής ενέργειας κυρίως στα χαμηλά εισοδήματα. Κατά μέση τιμή, η χρήση κλιματισμού αυξάνει τις ετήσιες δαπάνες ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά 100 Ευρώ ανά οικογένεια, η κατά 0.6 Ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο, η κατά 12.5 ευρώ ανά άτομο. Η αύξηση αυτή

ειναι κατα πολυ μεγαλυτερη για τα χαμηλα εισοδηματα οπου η σχετικη αυξηση του κοστους λογω χρησης κλιματιστικων συσκευων ειναι 195 Ευρω ανα οικογενεια, η 1.2 ευρω ανα τετραγωνικο μετρο, η 87 ευρω ανα ατομο.

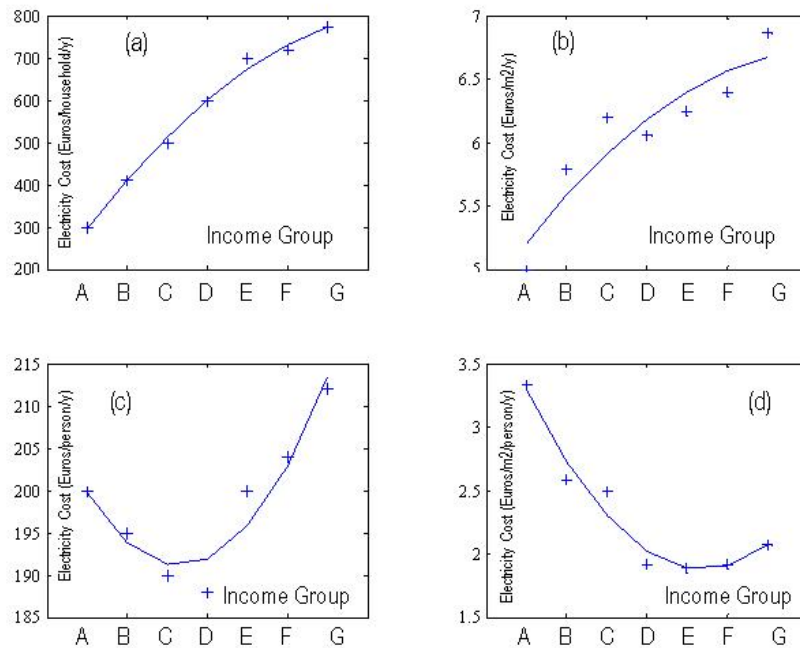


Σχημα 1. Μεση τιμη της καταναλωσης ενεργειας για θερμανση ανα εισοδηματικη ταξη.

Ε) Το μεσο ποσοστο του εισοδηματος που αντιπροσωπευει η θερμανση και ο ηλεκτρισμος ειναι 2.4 και 3.1 % αντιστοιχα, (τιμες 2004). Το κοστος θερμανσης στα χαμηλα εισοδηματα αντιπροσωπευει το 6.2 % των δαπανων στα χαμηλα και 0.6 % στα υψηλα εισοδηματα.

Ο) Περιπου το 1.63 % των οικογενειων υποφερουν απο ενδεια καυσιμων, fuel poverty, ενω το 0.35 % υποφερει απο σοβαρη ενδεια καυσιμων. Το ποσοστο ενδειας καυσιμων στα χαμηλα εισοδηματα φθανει το 16 %, ενω η σοβαρη ενδεια καυσιμων φθανει το 4 %.

Π) Οσον αφορα την ενεργειακη ενδεια, το μεσο ποστο των οικογενειων που ξοδευει ανω του 10 % του εισοδηματος του για καλυψη των ενεργειακων αναγκων φθανει το 11.3 % ενω το 2 % των οικογενειων ξοδευει ανω του 20 %, (τιμες 2004). Περιπου το 40 % των οικογενειων που ανοικουν στα χαμηλα εισοδηματα ευρισκονται σε κατασταση ενεργειακης ενδειας, ενω το 20 % ευρισκεται σε κατασταση σοβαρης ενεργειακης ενδειας.

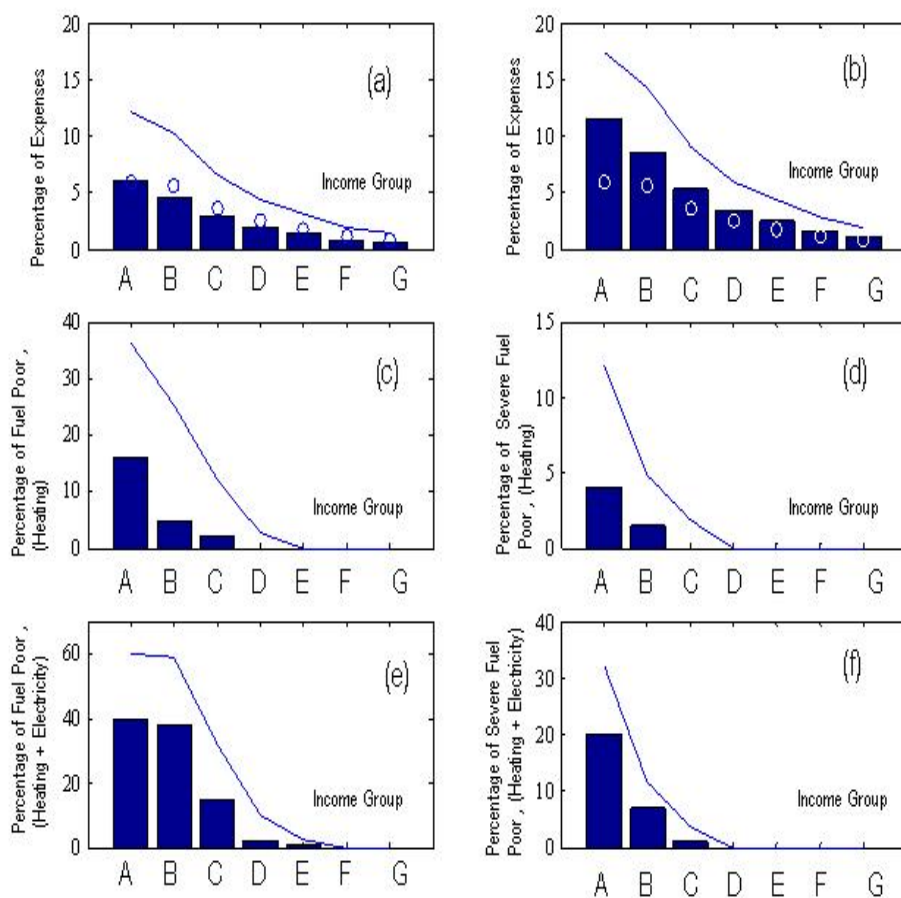


Σχημα 2 (α) : Μεταβολη της μεσης τιμης του κοστους ηλεκτρικης ενεργειας ανα οικογενεια και εισοδηματικη ταξη. (β) Μεταβολη του μεσου κοστους ηλεκτρικης ενεργειας ανα μοναδα επιφανειας για ολες τις εισοδηματικες ταξεις. (γ), Μεταβολη του μεσου κοστους ηλεκτρικης ενεργειας ανα ατομο και εισοδηματικη ταξη. (δ), Μεταβολη του μεσου κοστους ηλεκτρικης ενεργειας ανα τετραγωνικο μετρο και ατομο για ολες τις εισοδηματικες ταξεις.

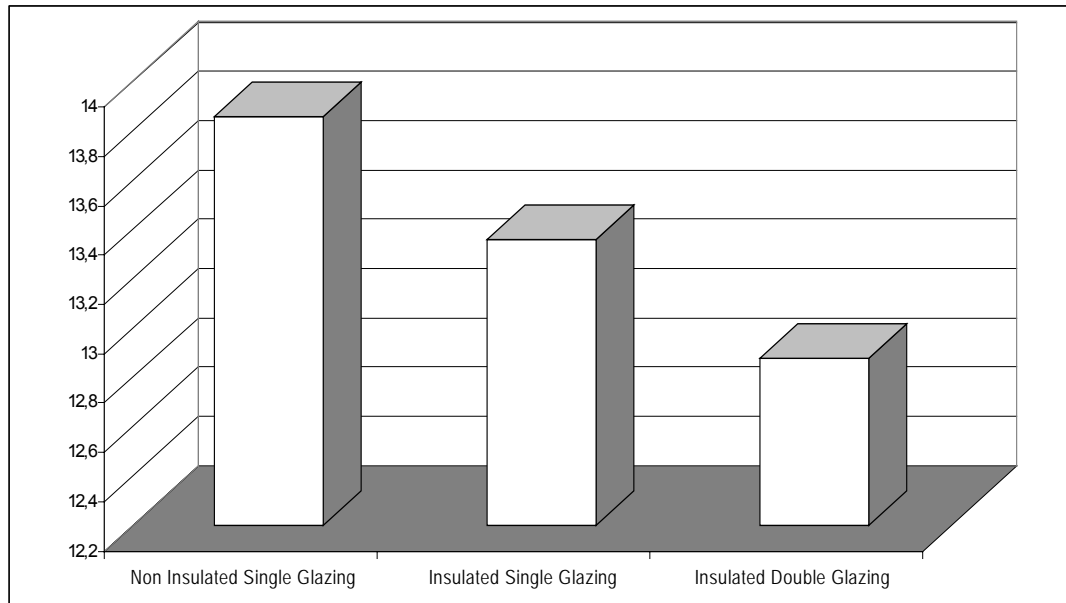
Ρ) Αναγωγη των παραπανω ποσοστων σε τιμες καυσιμων 2006 και λαμβανοντας υποψιν και την αντιστοιχη αυξηση του εισοδηματος, αυξανει το μεσο ποσοστο που δαπαναται στην Αθηνα για θερμανση απο 2.4 σε 4.5 %. Αντιστοιχα αυξανεται το μεσο ποσοστο δαπανης για ενεργεια απο 5.5 στο 7.4 %. Στα χαμηλα εισοδηματα, το μεσο εισοδημα που δαπαναται για θερμανση αυξανει απο 6.2 σε 11.6 %, ενω παραλληλα το μεσο ποσοστο που δαπαναται για ενεργεια αυξανει απο 12.1 σε 17.6 %.

Σ) Οι νεες τιμες ενεργειας αυξανουν το μεσο ποσοστο των οικογενειων που υποφερουν απο ενδεια καυσιμων απο 1.6 % στο 8.4 %. Στα χαμηλα εισοδηματα, το ποσοστο ενδειας καυσιμων αυξανεται απο 16 στο 36 %. Το μεσο ποσοστο σοβαρης ενδειας καυσιμων εχει επισης αυξηθει απο 0.35 σε 1.5 %, ενω στα χαμηλα εισοδηματα το ποσοστο αυτο αυξανει σε 12 % απο 4 %.

Τ) Το μεσο ποσοστο των οικογενειων που υποφερουν απο ενεργειακη ενδεια αυξανει απο 11.3 % στο 21.1 %. Το ποσοστο ενεργειακης ενδειας στα χαμηλα εισοδηματα αυξανει απο 40 σε 60 %. Το μεσο ποσοστο σοβαρης ενεργειακης ενδειας αυξανει επισης απο 2 σε 3.7 %, ενω το αντιστοιχο ποσοστο στα χαμηλα εισοδηματα αυξανει απο 20 σε 32 %.



Σχημα 3. (a) : Ραβδος : Ποσοστο των ετησιων Δαπανων για θερμανση το 2004, (ο) : ποσοστο των ετησιων δαπανων για ηλεκτριςμο, γραμμη, ποσοστο ετησιων δαπανων για θερμανση και ηλεκτριςμο το 2004. (b) : Ραβδος Υπολογιςμενο ποσοστο των ετησιων δαπανων για θερμανση το 2006, (ο) : υπολογιςμενο ποσοστο των ετησιων δαπανων για ηλεκτριςμο το 2006, γραμμη , υπολογιςμενο ποσοστο των ετησιων δαπανων για θερμανση και ηλεκτριςμο το 2006. (c) ραβδος, ποσοστο νοικοκοριων σε ενδεια καυσιμων ανα εισοδηματικη ομαδα το 2004, γραμμη, υπολογιςμενο ποσοστο νοικοκοριων σε ενδεια καυσιμων, 2006, (d) ραβδος, ποσοστο νοικοκοριων σε σοβαρη ενδεια καυσιμων ανα εισοδηματικη ομαδα το 2004, γραμμη, υπολογιςμενο ποσοστο νοικοκοριων σε σοβαρη ενδεια καυσιμων το 2006, e) : Ραβδος , ποσοστο νοικοκοριων σε ενεργειακη ενδεια το 2004, Γραμμη, υπολογιςμενο ποσοστο νοικοκοριων σε ενεργειακη ενδεια το 2006, (f) : ραβδος ποσοστο νοικοκοριων σε σοβαρη ενεργειακη ενδεια ανα εισοδηματικη ταξη το 2004, γραμμη, υπολογιςμενο ποσοστο νοικοκοριων σε σοβαρη ενεργειακη ενδεια το 2006.



Σχημα 4. Θερμική Κατανάλωση διαμερισμάτων ανα μονάδα επιφάνειας.

Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας

Με δεδομένη την ενεργειακή κατανάλωση που παρουσιάστηκε παραπάνω είναι σαφές ότι τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες είναι τεραστία. Εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με εφαρμογή αφενός κατάλληλης νομοθεσίας και αφετέρου σύγχρονων τεχνολογικών μεθοδών. Σύμφωνα με την μελέτη MURE, η εφαρμογή στην Ελλάδα, της σχετικής νομοθεσίας που ισχύει για τα κτίρια στην Δανία, θα επέφερε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 50 %. Δυστυχώς, η ενεργειακή νομοθεσία που ισχύει στην Ελλάδα έχει κατά πολύ ξεπεραστεί, χωρίς να υπάρχουν σχετικές πρωτοβουλίες από το υπεύθυνο κράτος. Παράλληλα, η υποχρεωτική εφαρμογή της Κοινοτικής Νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων καθυστερεί αδικαιολογητά, υποχρεώνοντας τους Έλληνες πολίτες, και ιδίως τις χαμηλές εισοδηματικές τάξεις, να πληρώνουν εξαιρετικά σημαντικά ποσά για ενέργεια, και παράλληλα να κατοικούν σε κτίρια με σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα.

Οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας είναι κάτι που πλέον γνωρίζει ο καθένας. Σήμερα στην Ελλάδα, μεγάλο μέρος πολιτών σχεδιάζει και κατασκευάζει κτίρια κατοικίας με κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κάτω από τις 20 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και έτος, χωρίς ανάγκη χρήσης κλιματισμού κατά την θερινή περίοδο και με εξαιρετικές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια υπάρχει στην χώρα η τεχνογνωσία τόσο για εξοικονόμηση ενέργειας όσο και για βελτίωση του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Υπάρχει μεγάλος αριθμός μελετών που δείχνει τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας ανά είδος τεχνικής επέμβασης. Τέτοια σενάρια θα είχε αξία να παρουσιαστούν στην δεκαετία του 1990, σήμερα όμως φανταζούν σαν ασκήσεις σε χαρτί. Ο τεχνικός και

επιστημονικός κόσμος γνωρίζει πολύ καλά το πως μπορεί να επεμβεί στο κελυφός, στο σύστημα παραγωγής θερμότητας, στον έλεγχο του κτιρίου, στον φωτισμό και τις συσκευές καθώς και στον αερισμό. Αυτό που έχει όμως σημασία είναι να υπάρχει επιτέλους ένα νομοθετικό πλαίσιο εξοικονομησης ενέργειας το οποίο θα επιτρέψει να μειωθεί σημαντικά η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, και έτσι να μειωθεί η δραματική αύξηση της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος. Δυστυχώς, η όλη ενεργειακή πολιτική εστιάζει σε θέματα παραγωγής και αγνοεί προκλητικά θέματα εξοικονομησης ενέργειας.

Αναφορές

1. Minas Iatridis, Grigoris Zoidis : Energy Efficiency in Greece, 1990-2002, Monitoring of energy efficiency in Europe A report based on ODYSSEE – MURE data bases and Supported by the SAVE programme, Center Renewable Energy Sources, October 2004
2. M. Santamouris, K. Kapsis, D. Korres, I. Livada, C. Pavlou and M.N. Assimakopoulos: On the Relation Between the Energy and Social Characteristics of the Residential Sector. Energy and Buildings, In Press, 2006.
3. E.V.A., the Austrian Energy Agency : Energy Efficiency and CO₂ Emissions in Austria, March 2002

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ειρήνη Π. Κορωνάκη, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ

Ανδρέας Ανδρουτσόπουλος, Μηχανολόγος Μηχανικός MSc

Γιώργος Πολυμενόπουλος, Μηχανολόγος Μηχανικός MSc

Ευγενία Λάζαρη, Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc

Τμήμα Κτιρίων, Διεύθυνση Εξοικονόμησης Ενέργειας

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κτίριο συμπεριφέρεται ως ένας ζωντανός οργανισμός που αποκτά και χάνει θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας διαμέσου του κελύφους του. Τα στοιχεία του κελύφους είναι πολλά και η συμπεριφορά τους είναι μεταβαλλόμενη ανάλογα με τα υλικά από τα οποία αποτελούνται, τη σειρά με την οποία είναι τοποθετημένα από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό, τις φυσικές ιδιότητες αυτών, την κλίση τους και τον προσανατολισμό τους. Προκειμένου λοιπόν να αποφασισθεί το σημείο όπου πρέπει να επικεντρωθεί η στρατηγική σχεδιασμού ενός κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σχετική σπουδαιότητα των διαφόρων στοιχείων της κατασκευής ως προς τη συλλογή ηλιακής ενέργειας, την απώλεια ή το συνολικό κέρδος του κελύφους, αλλά και την ικανότητα να αποβάλλει ποσότητες υγρασίας στο εξωτερικό περιβάλλον.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται δομικά συστήματα σημαντικής ενεργειακής απόδοσης κατά τη διάρκεια χρήσης ενός κτιρίου, η οποία αξιολογείται τόσο πειραματικά όσο και υπολογιστικά σε συνδυασμό με γειτνιάζοντα δομικά συστήματα. Οι θερμικές απώλειες που υπολογίζονται και με τις δύο παραπάνω μεθόδους για τα εξεταζόμενα συστήματα συγκρίνονται με την συμβατική ελληνική κατασκευή ενώ τέλος προσδιορίζεται και η ικανότητα αποβολής της περιεχόμενης υγρασίας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του δομικού συστήματος. Οι τελευταίοι υπολογισμοί προσδιορίζουν την ποιότητα κατασκευής των υλικών αλλά και των συστημάτων τους και αποτελεί μία ένδειξη της επικείμενης ή όχι παρουσίας υγρασίας και μούχλας στα δομικά συστήματα με τα οποία έρχονται σε επαφή σε συνδυασμό πάντα με τη χρήση του κτιρίου.

2. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΩΣΤΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ο τομέας της κατασκευής καταναλώνει παγκοσμίως 3 δισεκατομμύρια τόνους πρώτων υλών κάθε έτος ή 40% της συνολικής χρήσης. Η χρήση ενεργειακά και περιβαλλοντικά οικοδομικών υλικών μπορεί να συντελέσει στη μείωση των περιβαλλοντικών

επιπτώσεων που συνδέονται με την εξαγωγή, τη μεταφορά, την επεξεργασία, την εγκατάσταση, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, και τη διάθεση αυτών των υλικών ως πρώτη ύλη για νέα οικοδομικά υλικά.

Τα οικοδομικά υλικά μεγάλης ενεργειακής απόδοσης προσφέρουν συγκεκριμένα οφέλη στους χρήστες:

- Μειωμένες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη
- Μειωμένες δαπάνες συντήρησης/αντικατάστασης κατά τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου
- Βελτιωμένες συνθήκες υγιεινής και παραγωγικότητας των ενοίκων
- Χαμηλότερο κόστος
- Μεγαλύτερη ευελιξία σχεδίου

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Πειραματική αξιολόγηση εφαρμογής αεριζόμενων δομικών στοιχείων

Σε περιοχές με υψηλά επίπεδα προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, οι αεριζόμενες δομικές κατασκευές μπορούν να συμβάλουν σε μείωση των κερδών θερμότητας από το κέλυφος. Σε τέτοιου είδους κατασκευές, το κέλυφος του κτιρίου δρα δυναμικά με το περιβάλλον και αξιοποιεί τις δυνατότητές του για δροσισμό ή θέρμανση σύμφωνα με τις ανάγκες του κτιρίου. Τα δομικά αυτά στοιχεία μπορεί να είναι τόσο τοίχοι όσο και οροφές και αποτελούνται από δύο επιμέρους στρώματα δομικών υλικών μεταξύ των οποίων υπάρχει ένα διάκενο αέρα το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Η κίνηση του αέρα στο διάκενο, στην περίπτωση τοιχοποιίας, επιτυγχάνεται με την είσοδο του εξωτερικού αέρα μέσω ανοιγμάτων στο κάτω μέρος του τοίχου, την κατακόρυφη κυκλοφορία (θέρμανσή) του και την απομάκρυνσή του από ανοίγματα στο επάνω μέρος του τοίχου.

Με τη χρήση αεριζόμενων δομικών στοιχείων αποτρέπονται φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην τοιχοποιία (ή την οροφή) και τις επικαλύψεις τους λόγω εξίσωσης των πιέσεων του διακένου με αυτές του εξωτερικού αέρα ενώ προστατεύονται τα δομικά υλικά του κτιρίου και ιδιαίτερα τα φέροντα από μεγάλες θερμικές διακυμάνσεις ή και θερμικά πλήγματα. Επίσης, το εξωτερικό κέλυφος, κατά τη διάρκεια θερμών μηνών, ψύχεται μέσω του αεριζόμενου διακένου και προστατεύει το δομικό στοιχείο από την υπερθέρμανση που προκαλείται από την άμεση ή έμμεση πρόσπτωση της ηλιακής ή και της θερμικής (υπέρυθρης) ακτινοβολίας.

Μελέτη του ΚΑΠΕ διερεύνησε τη θερμική συμπεριφορά ενός αεριζόμενου στοιχείου οροφής σε φυσική κλίμακα και κάτω από πραγματικές κλιματικές συνθήκες τόσο καλοκαιριού όσο και χειμώνα. Το δοκίμιο οροφής αποτελείτο από: πλάκα οπλισμένου

σκυροδέματος πάχους 12 cm σε άμεση επαφή με το εσωτερικό του δωματίου, εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 5 cm, διάκενο αέρα πάχους 6 και 8 cm, προκατασκευασμένες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 2,5 cm. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίθηκαν με αυτά συμβατικής οροφής με τα ίδια υποστρώματα χωρίς διάκενο αέρα (βλέπε Πίνακα 3.1) σε συνθήκες ημερήσιας λειτουργίας, νυκτερινής λειτουργίας καθώς και σε 24ωρη βάση. Με τη χρήση αεριζόμενης οροφής επιτυγχάνεται μείωση των θερμικών απωλειών έως και 60% (σε 24ωρη βάση) την περίοδο του καλοκαιριού ενώ το χειμώνα οι δύο οροφές έχουν σχεδόν την ίδια θερμική συμπεριφορά με αυτήν της αεριζόμενης ελάχιστα καλύτερη (2%).

Πίνακας 3.1. Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης με συμβατική οροφή (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο: χειρότερη συμπεριφορά).

Μείωση θερμικών απώλειες αεριζόμενης / συμβατικής οροφής

Περίοδος	Διάκενο (cm)	Ημέρα	Νύκτα
Καλοκαίρι	8	45%	-18%
	6	56%	-13%
Χειμώνας	6	70%	-11%
	8	28%	-10%

Η θερμική συμπεριφορά ενός αεριζόμενου στοιχείου τοιχοποιίας μελετήθηκε πειραματικά στο ΚΑΠΕ σε κλιματικές συνθήκες θερμών και ψυχρών μηνών. Ο αεριζόμενος τοίχος αποτελείτο από: ασβεστοκονίαμα πάχους 1,5 cm, προκατασκευασμένες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος, πάχους 2,5 cm, διάκενο αέρα πάχους 4 cm, θερμομονωτικό στρώμα από πετροβάμβακα σε επαφή με τα τούβλα, πάχους 5 cm, τουβλοδομή πάχους 9 cm και ασβεστοκονίαμα πάχους 2 cm στο εσωτερικό. Στη μελέτη εξετάστηκε η επίδραση διαφορετικών παραμέτρων στην απόδοση του δομικού στοιχείου, όπως η μεταβολή της συνολικής επιφάνειας των ανοιγμάτων εισόδου-εξόδου του αέρα και διαφορετικές συνθήκες ροής του αέρα στο διάκενο. Η σύγκριση των μετρήσεων με αντίστοιχες συμβατικής τοιχοποιίας έδειξε ότι με χρήση του αεριζόμενου τοίχου επιτυγχάνεται, σε 24ωρη βάση, μείωση των θερμικών απωλειών σε ψύξη της τάξεως του 45% το καλοκαίρι, ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα η μείωση των θερμικών αναγκών κυμαίνεται στο 2% (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης **τοιχοποιίας** με συμβατική (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο: χειρότερη συμπεριφορά).

Μείωση θερμικών απωλειών αεριζόμενου / συμβατικού τοίχου

	Επιφάνεια εισόδου/ εξόδου ανοιγμάτων	Συνθήκες ροής	Ημέρα	Νύκτα
Καλοκαίρι	A/A	Φυσική ροή	50%	-2%
	2A/2A	Φυσική ροή	60%	0%
	3A/3A	Φυσική ροή	35%	0%
	2A/3A	Εξαναγκασμένη ροή, 0,5 m/s	252%	-2%
	3A/3A	Εξαναγκασμένη ροή, 1,4 m/s	398%	-1%
Χειμώνας	A/A	Φυσική ροή	3%	2%
	2A/2A	Φυσική ροή	2%	1%
	3A/3A	Φυσική ροή	5%	-2%

Γενικά, τα αεριζόμενα δομικά στοιχεία μπορούν να βελτιώσουν αισθητά τη θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου σε χώρες με Μεσογειακό κλίμα, ιδιαίτερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Το διάκενο αέρα ενεργεί σαν πρόσθετο μονωτικό στρώμα και επιπλέον η κυκλοφορία του αέρα μέσα στο διάκενο διευκολύνει την απόρριψη θερμότητας από το στοιχείο, συνεισφέροντας έτσι στη μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου για δροσισμό.

Στο εμπόριο, υπάρχουν τυποποιημένες εφαρμογές αεριζόμενων δομικών στοιχείων, τόσο Ελληνικής κατασκευής όσο και του εξωτερικού, οι οποίες διακρίνονται από την εύκολη εφαρμογή τους και το σχετικά χαμηλό κόστος κτίσεώς τους.

4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΣΥΝΗΘΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Η ποσότητα υγρασίας που εμφανίζεται σε δομικά υλικά και συστήματα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων ιδιαίτερα όταν εισχωρήσει σε θερμομονωτικά υλικά τοιχοποιίας και οροφών. Επιπρόσθετα μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα θερμικής άνεσης και να οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

Η υγρασία συνήθως παραβλέπεται ή υποεκτιμάται κατά το σχεδιασμό των κτιρίων. Τα προβλήματα που δημιουργούνται οφείλονται στην αδυναμία του κτιριακού κελύφους και του επικουρικού συστήματος θέρμανσης-κλιματισμού-εξαερισμού να απομακρύνει το

πλεόνασμα της υγρασίας μέσα από δομικά στοιχεία του κτιρίου. Γι αυτό το λόγο πρέπει η υγρασία στα δομικά συστήματα και γενικότερα στα κτίρια να αντιμετωπίζεται έγκαιρα, από το στάδιο ακόμη του σχεδιασμού των.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται όταν εμφανίζεται υγρασία στα δομικά στοιχεία μπορεί να είναι ορατά ή αόρατα. Τα μη ορατά προβλήματα σχετίζονται με τη μείωση της θερμομονωτικής ικανότητας των δομικών υλικών, όταν εισέλθει νερό στους πόρους τους ενώ τα ορατά προβλήματα από την υγρασία μπορεί να είναι εμφάνιση μούχλας, ανάπτυξη μυκήτων, αποχρωματισμός (εμφάνιση κηλίδων υγρασίας ή αλάτων), διόγκωση των ασβεστοκονιαμάτων, αποκολλήσεις χρωμάτων.

4.1 Μεθοδολογία υπολογιστικής προσέγγισης προσδιορισμού της υγρασίας Glaser++

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει για κάθε χρονική περίοδο τη θερμοκρασία, την πίεση ατμών κορεσμού και την πίεση ατμών για κάθε διεπιφάνεια (επιφάνεια μεταξύ δύο στρωμάτων) και ακολούθως υπολογίζονται οι ροές των ατμών μέσα από τα στρώματα. Για τον υπολογισμό αυτό θεωρείται ότι:

- Η ροή θερμότητας και μάζας είναι κάθετη στην τοιχοποιία. Η αρχική συμπύκνωση του νερού παραμένει στο υλικό και δεν μπορεί να γίνει αποστράγγιση/ξήρανση (παρόλο που τέτοιου είδους αποστράγγιση είναι πραγματική σε μερικές περιπτώσεις)
- Δεν υπάρχει ροή αέρα μέσα στο τοίχο
- Οι υγροθερμικές ιδιότητες των υλικών των στρωμάτων του τοίχου είναι σταθερές (ανεξάρτητα του χρόνου, θερμοκρασίας και υγρασίας)
- Για τη πίεση ατμών κορεσμού χρησιμοποιείται η παρακάτω συνάρτηση:
για $\theta \geq 0$: $ps = 610.96 \exp(0.07263\theta - 2.9507E - 4\theta^2 + 9.2011E - 7\theta^3)$
για $\theta < 0$: $ps = 610.96 \exp(0.08236\theta - 3.0151E - 4\theta^2 + 1.3002E - 6\theta^3)$
- Η λανθάνουσα θερμότητα του νερού δεν λαμβάνεται υπόψη
- Η υγροσκοπική ποσότητα του νερού δεν λαμβάνεται υπόψη

Ακόμα λαμβάνεται υπόψη ότι η μέθοδος ύγρανσης ή ξήρανσης της τοιχοποιίας εξαρτάται από την επιλογή της δυνατότητας ύγρανσης (humidification possibility flag). Επιπρόσθετα, λαμβάνεται υπόψη και το κρίσιμο ποσοστό περιεχομένου νερού, το αρχικό ποσοστό περιεχομένου νερού των διαφορετικών στρωμάτων καθώς και η μέγιστη επιτρεπόμενη ροή υγρασίας ανά βήμα επανάληψης.

Δύο τύποι υλικών μπορεί να διαπεράσει η υγρασία κατά τη διάρκεια συμπύκνωσης:

- Τριχοειδή υλικά που απορροφούν την υγρασία
- Μη-τριχοειδή υλικά που περιέχουν πόρους (όπως αφρώδες πλαστικό). Τέτοια υλικά χαρακτηρίζονται από το κρίσιμο ποσοστό περιεχομένου νερού που ισούται με το μέγιστο ποσοστό περιεχομένου νερού ($W_{cr} = W_{max}$).

Στη μέθοδο Glaser++ δε γίνεται καμία διαφοροποίηση για τους δύο τύπους υλικών. Αναγνωρίζονται στα δεδομένα της τοιχοποιίας με την ένδειξη ‘hur’ (πιθανότητα υγροποίησης – humidification possibility): hur=1 ή 0 εξαρτάται από το εάν ή όχι μπορεί να διαπεράσει υγρασία στο υλικό λόγω συμπύκνωσης, άσχετα από τον πιθανό μηχανισμό ύγρανσης.

Η βάση για τη μέθοδο αυτή είναι ο προσδιορισμός του κρίσιμου ποσοστού περιεχομένου νερού του υλικού: το κρίσιμο ποσοστό περιεχομένου νερού του υλικού είναι το ποσοστό νερού πάνω από το οποίο ξεκινάει η διαδικασία μετάβασης του νερού σε υγρή φάση (υπόψυκτο νερό) και κάτω από αυτή τη τιμή υπάρχει μόνο μεταφορά μάζας νερού από διάχυση. Όταν μία συγκεκριμένη ποσότητα νερού $W[\text{Kg}/\text{m}^2]$ προστεθεί στην επιφάνεια του υλικού, ο προσδιορισμός αυτός επιτρέπει να υπολογιστεί το πάχος πάνω από το οποίο το στρώμα του υλικού είναι κρίσιμα υγρό:

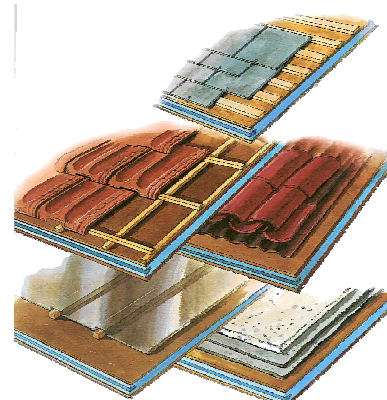
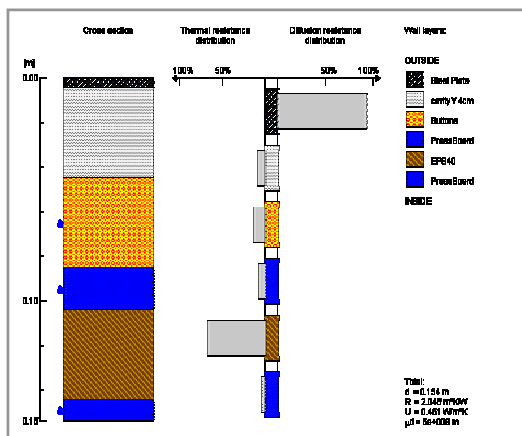
$$d = \frac{W}{W_{cr}} \cdot [m]$$

4.2 Προσομοιωτική ανάλυση εύρεσης της κατανομής υγρασίας στο εσωτερικό δομικών συστημάτων

Στη παρακάτω ανάλυση εξετάζεται η συμπεριφορά των δομικών συστημάτων οροφών, σε σχέση με τη συγκέντρωση υγρασίας, για δύο κατασκευαστικές μεθόδους.

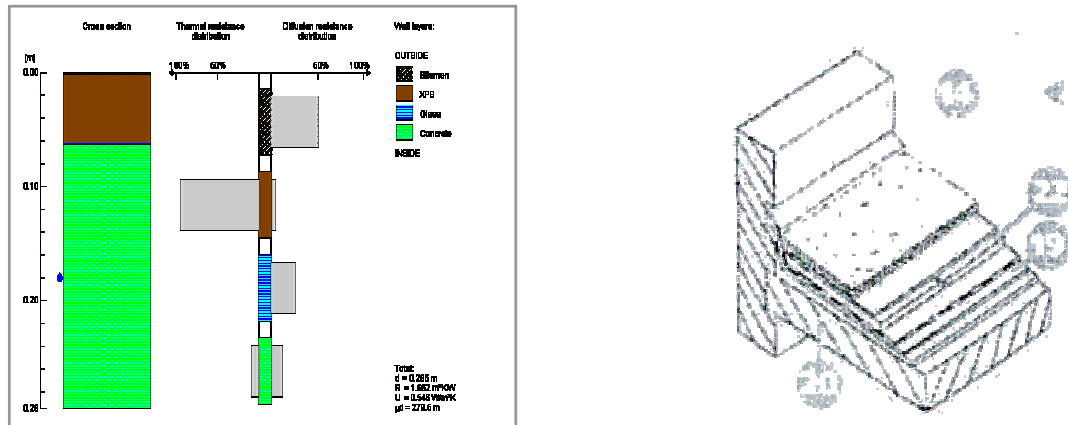
Το πρόγραμμα προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε είναι το Physibel – Glasta. Οι κλιματικές συνθήκες αντιπροσωπεύουν την περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Η πρώτη κατηγορία αφορά στις προκατασκευασμένες οροφές με την εξής διάταξη υλικών: Α) Εξωτερικό υλικό (αλουμίνιο, χαλκός, κεραμίδι, σκυρόδεμα (fibre cement)), Β) κενό αέρα (εκτός του χαλκού), Γ) δοκάρια στήριξης (ξύλα), Δ) πεπιεσμένο ξύλο, Ε) μονωτικό υλικό (XPS 40, 50, 60, 80), Ζ) πεπιεσμένο ξύλο.



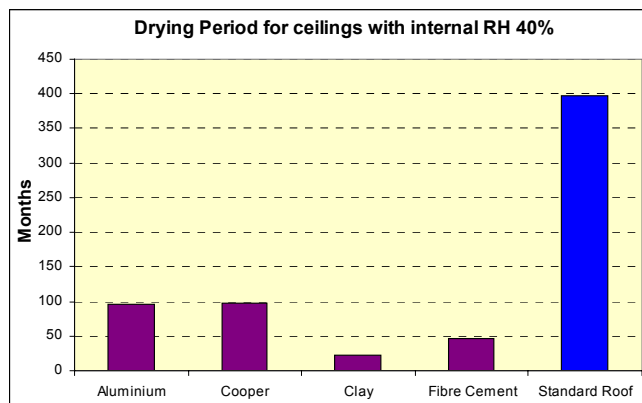
Σχήμα 4.1. Προκατασκευασμένα στοιχεία οροφής.

Η δεύτερη κατηγορία αντιπροσωπεύει μια τυπική κατασκευή οροφής με την εξής διάταξη υλικών: Α) Ασφαλτοτάπητας, Β) Μονωτικό υλικό, Γ) Στεγανωτικό υλικό, Δ) Οπλισμένο σκυρόδεμα.



Σχήμα 4.2. Τυπική κατασκευή οροφής.

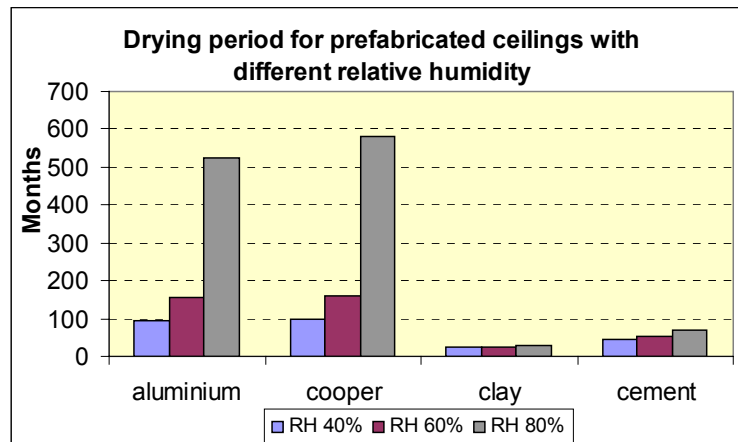
Οι εσωτερικές συνθήκες υγρασίας που λήφθηκαν υπόψη είναι για 40%, 60% και 80% R.H. Από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων παρατηρείται ότι για τις προκατασκευασμένες οροφές η περίοδος ξήρανσης κυμαίνεται από 1.2 χρόνια για την οροφή με κεραμίδι έως 8 χρόνια για την οροφή με χαλκό (χωρίς διάκενο αέρα) σε σχετική υγρασία 40%. Για την τυπική κατασκευή στις ίδιες συνθήκες η περίοδος ξήρανσης είναι περίπου 33 χρόνια.



Σχήμα 4.3. Περίοδος ξήρανσης με εσωτερική σχετική υγρασία 40% για προκατασκευασμένη και τυπική οροφή.

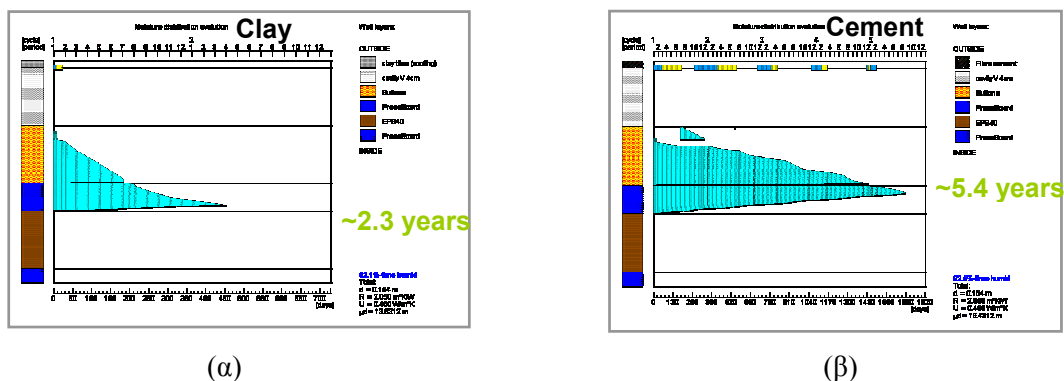
Όσον αφορά στις διαφορετικές συνθήκες εσωτερικής σχετικής υγρασίας (40%, 60%, 80%) για τις προκατασκευασμένες οροφές παρατηρείται ότι με την συγκεκριμένη διάταξη των υλικών η αύξηση της εσωτερικής σχετικής υγρασίας αυξάνει σημαντικά την περίοδο ξήρανσης κυρίως στις οροφές με μεταλλικό στρώμα εξωτερικού υλικού.

Αντίθετα για τις οροφές με σκυρόδεμα και κεραμίδι η περίοδο ξήρανσης δεν επηρεάζεται με τον ίδιο τρόπο και παραμένει μικρή.



Σχήμα 4.4. Περίοδος ξήρανσης προκατασκευασμένων οροφών σε διαφορετικές συνθήκες εσωτερικής υγρασίας.

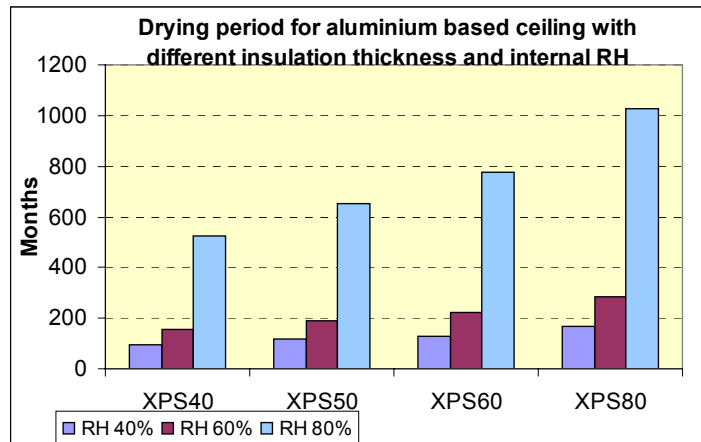
Στα επόμενα διαγράμματα εξετάζεται η συγκέντρωση υγρασίας στα υλικά για εσωτερική σχετική υγρασία 80%. Παρατηρείται ότι και στις δύο κατασκευές η συγκέντρωση της υγρασίας λαμβάνει χώρα στα στρώματα μεταξύ των τριχοειδών (capillary) υλικών που έχουν βάση το ξύλο (δοκάρια και πεπιεσμένο ξύλο). Όσον αφορά στην περίοδο ξήρανσης των δύο κατασκευών, η οροφή με κεραμίδι χρειάζεται 2.3 χρόνια έως την πλήρη ξήρανσή της, ενώ η αντίστοιχη κατασκευή με σκυρόδεμα εξωτερικά χρειάζεται περίπου 5.4 χρόνια.



Σχήμα 4.5. Η εξέλιξη της συγκέντρωσης υγρασίας στα στρώματα προκατασκευασμένων οροφών με (α) κεραμίδι και (β) σκυρόδεμα (RH 80%).

Για την προκατασκευασμένη οροφή με εξωτερικό υλικό αλουμίνιο σε διαφορετικές συνθήκες εσωτερικής σχετικής υγρασίας (RH - 40%, 60%, 80%) παρατηρείται, ότι με την συγκεκριμένη διάταξη των υλικών, όσο αυξάνεται το πάχος του μονωτικού υλικού αυξάνεται και η περίοδος ξήρανσης για τις ίδιες εξωτερικές συνθήκες. Παράλληλα, όσο

αυξάνεται η εσωτερική σχετική υγρασία η περίοδος ξήρανσης αυξάνεται σημαντικά, ειδικότερα στη σχετική υγρασία της τάξης του 80% RH.



Σχήμα 4.6. Περίοδος ξήρανσης για προκατασκευασμένη οροφή με αλουμίνιο σε διαφορετικές συνθήκες εσωτερικής υγρασίας και διαφορετικό πάχος μονωτικού.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί επιτακτική ανάγκη λόγω του γεγονότος ότι έχει συσχετίση τόσο με το εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο όσο και με την προστασία του περιβάλλοντος. Η χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών, προϊόντων και συστημάτων δύναται να συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη. Στην εργασία παρουσιάζονται παραδείγματα δομικών προϊόντων με βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά που μπορούν να επιτύχουν μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια καθώς και παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν καταλυτικά στην ενεργειακή απόδοση ενός δομικού στοιχείου.

Από τις προσομοιωτικές αναλύσεις σε τοιχοποιίες με αεριζόμενο διάκενο διαπιστώνεται ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνειας της τοιχοποιίας εμφανίζονται πολύ μικρές θερμικές απώλειες και μόνο στα σημεία επαφής με τον φέροντα αμόνωτο οργανισμό (υποστύλωμα) διαπιστώνονται μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι με την αεριζόμενη τοιχοποιία διαφεύγει ο θερμός αέρας και δεν μεταφέρεται στο εσωτερικό περιβάλλον.

Από τις προσομοιωτικές αναλύσεις για την ύπαρξη υγρασίας σε οροφές διαπιστώνεται ότι οι οροφές με κεραμίδι και σκυρόδεμα ως εξωτερικά υλικά του συστήματος παρουσιάζουν τις καλύτερες επιδόσεις ως αφορά την περίοδο ξήρανσης. Αυτό συμβαίνει διότι η τιμή θερμικής αγωγιμότητας (λ) είναι χαμηλότερη για το κεραμίδι και για το σκυρόδεμα. Παράλληλα, το διάκενο αέρα μεταξύ του εξωτερικού και υπολοίπων εσωτερικών δομικών υλικών στρωμάτων είναι απαραίτητο διότι επιταχύνεται η

διαδικασία ξήρανσης των συστημάτων, αποφεύγοντας σε περιπτώσεις υψηλής εσωτερικής σχετικής υγρασίας τη δημιουργία στρώματος νερού άρα και όλων των βλαβερών για την υγεία του ανθρώπου συνθηκών (μούχλα).

Για τη τυπική κατασκευή μεγάλο ρόλο στη σχετικά υψηλή περίοδο ξήρανσης κατέχουν τα στεγανωτικά (μη πορώδη) υλικά όπου και λόγω του τρόπου κατασκευής τους (μη πορώδη υλικά εξωτερικά του οπλισμένου σκυροδέματος) εμποδίζουν την αποβολή υγρασίας από το μπετόν.

Επομένως ένα μέτρο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την αποφυγή προβλημάτων υγρασίας είναι η ελαχιστοποίηση της εισόδου της υγρασίας σε μορφή υδρατμών. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, η αντίσταση θερμοδιαφυγής των στρώσεων του δομικού στοιχείου καθώς και η αντίστασή τους στη διάχυση υδρατμών.

Η προστασία του κτιρίου από τη διάχυση υδρατμών μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλη τοποθέτηση των στρώσεων των δομικών στοιχείων, ανάλογα με την αντίστασή τους στη διάχυση υδρατμών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ASHRAE Fundamentals Handbook, American Society for Heating, Refrigerating and Air Conditioning engineers, Atlanta, Georgia, 2001.
- 2) AIRinSTRUCT project, “Integration of advanced ventilated building components and structures for reduction of energy consumption in buildings”, Final Technical Report, JOE3-CT97-7003, EC-DG XII, 2000.
- 3) TRISCO & KOBRU68 - “Computer program to calculate 3D & 2D steady state heat transfer in rectangular objects”, Version 11.0w, PHYSIBEL, 2005.
- 4) GLASTA – “Computer program to calculate vapour diffusion – condensation – drying using an extended method of Glaser”, Version 5.0w, PHYSIBEL, 2002.

POSTER SESSION

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ -
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ**

Δρ Κώστας Παπασταύρος

**Υπηρεσία Περιβάλλοντος
Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
ΚΥΠΡΟΣ
Τηλ. +357 22303886
E-mail: cpapastavros@environment.moa.gov.cy**

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας υπαγορεύεται από τις συνεχιζόμενες ανατιμήσεις της τιμής του πετρελαίου που θέτει σε κίνδυνο την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, από την λογική μείωσης της εξάρτησης από τις εισαγωγές πετρελαιοειδών, από την ανάγκη ορθολογικής διαχείρισης των μη ανανεώσιμων ορυκτών καυσίμων, αλλά και ειδικότερα για αντιμετώπιση του προβλήματος των κλιματικών αλλαγών.

Τα δεδομένα για την Κύπρο είναι απλά και αναφέρονται ενδεικτικά μερικά από αυτά: Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ακολουθεί ρυθμούς εξαιρετικά υψηλούς, γεγονός που εγκυμονεί τεράστια προβλήματα στο μέλλον. Η τεράστια εξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα συνεχώς εντείνεται. Η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει σοβαρότατα την οικονομία και την επιβίωση πολιτών και επιχειρήσεων. Η όλη κατάσταση εγκυμονεί κινδύνους διατάραξης της κοινωνικής συνοχής. Ο τόπος δεν έχει εναλλακτικές λύσεις και απουσιάζουν σε απελπιστικό βαθμό απλά καθημερινά μέτρα, όπως το δημόσιο σύστημα μεταφορών.

Ειδικότερα, για τις σχέσεις της εξοικονόμησης ενέργειας και των κλιματικών αλλαγών, αναφέρεται ότι, από τα 25 Κράτη Μέλη της ΕΕ, μόνο η Κύπρος και η Μάλτα δεν έχουν καμία ποσοτικοποιημένη δέσμευση για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Όλα τα άλλα 23 Κράτη Μέλη είναι συμβαλλόμενα μέρη της Συνθήκης (Παράρτημα Β του Πρωτόκολλου του Κιότο), και έτσι έχουν ποσοτικοποιήσει τις υποχρεώσεις περιορισμού εκπομπών. Κατά συνέπεια, προς το παρόν, η Κύπρος και η Μάλτα έχουν ένα ειδικό καθεστώς εντός της ΕΕ.

Αν και η Κύπρος δεν έχει οποιεσδήποτε υποχρεώσεις περιορισμού εκπομπών, η χώρα υποστηρίζει πλήρως την προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και των Κρατών Μελών της ΕΕ προς τις φιλόδοξες μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, μαζί με τον ηγετικό ρόλο της ΕΕ σε διεθνές επίπεδο για τις κλιματικές αλλαγές. Επίσης, ως Κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Κύπρος δεσμεύεται από τις υποχρεώσεις

που καθορίζονται στη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συμπεριλαμβανομένης της Οδηγίας για την Εμπορία Δικαιωμάτων των Εκπομπών.

Η Κύπρος παίρνει σειρά μέτρων, αφενός για αύξηση της συνεισφοράς των ΑΠΕ στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση, στο 9% κατά το 2010 και, αφετέρου, για μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης , μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας κατά 1% ετησίως.

Ειδικότερα, μεταξύ άλλων, υπάρχει ειδικό σχέδιο χορηγιών για εξοικονόμηση ενέργειας και ενθάρρυνση της χρήσης των ΑΠΕ, ειδικό ταμείο, πενταετές Σχέδιο Δράσης 2006-2010, νομική εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές οδηγίες, κ.ά.

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ,
ΜΕΣΩ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΗΣ**

Δρ. Σωκράτης Γρ. Ίτσκος
Χημικός
Τ/χης Χημικής Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος
ΑΗΣ Ν. Φλώρινας

Γρηγόριος Σ. Ίτσκος
Χημικός
Επιστημονικός Συνεργάτης
ΕΚΕΤΑ/ΙΤΕΣΚ

Σε πολλές Μονάδες λιγνιτικής ηλεκτροπαραγωγής η “στρατσώνα” στο κύκλωμα ψυκτικού νερού των εγκαταστάσεων, για τον έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών, ενεργείται από την υπερχείλιση της λεκάνης του Π.Ψ., όπως προβλεπόταν σχεδιαστικά από τους κατασκευαστές των Σταθμών.

Τούτο έχει ως αποτέλεσμα να απορρίπτονται σημαντικές ποσότητες νερού ποιοτικά και ενεργειακά αναβαθμισμένου. Η πρακτική αυτή στερεί την διαδικασία συμπύκνωσης του ατμού, επιβαρύνει τη λειτουργία των Π.Ψ., απομειώνει τον Β.Α. των εγκαταστάσεων και συνιστά “σπατάλη” του φυσικού πόρου (νερού), αλλά και οικονομικών πόρων.

Στην εργασία τεκμαίρεται η εξοικονόμηση νερού, η βελτίωση παραμέτρων λειτουργίας των εγκαταστάσεων, η υποβοήθηση της λειτουργίας του Π.Ψ., η απομείωση των απωλειών φορτίου, με απόρριψη νερού (“στρατσώνα”) από τον αγωγό ανόδου του Ψυκτικού νερού, αντί της ακολουθούμενης σήμερα πρακτικής.

Οι απαιτούμενες παρεμβάσεις είναι μικρής κλίμακας, υλοποιήσιμες από τους λειτουργούς των Μονάδων με μικρή δαπάνη εργατοωρών, υπό ελάχιστο “ρίσκο”. Η υλοποίηση της πρότασης θα “πιστώσει” εξοικονόμηση φυσικού πόρου, οικονομικότερη λειτουργία των εγκαταστάσεων και θα βελτιώσει το “οικολογικό προφίλ” της Επιχείρησης. Παράλληλα, συνεπικουρεί το “κοινωνικό πρόσωπό” της, με τη δυνατότητα του απορριπτόμενου (θερμού) νερού να στηρίζει τη λειτουργία θερμοκηπίων ορισμένου τύπου καλλιιεργειών, ωφελούμενη και η ίδια από την απομείωση του όγκου των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων της.

Τούτο, το τελευταίο, υπηρετείται και με χρήση (μέρους) της απορριπτόμενης ποσότητας νερού για τη διαβροχή της τέφρας, υπό έτι περαιτέρω αξιοποίηση πριν την απόρριψή του.

Εξ άλλου σύγχρονες αντιλήψεις θέλουν τις επιχειρήσεις να αυξάνουν το “κοινωνικό κεφάλαιό” τους, ωφελούμενες πολύ περισσότερο από αυτές που επικεντρώνονται αποκλειστικά στο κέρδος, στα πλαίσια της αγοράς.

Στις εγκαταστάσεις, στις οποίες αφορά η συγκεκριμένη εργασία, η συμμετοχή φυσικών πόρων -για τις ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας- θέλουν την

“κατανάλωση” νερού να υπερβαίνει την αντίστοιχη του λιγνίτη ποσοτικά (κατά ετήσιο Μ.Ο.) σε ποσοστό 25%.

Η δυσμενέστερη αναλογία αφορά στη “θερμή” περίοδο, υπό τις υψηλότερες υδροληπτικές απαιτήσεις, που συμπίπτουν με τον περιορισμό υδροδοτικών δυνατοτήτων σε αντίθεση με την διαθεσιμότητα του καυσίμου (Διαγράμματα Ε.Κ.Ν., Ε.Κ.Κ.).

Της πολύμηνης εργασίας, που αφορά στην εισήγηση, προηγήθηκε πολυετής αντίστοιχη, που αφορούσε στη διαχείριση του νερού και την εκμετάλλευση των συστημάτων διάθεσης και κατεργασίας νερού, αποτυπωμένη ανά δίωρο οπτικά με (6÷7) ισοζύγια νερού. Μια διαδικασία Χημική, που συνυπολογίζει πολλές παραμέτρους που δεν αποτυπώνονται.

Αποσκοπούμενο αυτής ήταν η οικονομικότερη κάλυψη των υδροληπτικών αναγκών των εγκαταστάσεων, υπό τις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες και τις συνθήκες ζήτησης φορτίου εποχιακά, αλλά και υπό τους δεδομένους κατά καιρούς περιορισμούς, σε συνδυασμό με τα δεδομένα ασφαλούς λειτουργίας των εγκαταστάσεων (Διαγράμματα Μηνιαίας Εξάτμισης).

Η υψηλότερη υδροληπτική απαίτηση (εντονότερη εξάτμιση) υπό οριοθετημένη την υδροδοτική δυνατότητα νομοτελειακά επιδείνωνε τις συνθήκες ασφαλούς λειτουργίας των εγκαταστάσεων κατά την περίοδο υψηλότερης ζήτησης φορτίου.

Τούτο προσανατόλισε σε εφαρμογή δόκιμης τεχνολογίας για αντικαθαλωτική και αντιδιαβρωτική προστασία των επιφανειών στο κύκλωμα ψυκτικού νερού των εγκαταστάσεων, υπό οικονομική ωφελιμότητα της διαδικασίας, με την εξοικονόμηση νερού που συνεπάγετο.

Οι αυτονόητες διακυμάνσεις εποχιακών υδροληπτικών αναγκών των εγκαταστάσεων “αποκρύπτουν” εντονότερες ακόμη διακυμάνσεις στη διάρκεια του (μέσου) 24/ώρου κάθε μήνα, σε συνάρτηση με τις συνθήκες που τις επηρεάζουν (περιβάλλον, φόρτιση Μονάδων), ενώ η υδροδότησή τους είναι οριοθετημένη. Τούτα “αποτυπωμένα” ανά δίωρο κατά τη διάρκεια της (μέσης) ημέρας (Διαγράμματα Εξάτμισης κατά τη διάρκεια 24/ωρου)

Η μέριμνα για την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων οφείλει να συνυπολογίζει τις ακόμη εντονότερες συνθήκες παραγωγής, όπως τη μέγιστη φόρτιση των Μονάδων κατά τη διάρκεια του θερμότερου ημερήσιου διαστήματος.

(Διαγράμματα Εξάτμισης υπό Μέγιστη Ισχύ)

Συμπεριφορά Μονάδων υπό επιδείνωση των συνθηκών λειτουργίας τους και αντιμετώπιση μέσω της διαχείρισης νερού.

Από το πρώτο πενήντημο Μαρτίου, υπό τις υψηλές -για την εποχή- θερμοκρασίες περιβάλλοντος, η “στρατσώνα” στο κύκλωμα ψυκτικού των Μονάδων ενεργείται από

την υπερχειλίση των λεκανών Π.Ψ. Στο διάστημα μέγιστης παραγωγής οι παράμετροι : θερμοκρασία εξόδου Συμπυκνώματος, Χαμηλής, Π.Ψ. και "κενού" (πίεσης στον κ. Συμπυκνωτή) είναι υποδεέστερες στην Μονάδα **I** (έναντι της **II**).

Υπό την ίδια υδροδότηση των Μονάδων η **II** ευνοείται κατά 40m³/h στην "στρατσώνα" (στο θερμότερο διάστημα της ημέρας και υπό την μέγιστη παραγωγή των Μονάδων).

Ενεργώντας "στρατσώνα" από τον αγωγό ανόδου στην **I**, η Μονάδα ωφελείται στις (σχετικές) τιμές των παραμέτρων, υπό τις παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες και φόρτισης των Μονάδων

Η ενέργεια αυτή ευνόησε τη (σχετική) λειτουργία της **I** Μονάδος καθόλο το (πρώτο) δεκαπενθήμερο του Μαρτίου. Κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο Μαρτίου υλοποιείται "στρατσώνα" από τον αγωγό άνοδο και στην **II** -επωφελεία της Μονάδος-, οπότε οι σχετικές τιμές των παραμέτρων υποδεικνύουν την υποδεέστερη λειτουργία της **I**. Όταν το ισοζύγιο νερού επιβάλει μηδενισμό της "στρατσώνας" στην **I** Μονάδα, αυτή συνοδεύεται από επιδείνωση των παραμέτρων σε σύγκριση με την **II**.

Στο τρίτο δεκαήμερο Μαρτίου η "στρατσώνα" στην **I** επιχειρείται από την υπερχειλίση της λεκάνης του Π.Ψ. της, ενώ στην **II** από τον αγωγό ανόδου.

Υπό την μέγιστη παραγωγή της **I**, με υδροδότηση και "στρατσώνα" υπολειπόμενη κατά 40m³/h και άνοδο θερμοκρασίας περιβάλλοντος μέχρι 5⁰C, επιδεινώνονται οι παράμετροι γραμμικά κατά 4⁰C (οι θερμοκρασίες) και κατά 18 mbar το "κενό".

Ανύψωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος μέχρι 7.5⁰C συνοδεύτηκε από επιδείνωση των θερμοκρασιών κατά 6⁰C και του "κενού" κατά 28 mbar, με "στρατσώνα" από τον Π.Ψ. και απαίτηση σε "στρατσώνα" αυξημένη μέχρι 100m³/h. Ανάλογα συμπεριφέρθηκε η **II** με επιδείνωση 25 mbar στο "κενό" και αντίστοιχη αύξηση "στρατσώνας". Και στις δυο περιπτώσεις τούτο υπό επιπρόσθετη λειτουργία ενός περιφερειακού στους Π.Ψ.

Κατά το πρώτο δεκαπενθήμερο Μαρτίου στο Π.Ψ. της **I** λειτουργούν (4) περιφερειακά και στην **II** (3), υπό την ίδια υδροδότηση των Μονάδων.

Μέχρι τις 07/3 η στρατσώνα επιχειρείται από την υπερχειλίση της λεκάνης των Π.Ψ. Η θερμοκρασία στην έξοδο του Π.Ψ. της **I** είναι μεγαλύτερη κατά (1÷2)⁰C από την **II**, στο μέγιστο φορτίο και υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι 20⁰C και μεγαλύτερη (κατά τι) "στρατσώνα" στην **II**.

Στο επόμενο διάστημα και μέχρι τις 14/3, με "στρατσώνα" επιχειρούμενη από τον αγωγό ανόδου στην **I**, υπό την ίδια φόρτιση των Μονάδων η δΔθ μειώνεται σε ~ 0.5⁰C ενώ η **I** υπολείπεται σε "στρατσώνα" μέχρι 100m³/h. Ακόμη και υπό μεγαλύτερη παραγωγή της **I** (κατά 40 MWh), έναντι της **II**, η Μονάδα **I** έχει βελτιωθεί στις σχετικές τιμές, υπό σημαντική εξοικονόμηση "στρατσώνας".

Στο διάστημα που ακολουθεί μέχρι τις 21/3 η "στρατσώνα" και στις δυο Μονάδες επιχειρείται από τον αγωγό ανόδου, οπότε βελτιώνονται οι συνθήκες λειτουργίας της **II** Μονάδος (και επιδεινώνονται οι σχετικές τιμές της **I**) με $\Delta\theta$ (1÷2) °C.

Στο διήμερο που ακολουθεί (μέχρι 23/3) υπό τις ίδιες συνθήκες υδροδότησης των Μονάδων και λειτουργίας περιφερειακών στους Π.Ψ., όμως με "στρατσώνα" στην **I** Μονάδα από την υπερχειλίση (ενώ στην **II** από τον αγωγό ανόδου) η $\Delta\theta$ των Μονάδων αυξάνει σε (2.5÷3.0) °C. Κατά το υπόλοιπο διάστημα (μέχρι 31/3) η σχετική $\Delta\theta$ μειώνεται σε (1.0÷1.5) °C, όμως με λειτουργία ενός λιγότερου περιφερειακού στην **II** Μονάδα και υπό ταπείνωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά (2 ÷ 3) °C. (Διαγράμματα Μαρτίου)

Υπό αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά 5°C και τη θέση σε λειτουργία ενός πρόσθετου περιφερειακού (**I** από 3 σε 4, και **II** από 2 σε 3) η λειτουργία της **I** επιδεινώνεται (σε σύγκριση με την **II**) με $\Delta\theta$ (εξόδου Συμπυκνώματος) από (0 ÷ 2) °C σε (2 ÷ 4) °C, -στο μέγιστο φορτίο-, υπό την ίδια υδροδότηση, όμως με αποτελεσματικότερη "στρατσώνα" στην **II** Μονάδα.

Ο Π.Ψ. της **I** Μονάδος, υποχρεωμένος να απάγει μεγαλύτερο θερμικό φορτίο, "δυσκολεύεται" έτι περαιτέρω σε δεδομένη θερμοκρασία περιβάλλοντος, αλλά και υπό αυξημένη σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα με επιδείνωση του "κενού" κατά 10mbar και $\Delta\theta$ (Συμπυκνώματος) κατά 4°C.

Σε περιόδους υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος ορισμένης περιόδου και κατά το "θερμό" διάστημα της ημέρας, την υψηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος (κατά 2 ÷ 3 °C) και τον περιορισμό της υδροδότησης της **I** Μονάδος κατά 40m³/h, η "στρατσώνα" από τον αγωγό ανόδου εξισορρόπησε τις συνθήκες, υποδεικνύοντας (και επιβεβαιώνοντας) τη δυνατότητα εξοικονόμησης νερού και τη διευκόλυνση λειτουργίας της Μονάδος. Στην περίπτωση αυτή το νερό της "στρατσώνας" αξιοποιήθηκε περαιτέρω για τη διαβροχή της τέφρας.

Σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά 12°C επιδείνωσε το "κενό" του κ. ψυγείου της **I** Μονάδος κατά 30 mbar, παρά την αύξηση της υδροδότησης κατά 60m³/h (0.20 m³/MWh), αλλά έχοντας εξαντληθεί τα περιθώρια αποτελεσματικής "στρατσώνας" κατά 50m³/h (0.17 m³/MWh). Τούτο επειδή, η εξάτμιση (στο μέγιστο φορτίο, κατά τη θερμή περίοδο) έχει αυξηθεί κατά 0.25 m³/MWh.

Το ποσοτικό ισοζύγιο, υπό τήρηση των παραμέτρων ποιότητας νερού στο κύκλωμα, προϋπολογίζει πρόσθετο συμπληρωματικό νερό κατά 0.38 m³/MWh αυξημένο. Το έλλειμμα των (0.38-0.20)=0.18 m³/MWh επιδεινώνει τη λειτουργία του Π.Ψ. της **I** Μονάδος και υποβαθμίζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού στο κύκλωμα.

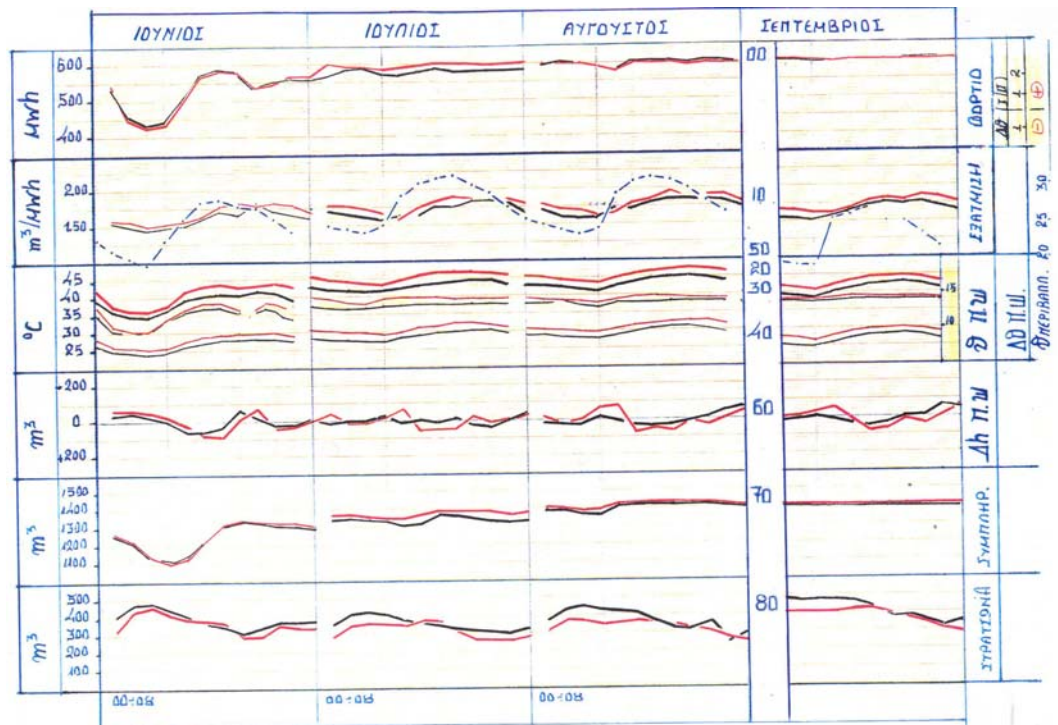
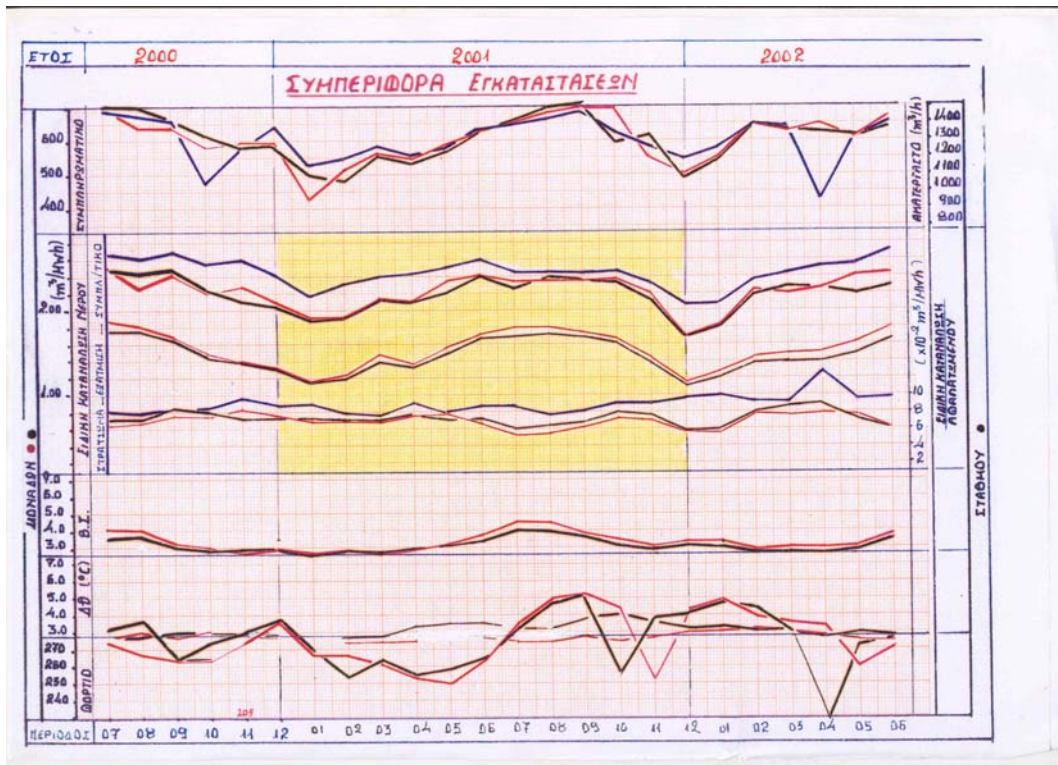
Η **II** με το περιθώριο λειτουργίας ενός περιφερειακού υφίσταται μικρότερη επιδείνωση των παραμέτρων λειτουργίας της. Έτσι, υπό τις ίδιες συνθήκες υδροδότησης και "στρατσώνας" των Μονάδων η συνθήκες παραγωγής της **II** Μονάδος έχουν επιδεινωθεί.

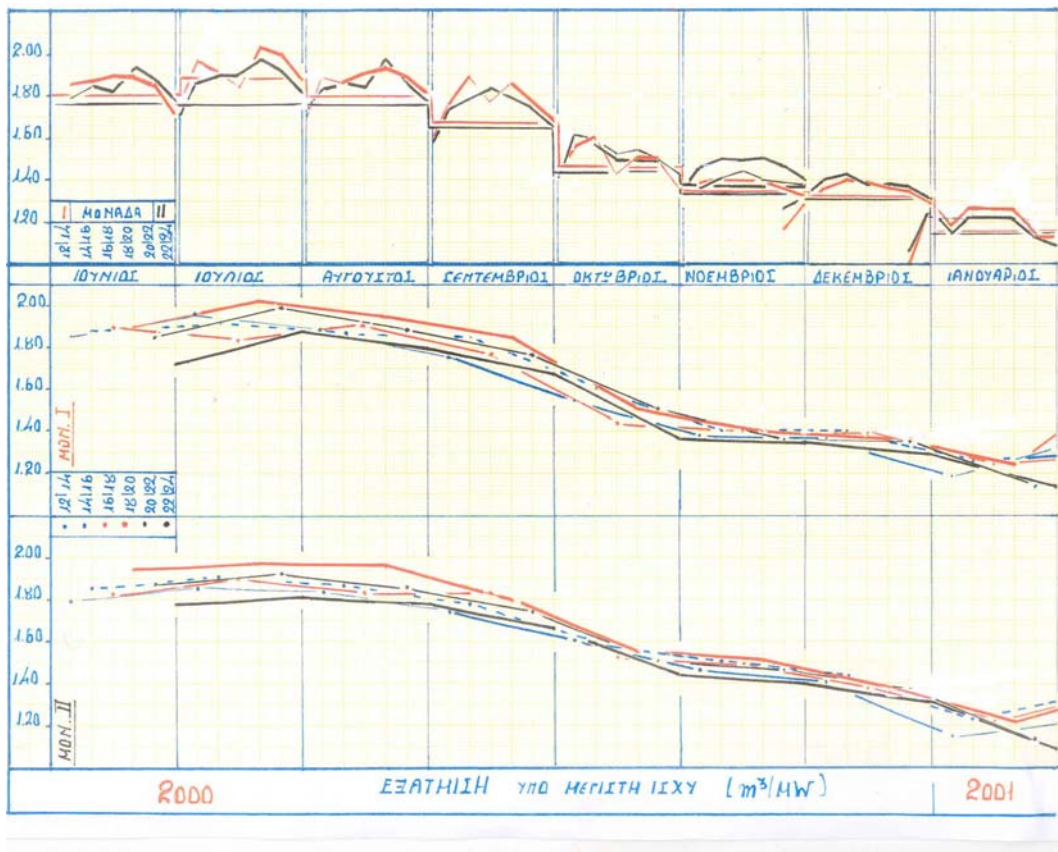
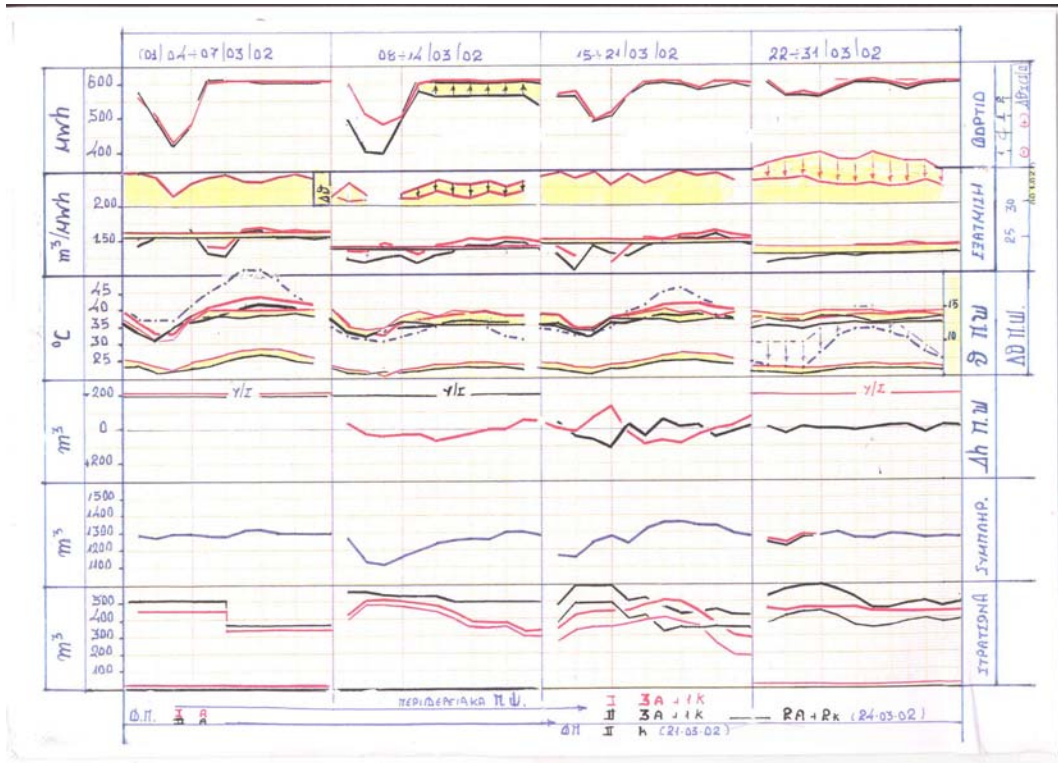
Με μέριμνα για μεγαλύτερη υδροδότηση της **I** (έναντι της **II**) Μονάδος κατά 40 m³/h διασφαλίζεται ευνοϊκότερη "στρατσώνα", που καλύπτει μέρος της εντονότερης της εξάτμιση (κατά 0,15 m³/MWh και συντηρεί την σχετική συμπεριφορά των Μονάδων

Υπό συνθήκες μέγιστης υδροδότησης και εφικτής στρατσώνας της **I** Μονάδος, και υπό αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (2÷5)⁰C η λειτουργία έχει επιδεινωθεί με περαιτέρω υποβάθμιση του "κενού" κατά (11÷16) mbar, ενώ και τα σχεδιαστικά όρια λειτουργίας του Π.Ψ. έχουν εξαντληθεί (Δθ 15⁰C θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου 50 και 35⁰C, αντίστοιχα) και η Μονάδα στερείται 5 MWh της μέγιστης της παραγωγής, ενώ η εξάτμιση -υπό μέγιστο φορτίο- στο θερμό διάστημα (θερμοκρασία περιβάλλοντος 37⁰C) υπερβαίνει τα 2 m³/MWh.

Η συνεισφορά και αποτελεσματικότητα της "στρατσώνας" από τον αγωγό ανόδου ακόμη και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος (28⁰C) επιβεβαιώνεται με ενέργειες οπότεν μηδενισμός (στρατσώνας) συνδέεται με υποβάθμιση του "κενού" κατά 15mbar, υπό την ίδια φόρτιση της Μονάδος **I**, ενώ η αποκατάσταση εξισορροπεί την παράμετρο.

Από τα μέσα Ιουνίου εξέλειπε και οποιαδήποτε δυνατότητα επικουρίας μέσω διαχείρισης του νερού, υπό την εξάντληση των περιθωρίων υδροδότησης και τις υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος





**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΞΟΡΘΟΛΟΓΙΣΜΟ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ ΛΙΓΝΙΤΗ
ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΤΟΥ**

Δρ. Σωκράτης Γρ. Ίτσκος
Χημικός
Τ/χης Χημικής Τεχνολογίας & Περιβάλλοντος
ΑΗΣ Αμυνταίου-Φιλώτα

Γρηγόριος Σ. Ίτσκος
Χημικός
Επιστημονικός Συνεργάτης
ΕΚΕΤΑ/ΙΤΕΣΚ

Η λιγνιτική ηλεκτροπαραγωγή πληρώνει φθηνά τον λιγνίτη και αυτό δεν διευκολύνει την εξοικονόμηση κατά τη χρήση του, ενώ χρεώνεται και ακριβά τις επιπτώσεις στις περιπτώσεις απόκλισης ποιοποσοτικών χαρακτηριστικών. Η λιγνιτοπαραγωγή πληρώνεται φθηνά το παραγόμενο προϊόν της και αυτό μπορεί να είναι αντικίνητρο βελτίωσής του. Έτσι, η λογιστικοποίηση δεν φαίνεται να αφήνει πολλές προοπτικές αναίρεσης της κατάστασης, εάν δεν εκλογικευθεί η λογι(στι)κή !

Οι λιγνιτοπαραγωγοί έχουν την δυνατότητα (τεχνογνωσία) να βελτιώσουν το προϊόν τους. Αυτό όμως προϋπολογίζει δαπάνες επενδύσεων και συνεπάγεται κόστος της παραγωγικής τους διαδικασίας, που θα ενσωματωθεί στο τίμημα του προϊόντος τους.

Μοναδικό πελάτη τους έχουν την ηλεκτροπαραγωγή, η οποία θα επωμισθεί την οικονομική επιβάρυνση. Η ίδια όμως, η ηλεκτροπαραγωγή, θα ωφεληθεί σε αποδοτικότητα και διαθεσιμότητα των εγκαταστάσεών της -με την προμήθεια πρώτης ύλης (λιγνίτη) ποιότητας βέλτιστης για την παραγωγική της διαδικασία-, αλλά και από την απομείωση των σημερινών αποκλίσεων, που συνεπάγονται οικονομικές (αλλά και περιβαλλοντικές) επιπτώσεις.

Τούτο όμως προϋποθέτει συνέπεια και η συνέπεια προϋπολογίζει δέσμευση, αμοιβαία. Απαιτείται, δηλαδή, συμβολαιοποίηση εις αντικατάστασιν της λογιστικοποίησης.

Η ισοσκέλιση των δαπανών προϋποθέτει -για την ηλεκτροπαραγωγή- αντικειμενική γνώση της επιθυμητής ποιότητας καυσίμου. Να είναι αυτή που θα επικουρήσει την βελτίωση του Β.Α. των εγκαταστάσεών της και την διαθεσιμότητά τους. Δεν είναι το ευγενέστερο καύσιμο βέλτιστο. Επιθυμητό είναι το καύσιμο, που θα επιτύχει η χρήση του τα βέλτιστα αποτελέσματα. Αυτό τόσο από πλευράς οικονομικότητας στην προμήθεια, όσο και από πλευράς συμπεριφοράς των εγκαταστάσεων, αλλά και υπό το πνεύμα απομείωσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως και εξοικονόμησης ορυκτών πόρων.

Ορθός προγραμματισμός της παραγωγής επιτρέπει, εκτός από τη χρήση του Βασικού καυσίμου, και άλλο -υποδεέστερο αυτό- καύσιμο με βάση τα σχεδιαστικά

δεδομένα των εγκαταστάσεων, αλλά και την κτηθείσα γνώση από την εμπειρία λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Περίοδοι χαμηλότερης ζήτησης φορτίου, όχι απλά ανέχονται χρήση υποδεέστερου καυσίμου, αλλά οι εγκαταστάσεις λειτουργούν αποδοτικότερα με την τροφοδότησή τους μ' αυτό, υπό την προϋπόθεση να πληροί αυτό ορισμένα κριτήρια.

Έτσι η λειτουργία των εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής γίνεται πλέον οικονομική και η εκμετάλλευση των ορυχείων πλέον εκλογικευμένη, υπό εξοικονόμηση ορυκτού πόρου και η παραγωγή πλέον εφικτή.

Η προμήθεια δυο κατηγοριών ποιοτικά προδιαγραμμένων και ποσοτικά προϋπολογισμένων στα πλαίσια δυνατοτήτων του κοιτάσματος, υπό το πνεύμα βελτιστοποίησης εκμετάλλευσής του και εξοικονόμησής του. Αποσκοπούμενο, η φιλικότερη προς το περιβάλλον -υπό βελτίωση του οικολογικού "προφίλ" της Επιχείρησης- και επωφελεία της εθνικής οικονομίας διαδικασία τόσο της λιγνιτοπαραγωγής, όσο και της (λιγνιτικής) ηλεκτροπαραγωγής.

"Κλειδί" για την επιτυχία του εγχειρήματος, η ορθή προδιαγραφή του λιγνίτη. Αυτή που θα βελτιώσει αποδοτικότητα και παραγωγικότητα των εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής, συνυπολογιζομένων του εφικτού των δυνατοτήτων των λιγνιτοπαραγωγών και της οικονομικότητας του αποτελέσματός τους. Υπό τις προϋποθέσεις αυτές το τίμημα του ενδιάμεσου προϊόντος θα συνιστά (και πάλι) εκλογικευμένη λογιστική "εσωτερική υπόθεση", ενώ θα έχουν εξοικονομηθεί οικονομικοί και ορυκτοί πόροι, θα έχουν απομειωθεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις επωφελεία της Επιχείρησης, της εθνικής οικονομίας και της ποιότητας ζωής. Θα βελτιωθεί η ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης, η ποιότητα του προϊόντος της και η συνεισφορά του στην ανταγωνιστικότητα της αγοράς.

Τα σχεδιαστικά δεδομένα εγκαταστάσεων και η αλλοδαπή γνώση είναι καλός σύμβουλος στην κατεύθυνση της βέλτιστης προδιαγραφής, όμως δεν είναι πανάκεια. Ο συνυπολογισμός της εμπειρίας των λειτουργών των εγκαταστάσεων είναι προαπαιτούμενο για την αποτελεσματική προσέγγιση του αποσκοπούμενου.

Προβλήματα στις εγκαταστάσεις ΑΗΣ Α-Φ, ακόμη από τα πρώτα έτη της λειτουργίας τους, υποχρέωσαν σε διεξοδική έρευνα των φαινομένων που εκδηλώθηκαν, συν τοις άλλοις και για τη στήριξη των θέσεων της επιχείρησης σε διαδικασία διεκδίκησης αποζημιώσεων.

Η γνώση βοηθά στο σχεδιασμό νέων εγκαταστάσεων, όμως σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις οι δυνατότητες παρέμβασης οριοθετούνται τεχνικά και οικονομικά.

Όταν οι προϋπολογιζόμενες παρεμβάσεις στην κατεύθυνση αυτή περιορίζονται - υπό τα κριτήρια αυτά-, συνυπολογίζονται οι δυνατότητες προσέγγισης της σκοπιμότητας με επιθυμητό καύσιμο (στο βαθμό που εξαρτάται από αυτό), στα πλαίσια δυνατοτήτων εκμετάλλευσης του κοιτάσματος.

Από την άλλη πλευρά, η εξέλιξη εκμετάλλευσης του κοιτάσματος παρακολουθείται από διαφοροποίηση του παραγόμενου προϊόντος (λιγνίτη) στα χαρακτηριστικά του. Στην περίπτωση των εγκαταστάσεων, στις οποίες αφορά η συγκεκριμένη εργασία, τούτο υπό σταδιακή αναβάθμιση των παραμέτρων σχεδιασμού τους.

Όπως και να έχει η αλληλοσυσχέτιση καυσίμου αποδοτικότητας, δεν θα πρέπει να εκλαμβάνεται ως "στατική" -στο βάθος χρόνων- αλλά "δυναμική", χωρίς τούτο να σημαίνει ότι δεν συνυπολογίζονται οι δυνατότητες εφικτών ενεργειών.

Για την ερμηνεία των όσων παρατηρήθηκαν στις εγκαταστάσεις, στα πλαίσια εργασίας, προσδιορίστηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν τα φαινόμενα, σε συνδυασμό με την μορφή υπό την οποία παρίστανται τα συστατικά και με τη μορφολογία των σωματιδίων της τέφρας, την απελευθερούμενη θερμική ενέργεια, τα σχεδιαστικά δεδομένα των εγκαταστάσεων συνυπολογιζόμενων των συνθηκών της παραγωγικής διαδικασίας, αλλά και της ανταγωνιστικότητας φαινομένων, αποξεστικής και "λιπαντικής" δράσης όπως και την διαφοροποίηση ορυκτής και ανόργανης ύλης σε συνάρτηση με το μέγεθος σωματιδίων κονιοποιημένου καυσίμου και παραγόμενης τέφρας. Οι μαθηματικές σχέσεις που αποδόθηκαν, υπολογίζουν την σχετική εκδήλωση των φαινομένων, που αποδίδεται οπτικά στα διαγράμματα και ερμηνεύουν ικανοποιητικά τα όσα παρατηρήθηκαν διαχρονικά στις εγκαταστάσεις.

Η εμπειρία λειτουργίας των εγκαταστάσεων, συνεπικουρούμενη από τη γνώση που αποκτήθηκε με διεξοδική διερεύνηση των όσων παρατηρήθηκαν, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του τροφοδοτούμενου καυσίμου και τα σχεδιαστικά δεδομένα των εγκαταστάσεων, ήταν ο σύμβουλος για την περιγραφή της επιθυμητής ποιότητας καυσίμου (Βασικό) για την βέλτιστη απόδοση των εγκαταστάσεων κατά τη χρήση του. Για τις περιόδους μειωμένης παραγωγής των Μονάδων, για την οικονομικότερη λειτουργία τους, περιγράφεται υποδεέστερο ποιοτικά καύσιμο, όμως στα πλαίσια διασφάλισης της διαθεσιμότητας και καλλίτερης αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων.

Στην περίπτωση αδυναμίας κάλυψης των ποιοποσοτικών απαιτήσεων αποδέχεται η σύμβαση τη χρήση προϊόντος της (ευρύτερης) περιοχής, με βάση την εμπειρία που έχει αποκτηθεί κατά προγενέστερη χρήση του και δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.

Και οι δύο προτεινόμενες κατηγορίες υπολείπονται σε απαιτήσεις της δυνατότητας του ορυχείου, όσον αφορά στη (μέση) ποιότητα ετήσια παραγόμενου

προϊόντος του, συνυπολογίζοντας το εφικτό της εκμετάλλευσής του και υπό εξοικονόμηση του φυσικού πόρου.

Προτείνει όμως ποσοτική διαθεσιμότητα των καυσίμων σύμφωνα με τον προγραμματισμό φόρτισης των εγκαταστάσεων και περιορισμό διακυμάνσεων των ποιοτικών χαρακτηριστικών (τυποποίηση), -σε τούτο αποσκοπεί η επιλογή δύο κατηγοριών- που προϋπολογίζουν δαπάνες επενδύσεων και εκμετάλλευσης για την υλοποίηση.

Συμβολαιοποιεί τη βελτίωση της αποδοτικότητας και διαθεσιμότητας των εγκαταστάσεων, υπό απομείωση περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων, οικονομικότερη λειτουργία τους στα πλαίσια της ανταγωνιστικότητας. Εξοικονομεί ενέργεια και ορυκτούς πόρους, αλλά προαπαιτεί συνέπεια. Μετέρχεται ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια, για να διασφαλίσει ποιοποσοτική δέσμευση και χρονική διαθεσιμότητα της προμήθειας.

Ο λιγνίτης, πρώτη ύλη της ηλεκτροπαραγωγής με λογιστικοποιημένη απαξία. Η τέφρα του επιβαρύνει το κόστος του λιγνίτη -λογιστικά και πάλι- κατά ποσοστό που υπερβαίνει την ποσοστιαία παρουσία της σ' αυτόν. Παρολαυτά είναι απαξιωμένη και αυτή ως υλικό. Επί δεκαετίες χαρακτηρίζεται "απόβλητο" (επιβαρύνοντας το οικολογικό προφίλ), αρνούμενη η Επιχείρηση μέχρι πρόσφατα να την εκτιμήσει ως "παραπροϊόν" της διαδικασίας της, σε πείσμα των καιρών και της δυναμικής που παρουσιάζει το υλικό σε παγκόσμια κλίμακα. Ακόμη και με την τρέχουσα τιμή της στην ελληνική αγορά -που υπολείπεται της αντικειμενικής- η απορριπτόμενη τέφρα έχει ενσωματωμένη αξία, που υπερβαίνει το ένα τρίτο της (λογιστικής) αξίας του λιγνίτη. Υπό διαφορετική (οικονομική) οπτική, η τέφρα που αντιστοιχεί σε κάθε τόνο καταναλισκόμενου λιγνίτη έχει αξία μεγαλύτερη από το τίμημα που αντιστοιχεί στο θερμικό περιεχόμενο αυτού του λιγνίτη! Αυτό υπό την ισχύουσα λογι(στι)κη, και στα πλαίσια αυτής της λογικής δεν διαχειρίζεται υπό το πρίσμα ενδεχόμενης μελλοντικής χρήσης της -"αποθήκευση"- αλλά απορρίπτεται απαξιούμενη.

Αυτό που επιβαρύνει την περιβαλλοντική εικόνα της ηλεκτροπαραγωγής, η τέφρα, συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας και ορυκτών πόρων μέσω (του κύκλου δραστηριότητας) της τσιμεντοβιομηχανίας και απομειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγική της διαδικασία.

Επιγραμματικά, η συμμετοχή της τέφρας στην τσιμεντοβιομηχανία εξοικονομεί ενέργεια στην παραγωγική της διαδικασία, σε ποσοστό που φθάνει το ποσοστό συμμετοχής της στο τελικό προϊόν της. Τούτο προσαυξημένο κατά την εξοικονόμηση ορυκτών πόρων και απομείωσης εκπομπών CO₂. Για παράδειγμα, παραγωγή ενός τόνου τσιμέντου τύπου Portland αντιστοιχεί σε 1.5 τόνου ασβεστόλιθου υπό εκπομπή ενός τόνου CO₂. Αυτονόητα, η υποκατάσταση αυτής της ποσότητας από έναν τόνο τέφρας - στο τελικό προϊόν εξοικονομεί τα αντίστοιχα μεγέθη.

Συνηθίζουμε να επικαλούμαστε την διεθνή εμπειρία για να τεκμηριώσουμε απόψεις. Επί του προκειμένου είναι σημαντικό να αναφερθεί το παγκόσμιο ενδιαφέρον στην βιομηχανία σκυροδέματος (που υπερβαίνει τα 600 εκατομμύρια τόνους) με συμμετοχή της τέφρας (που εγγίζει τα 60 εκατομμύρια τόνους) με τους "ανεπτυγμένους" να την χρησιμοποιούν με ποσοστό συμμετοχής 30% και στους αναπτυσσόμενους το ποσοστό αυτό να είναι μικρότερο του 10%. Εμείς ανήκουμε στους "μικρομεσαίους" με ποσοστό 20%.

Πρόσφατες εξελίξεις στον τόπο μας συνιστούν "άλμα στο μέλλον" στην κατεύθυνση αυτή. Η σύνταξη και προώθηση του σχεδίου εθνικών προδιαγραφών της τέφρας διευρύνει την προοπτική αξιοποίησης της στον κλάδο δομικών έργων. Μένει να πραγματοποιηθεί το άλμα και να μην καταστεί "μετέωρο βήμα".

Την τέφρα "περιμένουν" και άλλες χρήσεις, όπως αυτές της εκμετάλλευσης συστατικών της (Al, Fe, Ιχνοστοιχεία). Τα σημερινά δεδομένα οριοθετούν αυτές τις δυνατότητες, όμως η εξάντληση φυσικών πόρων, η εξέλιξη της τεχνολογίας, η ζήτηση της αγοράς (διαμορφούμενη τιμή) καθιστούν οικονομικά συμφέρουσα την απόληψη συστατικών, εκεί που σήμερα εκτιμάται αντιοικονομική.

Τελικά, η αναγκαιότητα απομείωσης εκπομπών CO₂, εξοικονόμησης φυσικών πόρων και ενέργειας σηματοδοτούν την διεύρυνση ποσοτικής χρήσης και τις ποικιλίας εφαρμογών της τέφρας.

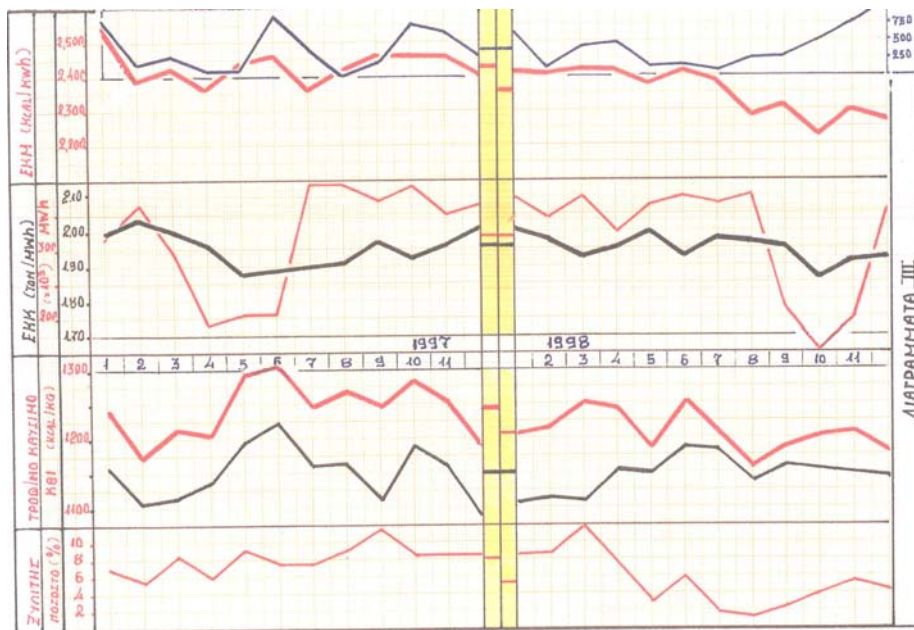
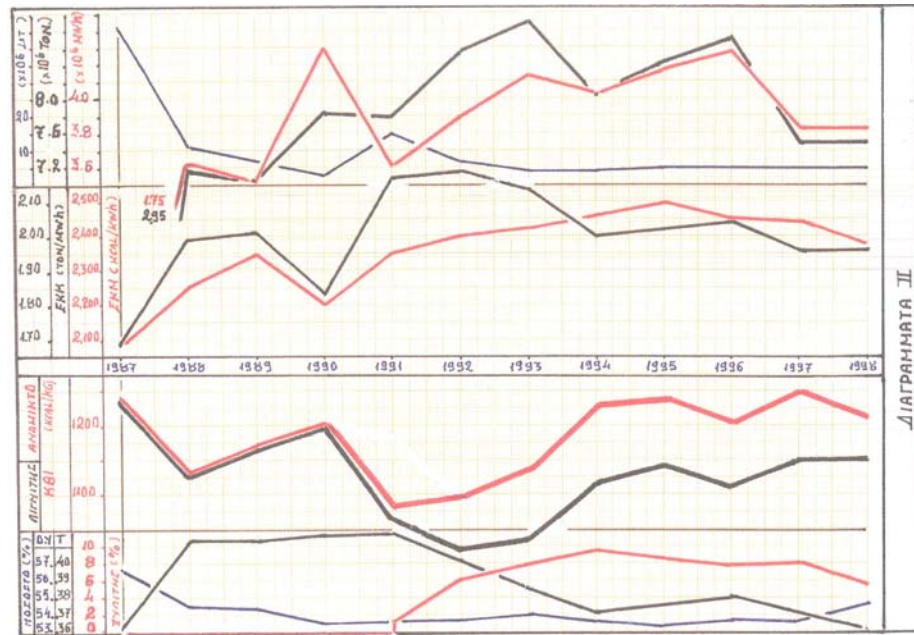
Το νομικό καθεστώς σήμερα δεν την αναγνωρίζει ως ορυκτό, ενώ καλύπτει - τύποις και ουσία- την περιγραφή. Το ίδιο καθεστώς αναγνωρίζει "αποκλειστικά δικαιώματα" στην ηλεκτροπαραγωγή, χωρίς να τα καρπούται, ενώ την επωμίζεται ως απόβλητο.

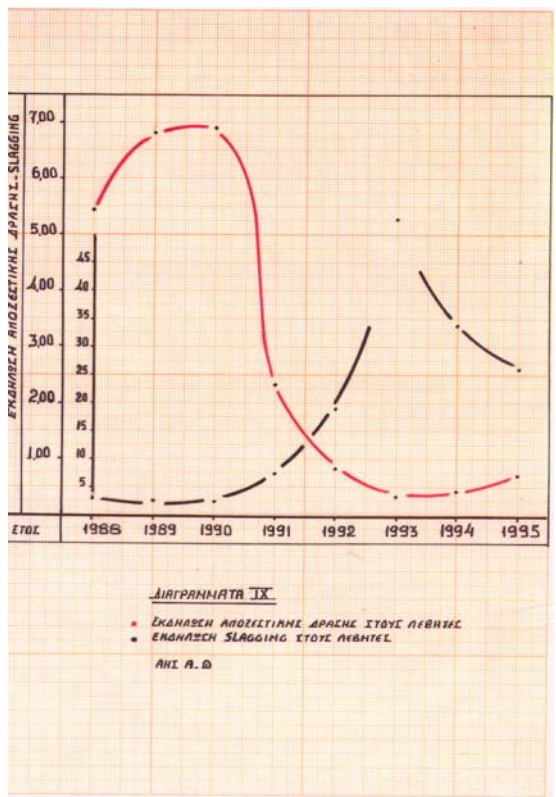
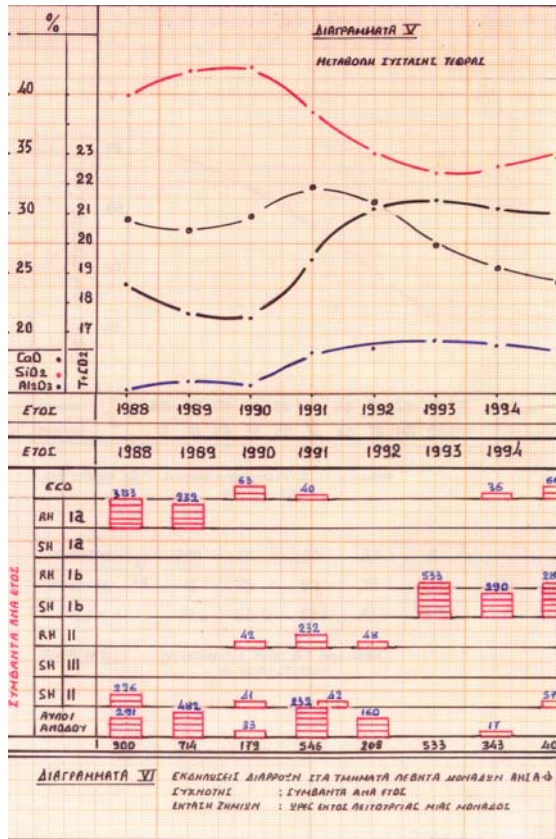
Ως "δικαιούχος" η ηλεκτροπαραγωγή θα ωφεληθεί οικονομικά από τη διεύρυνση χρήσης της τέφρας, αλλά και περιβαλλοντικά. Θα συνεισφέρει στην επικράτεια με την εξοικονόμηση ενέργειας, ορυκτών πόρων, απομείωσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά και στην εθνική οικονομία από την διεύρυνση του κύκλου εργασιών, συμπεριλαμβανομένου του κοινωνικού οφέλους.

Εργασίες (του εισηγητή ή ομάδων στις οποίες συμμετείχε), σε πορίσματα των οποίων γίνεται αναφορά :

1. - "Επικαθίσεις Λεβήτων στις Μονάδες I, II του ΑΗΣ Πτολεμαΐδος"
- "Δέσμευση του Ελευθ. CaO της Ι.Τ. από το SiO₂, με θερμικές διεργασίες"
Ττσκος, Σ. (Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, Πάτρα 1985)

2. -''Διαφοροποίηση Συμπεριφοράς της Ι.Τ., όσον αφορά στη Στοιχειακή της Σύσταση και τις θερμοκρασίες Φυσικοχημικών Μεταβολών, στα διάφορα Κοκκομετρικά Κλάσματά της'' Ίτσκος, Σ.
 -''Διαφοροποίηση Συμπεριφοράς της Ι.Τ., στα Κοκκομετρικά της Κλάσματα'', όσον αφορά στην Απώλεια Βάρους και στην Κρυσταλλική φάση σε συνάρτηση με την θερμοκρασία'' Ίτσκος, Σ.
 (Δημερίδα ΤΕΕ για την ''Αξιοποίηση Ελληνικών Ιπτ. Τεφρών'', Αθήνα 1989)
3. -''Διαφοροποίηση του Λιγνίτη Αναργύρων και της Παραγόμενης Ι.Τ. στα κοκκομετρικά τους κλάσματα'' Ίτσκος, Σ.
 (Δημερίδα ΤΕΕ για τα καύσιμα, Κοζάνη 1992)
4. -''Επίδραση στη Συμπεριφορά της Τέφρας Λιγνίτη στο Φλογοθάλαμο κατά τη χρήση CaO σαν Αποθειωτικό Μέσο'' Ίτσκος, Σ.
 (Διατριβή επί Διδακτορία ΕΜΠ, Αθήνα 1994)
5. -''Trace Element characterization of Coal Fly Ash Particles''
 Katselis, v., Paradellis, T., Itskos, S., Karydas, E., Bogdanovic, I., Fasinic, S., Jaksik, M., Tadic, T., Valconic, O., Valconic, V.
 (Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 1995)
6. -''Effects of Fouling on the Efficiency of Heat Exchangers in Lignite''
 Bergeles, G., Yiannpekis, M., Burry, D., Itskos, S., Balabani, S., Katranas, G.
 (Πρόγραμμα Χρηματοδοτηθεν από Ε.Ε., 1995)
7. -''Slagging / Errosion Phenomena Investigation in Lignite utility Boilers''
 Itskos, S. (Διεθνές Συνέδριο Compastion Institute, Αθήνα 1997)
8. - Ιπτάμενη Τέφρα, οι δύο όψεις.
 (Βιομηχανικό Απόβλητο ή Παραπροϊόν;) Ίτσκος, Σ. (Βιβλίο-μονογραφία, 2000).





**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ**

Θ. Παπαδέλης Διευθυντής ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου
Π. Τσανούλας Τομεάρχης Λειτουργίας ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου
Δ. Σωτηρόπουλος Υποτομεάρχης Χημ. Τεχν. & Περιβ. ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου

Εισαγωγή

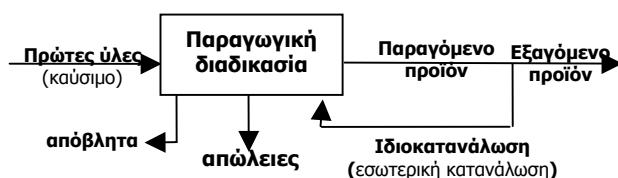
Η παραγωγή της ηλεκτρική ενέργειας, ως διαδικασία σε μια Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής, δεν είναι τίποτε άλλο από μία διαδοχική μετατροπή ενέργειας. Σε κάθε φάση μετατροπής της ενέργειας υπάρχουν απώλειες ενέργειας που επιβάλλονται από θερμοδυναμικά αξιώματα. Οι απώλειες αυτές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την αύξηση του βαθμού απόδοσης που προκύπτει ως αποτέλεσμα της βελτιστοποίησης των επιμέρους διεργασιών μετατροπής ενέργειας, έχοντας σαν τελικό αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και καυσίμου.

Η βελτίωση του Βαθμού απόδοσης στην ηλεκτροπαραγωγή ήδη αποτελεί απαίτηση της Κοινοτικής Νομοθεσίας μέσω των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (Best Available Techniques) και η συσχέτιση του Βαθμού Απόδοσης (BA) με την εξοικονόμηση καυσίμου, την μείωση απωλειών ενέργειας και τη μείωση των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων δίνεται στον επόμενο Πίνακα της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τις «Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT) στις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης»:

IPPC-Bref BAT for LPC - Πίνακας 2.2.7 – Αποτελέσματα βελτίωσης Βαθμού Απόδοσης			
Εξοικονόμηση καυσίμου	Μείωση των απωλειών ενέργειας	Μείωση εκπομπών CO₂	Μείωση αέριων εκπομπών
$\Delta e = 1 - \frac{n_1}{n_2}$	$\Delta a = \frac{\Delta e}{1 - n_1}$	$\Delta C = 1 - \frac{n_1}{n_2}$	$\Delta E = \frac{3,6 \times V_R \times x}{H_u} \times \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$
n ₁ , n ₂ : BA πριν και μετά την βελτίωση - V _R : αέρας καύσης (m ³ /kg) - H _u : ΚΘΙ (MJ/kg) - x: νομοθετικό όριο εκπομπής (mg/m ³)			

Από τον παραπάνω πίνακα είναι προφανές ότι η βελτίωση του Βαθμού Απόδοσης στην ηλεκτροπαραγωγή δεν έχει απλώς θετική συμβολή στην παραγωγή και στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά ταυτόχρονα αποτελεί και περιβαλλοντική προτεραιότητα.

Ανάλυση του Βαθμού Απόδοσης σε λιγνιτικούς ΑΗΣ



Σε κάθε παραγωγική διαδικασία υπάρχουν οι είσοδοι στη διαδικασία όπως οι πρώτες ύλες (καύσιμο στην

περίπτωση της ηλεκτροπαραγωγής), οι έξοδοι όπως το προϊόν (ηλεκτρική ενέργεια εν προκειμένω) καθώς και απώλειες οι οποίες πρακτικά ορίζουν την απόδοση της διεργασίας (διαδικασίας).

Στην ηλεκτροπαραγωγή, η συνολική απόδοση των διεργασιών (BA σε %) συνδέεται άρρηκτα με την ποιότητα του καυσίμου (Κατώτερη Θερμαντική Ικανότητα σε kcal/kg) και την εξαγόμενη ενέργεια (MWh) μέσω της σχέσης:

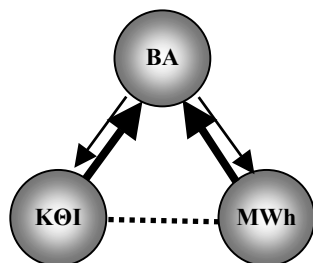
$$BA = \frac{(\text{Παραγόμενη} \cdot \text{ενέργεια}) - (\text{Ιδιοκατανάλωση})}{(\text{Εισερχόμενη} \cdot \text{ενέργεια})} = \frac{(\text{MWh}) \times 860}{(Q_{\lambda}) \times (\text{ΚΘΙ})}$$

όπου: Q_{λ} είναι η κατανάλωση του καυσίμου σε tn, ΚΘΙ η Κατώτερη Θερμαντική Ικανότητα του καυσίμου (ως ένα βασικό μέτρο της ποιότητάς του) σε kcal/kg και το 860 (kcal/kWh) είναι συντελεστής μετατροπής μονάδων.

Παράλληλα, για την παραγωγή ενός λιγνιτικού Σταθμού μιας καθετοποιημένης επιχείρησης όπως η ΔΕΗ (παραγωγός καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας συγχρόνως), υπάρχουν δύο δεδομένα:

- Το προϊόν (έξοδος της διαδικασίας παραγωγής), η ποσότητα του οποίου καθορίζεται από το συνδυασμό της ζήτησης του δικτύου ηλεκτρικής κατανάλωσης και του κόστους της παραγωγής.
- Το καύσιμο (είσοδος στη διαδικασία παραγωγής), η ποιότητα του οποίου μεταβάλλεται συνεχώς και καθορίζεται από το κοίτασμά του και την εκμετάλλευση του ορυχείου.

Αυτό που μένει να επηρεάσει ο Σταθμός είναι ο βαθμός αξιοποίησης του «δεδομένου»



καυσίμου για την κάλυψη της «δεδομένης» ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή ουσιαστικά η απόδοση της παραγωγικής διαδικασίας. Δημιουργείται επομένως ένα νοητό τρίγωνο, του οποίου η βάση είναι τα δεδομένα εισόδου και εξόδου (ΚΘΙ και MWh αντίστοιχα) και το ζητούμενο είναι ο Βαθμός Απόδοσης (κορυφή) ο οποίος θα πρέπει να

βελτιστοποιεί την αξιοποίηση των δεδομένων της βάσης.

Ο βέλτιστος (μέγιστος) βέλτιστα Βαθμός Απόδοσης μιας Μονάδας είναι ο αντίστοιχος σχεδιαστικός και καθημερινός στόχος του παραγωγού αποτελεί η προσπάθεια προσέγγισης ή/και υπέρβασης αυτού του Βαθμού Απόδοσης στα πλαίσια της βελτιστοποίησης.

Μία λιγνιτική Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής όμως δεν είναι μια αυτόνομη μηχανή η οποία μπορεί απομονωμένα να ελεγχθεί και να ρυθμιστεί αλλά αποτελείται από ένα σύνολο κυρίων τμημάτων όπως:

- Λέβητας
- Στρόβιλος
- Γεννήτρια

με τα περιφερειακά τους συστήματα.

Κάθε ένα από αυτά αποτελεί και ένα εν δυνάμει διαφορετικό σημείο απωλειών ενέργειας και επομένως αντίστοιχο σημείο επικέντρωσης της προσπάθειας βελτιστοποίησης της απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Σχετικά με τα παραπάνω κύρια μέρη, ο Βαθμός Απόδοσης της κάθε Μονάδας εκφράζεται σαν γινόμενο των επιμέρους αποδόσεων των τριών κυρίων μερών της, δηλαδή:

$$BA_{\text{μονάδας}} = BA_{\text{λέβητα}} \times BA_{\text{στρόβιλου}} \times BA_{\text{γεννήτρια}}$$

Ως ενδεικτικές τιμές αναφέρονται οι:

$BA_{\text{λέβητα}}$: 83.0 - 88.0 %

$BA_{\text{στρόβιλου}}$: 45.0 - 47.0 %

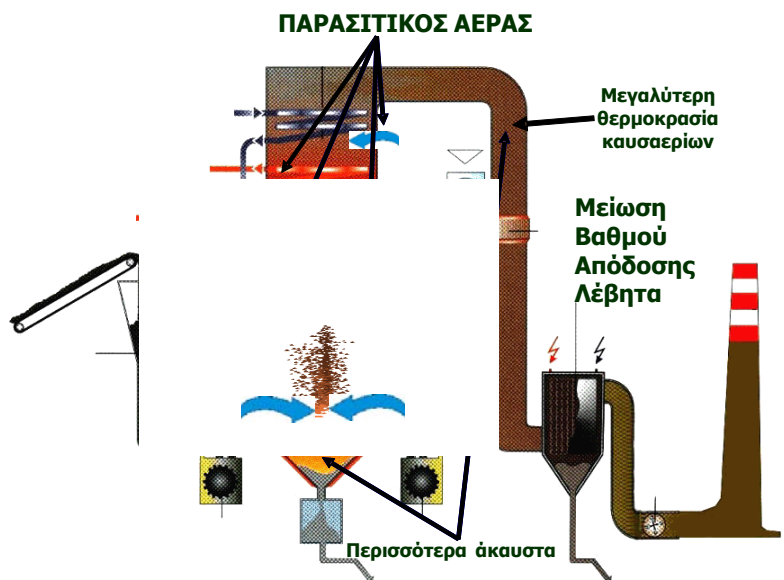
$BA_{\text{γεννήτριας}}$: 99.0 - 99.8 %

και όπως γίνεται κατανοητό τα περιθώρια βελτίωσης βρίσκονται στα δύο πρώτα κύρια μέρη (λέβητα και στρόβιλο).

Απώλειες ενέργειας στο λέβητα

Οι απώλειες στον ατμοπαραγωγό (λέβητα) μιας Μονάδας εντοπίζονται:

- στη θερμότητα καυσαερίων (της τάξης του 11-13%)
- στο άκαυστο υλικό της ιπτάμενης τέφρας (της τάξης του 2,5%)
- στο άκαυστο υλικό της τέφρας πυθμένα (της τάξης του 1,5%)



και εξαρτώνται από τους παρακάτω κυρίως παράγοντες:

- παρασιτικός αέρας (αέρας που εισέρχεται στο λέβητα χωρίς προθέρμανση από μη προβλεπόμενα σημεία του)
- περίσσεια του αέρα καύσης (η επιπλέον ποσότητα αέρα από την στοιχειομετρικά απαιτούμενη)
- ποιότητα του καυσίμου (λιγνίτη) (χειρότερο καύσιμο παράγει περισσότερα καυσαέρια ανά μονάδα προϊόντος και επομένως αυξάνει την απώλεια θερμότητας)
- ρύπανση του λέβητα

που οδηγούν σε αύξηση του άκαυστου υλικού (καυσίμου) και υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων.

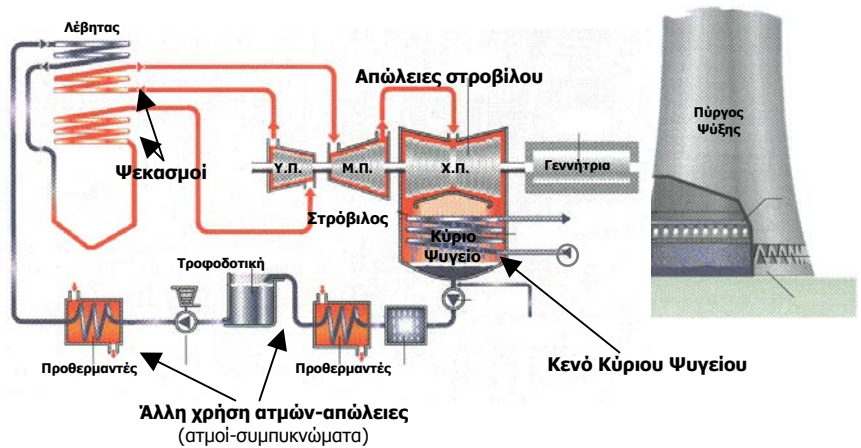
Απώλεια ενέργειας στο στρόβιλο

Η απώλειες στο στρόβιλο μιας Μονάδας εντοπίζονται κυρίως στα ακόλουθα σημεία:

- μηχανικές απώλειες στροβίλου
- θερμικές απώλειες κύριου συμπυκνωτή και πύργου ψύξης
- απώλειες νερού - ατμού λειτουργικές και μη (βοηθητικός ατμός, εκκαπνισμοί, διαρροές κ.λ.π.)

και εξαρτώνται από τους παρακάτω κυρίως παράγοντες:

- ποσότητα ψεκασμών του ανάθερμου ατμού που σχετίζονται με τη ρύπανση του λέβητα
- κενό του κύριου συμπυκνωτή που σχετίζεται με την απόδοση του ψυκτικού κυκλώματος
- θερμοκρασία τροφοδοτικού νερού που προέρχεται από μειωμένη απόδοση του συστήματος προθέρμανσης ατμού μέσω των απομαστεύσεων του στροβίλου.



Μεθοδολογία εντοπισμού επεμβάσεων για βελτίωση Β.Α. και εξοικονόμηση ενέργειας στον ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

Ο Ατμοηλεκτρικός Σταθμός (ΑΗΣ) του Αγίου Δημητρίου αποτελείται από 5 λιγνιτικές Μονάδες συνολικής ισχύος 1595 MW (2X300 MW, 2X310 MW και 375 MW) και περιλαμβάνει κοινά περιφερειακά συστήματα διακίνησης λιγνίτη, διακίνησης τέφρας, επεξεργασίας νερού και αποβλήτων.

Για τον εντοπισμό των σημείων επέμβασης που θα βελτιώσουν τον Βαθμό Απόδοσης των Μονάδων του Σταθμού απαιτούνται πρακτικώς τα ακόλουθα βήματα:

- 1° ο προσδιορισμός των λειτουργικών εκείνων παραμέτρων που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα το Βαθμό Απόδοσης
- 2° ο προσδιορισμός μαθηματικών μοντέλων και συναρτήσεων που να συνδέουν την κάθε παράμετρο με την αναμενόμενη βελτίωση του βαθμού απόδοσης
- 3° η σύγκριση της τρέχουσας τιμής των παραμέτρων αυτών με την αντίστοιχη τιμή σχεδιασμού των Μονάδων, ώστε να υπολογισθούν τα περιθώρια βελτίωσης σε κάθε επιμέρους απώλεια απόδοσης
- 4° σχεδιασμός δράσεων (ενεργειών) για ελαχιστοποίηση των αποκλίσεων

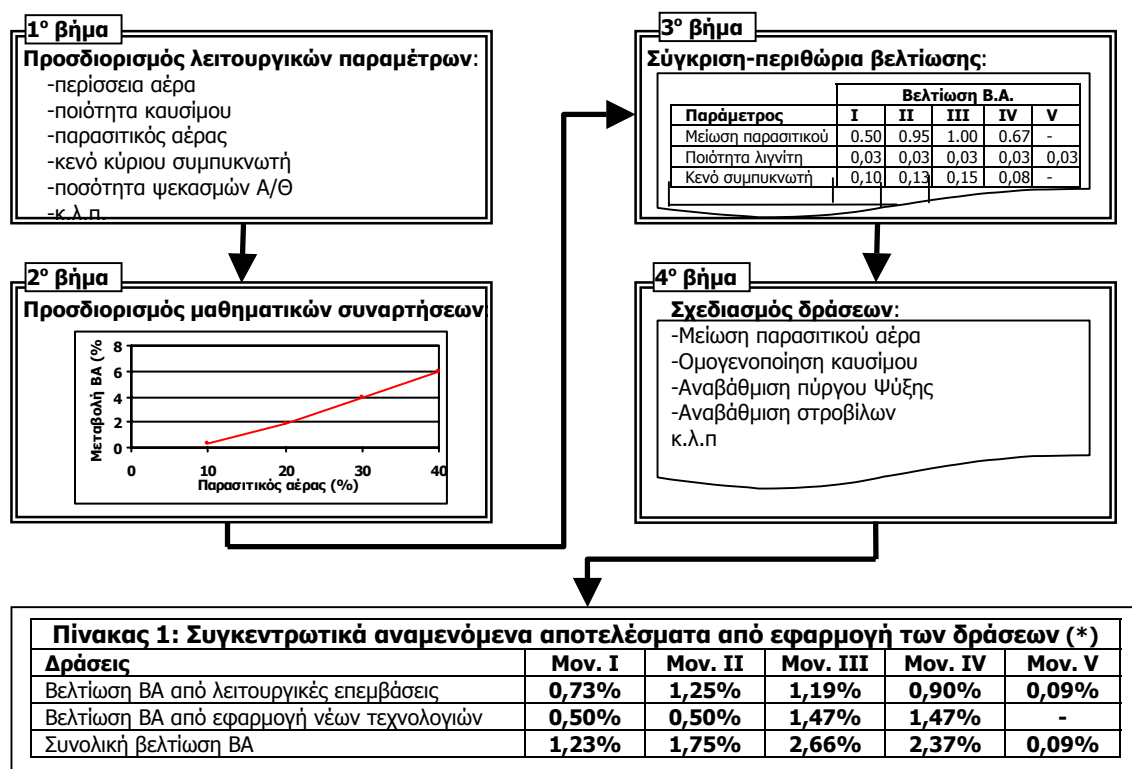
Οι λειτουργικές επεμβάσεις που προκύπτουν από την παραπάνω προσέγγιση εκτιμάται ότι μπορούν να αποφέρουν βελτιώσεις έως και 1.25 ποσοστιαίων μονάδων του Βαθμού Απόδοσης σε κάθε Μονάδα.

Εκτός όμως από τις παραπάνω επεμβάσεις, υπάρχουν και δυνατότητες πρόσθετων δραστηκότερων παρεμβάσεων, εφαρμόζοντας νέες τεχνολογίες, με προγραμματισμό αντίστοιχων επενδύσεων σε μικρό σχετικά χρονικό ορίζοντα, που θα αποφέρουν σημαντικότερες βελτιώσεις (έως και 2.6 ποσοστιαίες μονάδες) στο Βαθμό Απόδοσης των Μονάδων. Τέτοιες παρεμβάσεις ενδεικτικά είναι:

- η αναβάθμιση των στροβίλων (στις Μονάδες III/IV) με αντικατάσταση στροφείων πλέον εξελιγμένης σχεδίασης
- η ανάκτηση μέρους της θερμότητας των καυσαερίων με εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας καυσαερίων στις Μονάδες I-II-III-IV καθώς και
- η αναβάθμιση των πύργων ψύξης στις Μονάδες I-II-III-IV

Εφαρμογή της μεθοδολογίας στις Μονάδες του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου

Η εφαρμογή της προηγούμενης μεθοδολογίας παρουσιάζεται ενδεικτικά στο επόμενο διάγραμμα ροής, αποτέλεσμα της οποίας είναι οι βελτιώσεις του Βαθμού Απόδοσης των



Μονάδων που αναφέρονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 1 του διαγράμματος.

(*) Οι τιμές αναφέρονται σε ποσοστιαίες μονάδες

Οφέλη - Συμπεράσματα

Οι βελτιώσεις του Βαθμού Απόδοσης του παραπάνω Πίνακα 1 σχετίζονται με τα παρακάτω οφέλη, σύμφωνα με τις «Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές στις Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης»:

1° Εξοικονόμηση καυσίμου

2° Εξοικονόμηση ενέργειας

3° Μείωση εκπομπών CO₂

4° Μείωση αέριων εκπομπών

τα οποία ποσοτικοποιούνται ως εξής:

Περιγραφή οφέλους	Αναμενόμενο όφελος	
	Ποσότητα	Ποσοστιαία βελτίωση
Ετήσια εξοικονόμηση καυσίμου (1)	916,000 tn /έτος	4.1%
Ετήσια εξοικονόμηση θερμότητας (2) ή Ισοδύναμη αύξηση εγκατεστημένης ισχύος	1,440,000 MWh _{th} /έτος 60 MW	6.6% -
Μείωση εκπομπών CO ₂ (3)	528,000 tnCO ₂ /έτος	4.1%
Μείωση εκπομπών σωματιδίων (4)	22 mg/Nm ³	-
Μείωση εκπομπών SO ₂	90 mg/Nm ³	-

Είναι φανερό ότι τα παραπάνω οδηγούν παράλληλα και σε άμεσο οικονομικό όφελος για το Σταθμό και συνεπώς η βελτίωση του Βαθμού Απόδοσης των Μονάδων του Σταθμού πέραν της περιβαλλοντικής διάστασης (μείωση αέριων εκπομπών, εξοικονόμηση φυσικών πόρων και ενέργειας) έχει και σημαντική αντίστοιχη οικονομική διάσταση.

**ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΕΙΣ (ΡΑΟΥΛΑ): ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ
ΣΤΟΥΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥΣ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ
ΤΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ**

Ν. Δ. Στεφανής, Διπλ. Μηχ. Μηχανικός

Για τις διακινήσεις μαζών (αδρανών υλικών και λιγνίτη) εδώ και αρκετά χρόνια στα Ορυχεία της ΔΕΗ, βασικό μέσο μεταφοράς, αποτελούν οι ταινιόδρομοι (Τ/Δ) με ιμάντα. Αυτός ο τρόπος μεταφοράς, δημιουργεί, ανάλογα με τις παραγωγικές ανάγκες, περισσότερο ή λιγότερο περίπλοκα συστήματα συνεχούς μεταφορικής ροής.

Η μεγάλη διείσδυσή τους στα Ορυχεία και η ανάπτυξή τους στις αρχές της δεκαετίας του 1970, προήλθε μεταξύ των άλλων, από τα λειτουργικά τους πλεονεκτήματα, από τις τεράστιες τεχνικές τους δυνατότητες και από τη σχετική τους οικονομικότητα, σε σύγκριση με τα άλλα μεταφορικά μέσα (συρμοί τρένων, φορτηγά κλπ).

Ως βασικά και κύρια πλεονεκτήματα χρήσης των Τ/Δ (με δεδομένες τις διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες εκμετάλλευσης των υπαίθριων Ορυχείων), μπορούν να αναφερθούν:

- η δυνατότητα μαζικής, συνεχούς και συγκεντρωτικής διακίνησης των μαζών
- η οικονομικά πιο φθηνή ειδική μεταφορική δυνατότητά τους ανά m^3 υλικού
- η ευχερής και η γρήγορη κατασκευή - τοποθέτησή τους, καθώς και η προσαρμογή τους (μεταθέσεις - μετασκευές), στις εργοταξιακές συνθήκες του παραγωγικού στόχου.

Έτσι, η ανάπτυξη των Τ/Δ στα υπαίθρια Ορυχεία εξόρυξης λιγνίτη, είχε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

α) Να μεγιστοποιηθούν οι αποδόσεις, τόσο κατά την απόληψη του υλικού μέσω των τεράστιων και τεχνολογικά προηγμένων καδοφόρων εκσκαφών, όσο και κατά την απόρριψη των άγονων υλικών μέσω των αντίστοιχων αποθετών που χρησιμοποιήθηκαν.

β) Να ικανοποιηθούν στο μέγιστο δυνατό οι βασικοί στόχοι τεχνικο-οικονομικής σύνδεσης των δύο συστημάτων (εργαλείων) εκσκαφής και απόθεσης, με συνέπεια την ολοκλήρωση μιας αποτελεσματικής τεχνολογικής σειράς συνεχούς παραγωγικής ροής, δηλαδή

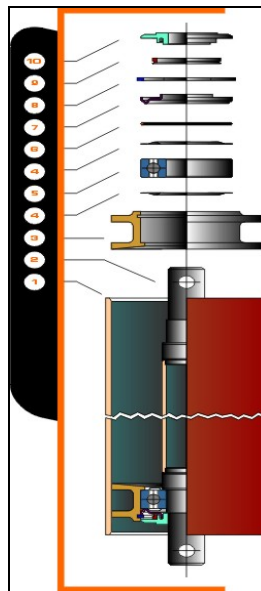
Εκσκαφείας (E) + Ταινιόδρομος (Τ/Δ) + Αποθέτης (A) = max παραγωγική και μεταφορική ικανότητα συγκροτήματος (κλάδου)

Σήμερα, παγκοσμίως οι Τ/Δ που λειτουργούν έχουν πλάτη (B) μέχρι και 3.000mm, ταχύτητες (V) έως και 8m/sec, ενώ οι μεταφορικές τους αποδόσεις (Q) φτάνουν και τα 30.000m³/h.

Ο βαθμός αξιοπιστίας ενός συστήματος διακίνησης, στην προκειμένη περίπτωση ενός συγκροτήματος Τ/Δ διακίνησης αγόνων, λιγνίτη και τέφρας, προσδιορίζεται από το άθροισμα της αξιοπιστίας και της λειτουργικότητας που μετρείται συγχρόνως για όλα τα επιμέρους στοιχεία του (η σιδηροκατασκευή του πλαισίου, τα ράουλα κύλισης και επιστροφής, ο ιμάντας), σε συσχέτιση με την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής τους, με το ειδικό βάρος του κάθε φορά μεταφερόμενου υλικού, καθώς και με τις περιβαλλοντικές – κλιματολογικές συνθήκες στο Εργοτάξιο.

ΕΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΕΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΕΗ

Η σκοπιμότητα χρήσης του περιστροφέα (ραούλου) στη λειτουργία των μεταφορικών Τ/Δ, είναι η λήψη και η μεταβίβαση των στατικών και δυναμικών φορτίων στα σταθερά σημεία της σιδηροκατασκευής (πλαισίου) του Τ/Δ, τα οποία αναπτύσσονται κατά την κίνηση του φορτωμένου (με υλικά) ιμάντα μεταφοράς.



Περιστροφέας ⁽¹⁾

Για την πραγματοποίηση όμως αυτού του στόχου, στις ακραίες συνθήκες εργασίας των Ορυχείων, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- τα τεράστια φορτία των διακινούμενων μαζών,
- η μεγάλη ρύπανση (ατμοσφαιρική, λειτουργική κ.α.),

και ειδικότερα για να εκπληρώνεται τεχνικά ο ρόλος των περιστροφέων(ραούλων) στην κίνηση του Τ/Δ, θα πρέπει να έχουν:

- κατά το δυνατόν ισόρροπη κίνηση,
- δυναμική ζυγοστάθμιση,
- μειωμένη αντίσταση κύλισης (περιστροφής),
- μεγάλη διάρκεια ζωής.

Σύμφωνα λοιπόν με τις προαναφερόμενες απαιτήσεις, επιβάλλεται εξαιρετική ανάλυση των συνθηκών και των δεδομένων, καθώς και γνώση στη φάση της μελέτης, του σχεδιασμού και της σύνταξης των τεχνικών προδιαγραφών, προκειμένου να εξασφαλίζεται η παραγωγή ποιοτικού τελικού προϊόντος (στάδιο κατασκευής) και σαφή κριτήρια ελέγχου κατά την παραλαβή τους (στάδιο επιθεώρησης), από τα Ορυχεία της ΔΕΗ.

Συνεπώς, προκειμένου ένας περιστροφέας(ραούλο) να διαθέτει υψηλή αντοχή, αυξημένο πραγματικό χρόνο λειτουργίας (διάρκεια ζωής) και τη μικρότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, ο σχεδιασμός και η κατασκευή του θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από:

- την ομο-αξονική διάταξη όλων των εξαρτημάτων που το συνθέτουν
- τον κυλινδρισμό του, τόσο για το σύνολο, όσο και για τα επιμέρους στοιχεία του
- τη λειτουργικότητα και την ανθεκτικότητα του κόμβου έδρασής του
- την επάρκεια του συστήματος στεγανοποίησής του
- τις σωστές τεχνολογικά ανοχές του κ.λ.π.

Πέρα όμως από την υποχρεωτική τεχνική αξιολόγηση των περιστροφέων (ραούλων), μια πετυχημένη προμήθεια συνδυάζεται και με την ορθολογική οικονομική αξιολόγηση των προσφερομένων υλικών.

Έτσι, ο προσδιορισμός του κόστους προμήθειας ραούλων που θα συνοδεύει μια σωστή οικονομική αξιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

- το κόστος αγοράς,
- το κόστος λειτουργίας – χρήσης (εγκατάσταση, συντήρηση, κατανάλωση ενέργειας),
- το κόστος αντικατάστασης,
- το κόστος χρήματος.

Δυστυχώς όμως, μέχρι σήμερα, για τη ΔΕΗ και για τη Γενική Διεύθυνση Ορυχείων ειδικότερα, στην αξιολόγηση για την προμήθεια ραούλων, ως αποκλειστικό και μοναδικό κριτήριο λαμβάνεται το κόστος αγοράς, δηλαδή η μικρότερη προσφερόμενη οικονομική τιμή.

Με τον τρόπο αυτό και κατά την άποψή μου, η ΔΕΗ δεν αποτιμά σωστά το κόστος του ραούλου, εφόσον:

1. στο οικονομικό μέρος, δεν συνυπολογίζονται και προφανώς δεν λαμβάνονται υπόψη και τα επιμέρους κόστη που προαναφέρθηκαν
2. στο τεχνικό μέρος, δεν συμμορφώνεται με τους διεθνείς Κανονισμούς και Προδιαγραφές, ενώ στην εσωτερική της οργάνωση η ΔΕΗ διαθέτει Μόνιμη Επιτροπή Προδιαγραφών στο ΚΔΕΠ.

Ως ενδεικτικό παράδειγμα της απόκλισης αυτής, στις τεχνικές προδιαγραφές ραούλων, που ισχύουν (από το Μάρτιο του 1994 μέχρι και σήμερα) για τις σχετικές προμήθειες και Προγραμματικές Συμφωνίες της ΔΕΗ, γίνεται αναφορά:

Στην Παρ. 7.4.1. ⁽²⁾, κατά τον έλεγχο – δοκιμή της «δυνατότητας περιστροφής και αντίσταση σε εκκίνηση» του ραούλου (ανάλογα με την εξωτερική του διάμετρο), οι μετρούμενες τιμές της περιφερειακής δύναμης θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ **260 – 370 gr** (μονάδα μέτρησης δύναμης; αντίστασης;), τη στιγμή που σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές (π.χ. DIN 22101,PN-91/M-46606), οι τιμές αντίστασης σε εκκίνηση προσδιορίζονται στα **3 – 4 N!** ⁽³⁾.

Σημειώνεται ότι η αντίσταση σε εκκίνηση ενός ραούλου με τιμή **1 N**, αντιστοιχεί σε ισχύ, περίπου **6 W** ^(4,6). Έτσι, στην πιο συχνή περίπτωση της συνεχούς λειτουργίας ενός ραούλου επί του Τ/Δ (περίπου 250 ώρες / μήνα), η ισχύς αντιστοιχεί περίπου σε **1,5 KW**. Συνεπώς, η αντίσταση περιστροφής ενός ραούλου, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της ΔΕΗ είναι κατά **22,5 – 37,7 N μεγαλύτερη** από την τιμή που προκύπτει με βάση τα διεθνή πρότυπα, ενώ συγχρόνως η ισχύ είναι πολλαπλάσια και αυξημένη κατά **135 – 204 W !!!** ανά ράουλο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΑΠΟΨΕΙΣ

Το ράουλο που επινοήθηκε και σχεδιάστηκε ως στοιχείο κύλισης, έχει μετατραπεί στην πραγματικότητα των Ορυχείων της ΔΕΗ σε διαρκές σώμα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα, μετατροπής αυτής σε θερμική ενέργεια δηλ. λειτουργεί ως συσσωρευτής (η χαρτογράφηση της περιοχής με θερμοκάμερα από τον ελληνικό δορυφόρο, θα αποδείκνυε του λόγου το αληθές).

Κατ' επέκταση στο Λ.Κ.Δ.Μ., οι Τ/Δ μεταφοράς υλικών έχουν ουσιαστικά μετατραπεί σε ταινίες ενεργοβόρας κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, με τα διαρκώς περιστρεφόμενα (:) **670.000** ράουλα και μήκος πάνω από **220.000 m**, οπότε η Γενική Διεύθυνση Ορυχείων της ΔΕΗ να ανακηρύσσεται ως ο μεγαλύτερος ιδιοκαταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας, ως ο μόνιμος παραγωγός άεργης ισχύος και ως ο «καλύτερος τζαμπατζής πελάτης!» της ΔΕΗ Α.Ε.,.

Απόδειξη των παραπάνω είναι ότι σε περιπτώσεις αυξημένης ζήτησης Η/Ε για αποφυγή ενδεχόμενου black-out τα Ορυχεία του Λ.Κ.Δ.Μ. συμπεριλαμβάνονται στο σχεδιασμό και στην πράξη διακόπτουν την λειτουργία τους ,τα 100.000 ράουλα που «επισκευάζονται»,τα 336 κατεστραμμένα τύμπανα ,151 άξονες τύμπανων ,πάνω από 2100 συγκολλήσεις(ενώσεις) μιάντων Τ/Δ , και ο βαθμός αξιοποίησης(εκμετάλλευσης) του πάγιου εξοπλισμού στο (απαράδεκτα χαμηλό) **17.5%!!!** το 2005(5).

Με βάση τα παραπάνω, εκτίμησή μου είναι ότι το μέγεθος της ζημιάς (μόνο για το 2003), προσεγγίζει το ποσό των 155.000.000€!!!!_.

Ο λογαριασμός της ζημιάς αυτής θα πληρωθεί για ακόμα μια φορά από τον πελάτη της ΔΕΗ Α.Ε. και τον ελληνικό λαό γενικότερα.

Οι προβληματισμοί και οι απόψεις που διατυπώνονται, στο παρών αποτελούν συνέχεια και επικαιροποίηση ανάλογων θέσεων που εκφράζω από το 1993, με αιώτερους στόχους, τόσο τη βελτίωση των τεχνικών προδιαγραφών της ΔΕΗ, όσο και του εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης της επιστημονικής σκέψης για τη λειτουργία των βιομηχανικών συγκροτημάτων στην Ελλάδα, προκειμένου επιτέλους:

- Να αυξηθεί ο ενεργειακός βαθμός απόδοσης των Ορυχείων και των Θερμικών Σταθμών.
- Να επιτευχθεί η ορθολογική διαχείριση του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Να εφαρμοστούν οι εγκεκριμένοι περιβαλλοντικοί όροι των Ορυχείων της ΔΕΗ στη Δυτική Μακεδονία.
- Να διασφαλιστεί η αναπτυξιακή πορεία της περιοχής, μέσα από την ομαλή λειτουργία του Ενεργειακού Κέντρου.
- Να ανοίξει ο διάλογος όλων των επιστημονικών, κοινωνικών και συνδικαλιστικών φορέων της περιοχής για τη βιώσιμη προοπτική της Δυτικής Μακεδονίας, με ευρωπαϊκή κατεύθυνση και περιβαλλοντική συνείδηση.

Βιβλιογραφία:

1. *Identyfikacja I diagnostyka Poltegor - Instytut -1996*
2. *Τεχνικές Προδιαγραφές Ραούλων - Επιτροπή ΔΕΗ/ΑΚΠ-Α - 3/1994*
3. *Quality Idlers at the Henderson Mine Bulk Solids Handling. - Graning R. High - July / September 2000*
4. *Metody oceny oplacalnosci kraznikow - L. Jurdziak - Transport Przemyslowy - 4/2002*
5. *Απολογισμός δράσεις Μ.Κ.Σ. Α.Κ.Δ.Μ. 2005*
6. *L.Gladysiewicz-Przenosniki tasmowe. Teoria I obliczenia-2003*

**Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ
ΣΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
ΤΩΝ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΟΡΥΧΕΙΩΝ**

**Ν. Δ. Στεφανής, Διπλ. Μηχ. Μηχανικός,
Α.Μ. Τ.Ε.Ε 40617 Msc Πολυτεχνείου Βρότσλαβ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρησιμοποίηση μεθόδων διάγνωσης κατά την διάρκεια ελέγχου του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι αναγκαία και ικανή προϋπόθεση για την εύρυθμη και σωστή του λειτουργία.

Στην εκμετάλλευση του μηχανολογικού εξοπλισμού των Ορυχείων η μέθοδος αυτή μέχρι σήμερα δεν βρήκε εφαρμογή.

Για την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία από απόψεως οικονομικής και τεχνικής είναι ικανή και αναγκαία η γνώση της τεχνικής κατάστασης του μηχανολογικού εξοπλισμού που διαχειριζόμαστε.

Με την έννοια διάγνωση εννοούμε τον προσδιορισμό τεχνικής κατάστασης του εξοπλισμού με βάση τα χαρακτηριστικά συμπτώματα που συνοδεύουν την εργασία του.

Η τεχνική κατάσταση προσδιορίζεται από τα συμπτώματα που πάντα συνοδεύουν εργασία μιας μηχανής, άρα και του μηχανολογικού εξοπλισμού και τα οποία επηρεάζουν την συνεργασία των κινηματικών ζευγών (υποκείμενων). Παράδειγμα χαρακτηριστικών συμπτωμάτων είναι τα **φυσικά φαινόμενα** που δημιουργούν τις μηχανικές ταλαντώσεις και τις αντιλαμβανόμαστε με την μορφή **θορύβου**, τα μεγέθη που προδιαγράφουν το βαθμό φθοράς – **τριβή**, η εξέλιξη και τα μεγέθη της **θερμοκρασίας** σε μια επιφάνεια η σε ένα όγκο. Η αλλαγή μεγέθους και έντασης των **ταλαντώσεων** (θορύβου) αποδεικνύουν την αλλαγή κατάστασης σε ένα μηχανολογικό συγκρότημα ή εξοπλισμό και στην ακραία περίπτωση μπορούν να είναι μοιραία για αυτόν και να προαναγγέλλουν την καταστροφή ή την απαξίωσή του.

Μέχρι σήμερα η συντήρηση, είναι συνδεδεμένη άρρηκτα με την στρατηγική εκμετάλλευση του μηχανολογικού εξοπλισμού και εξαρτάται από την τεχνική του κατάσταση. Στην καθημερινή μας πρακτική η συντήρηση και λειτουργία - εργασία του μηχανολογικού εξοπλισμού, η στρατηγική μέθοδος συντήρησης στην εκμετάλλευση βασίζεται κύρια στη μέθοδο της προγραμματισμένης συντήρησης (καθημερινή, εβδομαδιαία, ετήσια), ή στην αποκατάσταση ζημίας.

Η συντήρηση βασικά με τις μεθόδους αυτές έχει ως κύριο χαρακτηριστικό και ως στόχο την επαναφορά των δυνατοτήτων και καταστάσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού στα λειτουργικά του καθήκοντα μέσα από τον εντοπισμό και την αποκατάσταση αδυναμίας,

χαμηλής απόδοσης και την αποκατάσταση ζημίας που δημιουργήθηκε κατά τη λειτουργία του εξοπλισμού.

Η χρησιμοποίηση μεθόδου - στρατηγικής - **προγραμματισμένη συντήρηση** - στην ουσία προβλέπει την δημιουργία συγκεκριμένης ζημίας ή αριθμού των ζημιών. Η παραπάνω συντήρηση γίνεται πολλές φορές άχρηστη και άσκοπη, το παραπάνω γεγονός παρατηρείται πολλές φορές στην καθημερινή μας πρακτική.

Αυτό το γεγονός προκύπτει από το κριτήριο συνεχούς χρόνου εργασίας, η μεγέθους εξοργμένου όγκου (π. χ. γεμάτες αυλές, ωριαία απόδοση). Αποτέλεσμα του είναι να φέρνει ζημίες στο οικονομικό μέγεθος υποχρεωτικής συντηρείς του εξοπλισμού μιας και αυτή δεν χρειάζεται, είναι άσκοπη και καταχρηστική (σισύφειο έργο) π.χ. επισκευή ραούλων, μειωτήρων.

2. ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι πραγματοποίησης της συντήρησης.

Οι τρόποι αυτοί προκύπτουν και έχουν την αιτία τους στον τρόπο εκμετάλλευσης του μηχανολογικού εξοπλισμού.

α) **εκμετάλλευση μέχρι του χρόνου παρουσίασης της βλάβης**

(crisis management)

β) **εκμετάλλευση προγραμματισμένη - προληπτική**

γ) **εκμετάλλευση εξαρτώμενη από την κατάσταση του εξοπλισμού**

Οι δύο πρώτοι τρόποι είναι αυτοί που χρησιμοποιούμε συνήθως, ενώ η τρίτη χρησιμοποιεί την **τεχνική διάγνωσης ή παρακολούθησης** της κατάστασης (monitoring)

Ο πρώτος τρόπος εκμετάλλευσης του εξοπλισμού από ανωμαλία σε ανωμαλία χρησιμοποιείται στον εξοπλισμό ο οποίος δεν έχει την κύρια η βασική σημασία στην παραγωγική σειρά, η στην περίπτωση έκτακτης παρουσίασης ανωμαλίας ή ζημίας. Χρησιμοποιεί το ανταλλακτικό που βρίσκεται στις αποθήκες ή υπάρχει ως δευτερο (εφεδρεία) και βρίσκεται σε μόνιμη αδράνεια. Τον τρόπο αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο όταν η ζημία ή ανωμαλία δεν επιφέρει **επικίνδυνη κατάσταση** στον εξοπλισμό.

Η εκτίμηση της κατάστασης μπορεί να βρει την αιτία και με βάση αυτή να πραγματοποιηθεί στο χρόνο η απαιτούμενη παραγγελία υλικού το οποίο είναι αναγκαίο για την εργασία της συντήρησης.

Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποίησης της συντηρήσεως πρέπει να παίρνουμε σοβαρά υπόψη μας την κατάσταση του εξοπλισμού (**απαξίωση**) - μέχρι την παρουσίαση βλάβης ή ανωμαλίας. Την μέγιστη απόδοση κατά την λειτουργία του εξοπλισμού μπορούμε να εφαρμόσουμε μόνο όταν, όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχουμε στις αποθήκες μας διαθέσιμο υλικό, εφάμιλλο και ανταλλάξιμο. Φέρνει όμως αυτή η κατάσταση το τεράστιο

πρόβλημα τις υπεραποθεματοποίησης αδρανούς και άχρηστου υλικού που συνεπάγεται με τεράστιο πρόσθετο κόστος.

Όταν μια παραγωγική μονάδα δεν διαθέτει πολλά ανταλλακτικά στις αποθήκες της τότε υποχρεωτικά χρησιμοποιεί τη δεύτερη μέθοδο συντήρησης που ονομάζουμε **προγραμματισμένη ή προληπτική**.

Χαρακτηριστικό της είναι, ότι μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο οποίο ο εξοπλισμός πραγματοποίησε το έργο του, προγραμματίζεται για συντήρηση ανεξάρτητα από την τεχνική του κατάσταση.

Η πρακτική απέδειξε, ότι ο χρόνος εκμετάλλευσης του εξοπλισμού μέχρι την παρουσίαση ζημίας ή ανωμαλίας είναι τυχαίο γεγονός και έχει σχέση με τυχαίες μεταβολές (βαθμός απόδοσης, χρόνος λειτουργίας).

Ο μεγάλος αριθμός του εξοπλισμού που διαθέτουμε απέδειξε στην καθημερινή πραγματικότητα ότι, τον εκμεταλλευόμαστε πολύ περισσότερο από τον χρόνο που προσδιόρισε ο κατασκευαστής ανάλογα με τον τρόπο και τον βαθμό εκμετάλλευσης του.

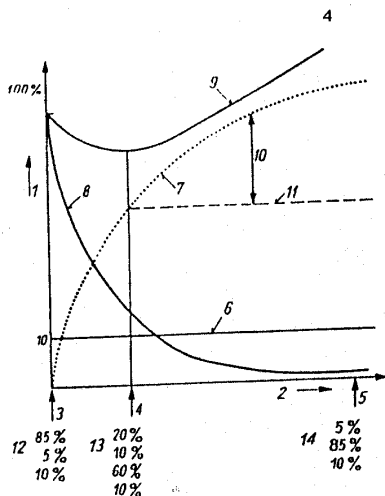
Η μέθοδος **προγραμματισμένης - προστατευτικής** συντήρησης άρα και προγραμματισμένης εκμετάλλευσης δεν είναι οικονομικά αποδεκτός και μας επιφέρει οικονομικές απώλειες. Οι απώλειες αυτές προκύπτουν από το γεγονός ότι για την συντήρηση προορίζονται μηχανήματα που έχουν καλή τεχνική και γενική κατάσταση και θα μπορούσαν ακόμη για αρκετό χρόνο να είναι παραγωγικά. Η κάθε παρέμβαση στον εξοπλισμό που είναι σε καλή τεχνική κατάσταση μειώνει τις δυνατότητες του κατά τη διάρκεια εκμετάλλευσής του.

Εύλογα τίθεται το ερώτημα, μπορούμε να προσδιορίσουμε την τεχνική κατάσταση του εξοπλισμού δίχως την εσωτερική παρέμβαση του ανθρώπου.?

Στο σημερινό επίπεδο γνώσεων και τις τεχνικές εξελίξεις μπορούμε να απαντήσουμε θετικά.

Με την τεχνική κατάσταση και γνώση των διάφορων μεθόδων και τεχνικών μπορούμε με βάση τα συμπτώματα και πρόσθετους μη καταστρεπτικούς ελέγχους να διαγνώσουμε με μέγιστη ακρίβεια την τεχνική κατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού. Βάσει διαγνωστικών μετρήσεων και μη καταστρεπτικών ελέγχων μπορούμε να εκμεταλλευόμαστε τα μηχανήματα ανάλογα αποδοτικά και τον εξοπλισμό να το παραδώσουμε για συντήρηση, μόνο όταν η τεχνική κατάστασή του μετά από παρακολούθηση **το απαιτεί**.

Η συστηματική παρακολούθηση της κατάστασης μας δίνει όλα τα στοιχεία απαραίτητα για την απόφαση και τον πιο κατάλληλο χρόνο της παρέμβασης. Αυτός ο χρόνος προκύπτει από τη μέγιστη μείωση του κόστους εκμετάλλευσης και των απωλειών που προκύπτουν από την ακινητοποίηση ή αδρανοποίηση του εξοπλισμού (σχέδιο 1).



1. Γενικό κόστος εξοπλισμού
2. Βαθμός συμμετοχής στη συντήρηση
3. Έλλειψη προγραμματισμού συντήρησης.
4. Οικονομική συμμετοχή στη συντήρηση.
5. Υπερβολική συμμετοχή κόστους στη συντήρηση.
7. Έλλειψη στρατηγικής μέχρι παρουσίασης βλάβης.
11. Ίδανικό κόστος συντήρησης

3. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

α) Τυποποίηση στη διάγνωση των ταλαντώσεων

Για τη διευκόλυνση των συμπερασμάτων της διάγνωσης τυποποιήθηκαν και κατατάχθηκαν η μέτρηση και τα συμπτώματα κατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού. Η κατάταξή τους βασίζεται στη διαίρεση σε ομάδες που έχουν την τεχνικο-οικονομική τους αναλογία.

Η πιο διαδεδομένη και γνωστή κατάταξη στην διάγνωση είναι η τυποποίηση με βάση το **ISO 3945** σύμφωνα με την οποία το στοιχείο διαγνωστικής και μέτρησης είναι η αξία της ταχύτητας των ταλαντώσεων στο φάσμα συχνότητας **10-1000Hz**.

β) Τυποποίηση στην διάγνωση με τη βάση ανάλυση των υποπροϊόντων

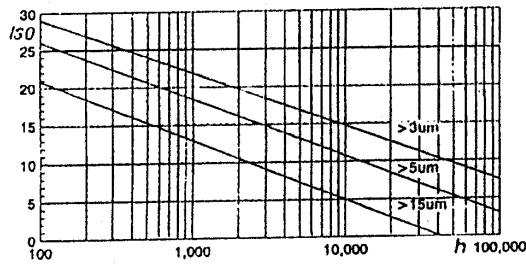
Η λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού πραγματοποιείται και συνδέεται άρρηκτα με τη χρήση λιπαντικών, στα οποία μεταφέρεται - λόγω τριβής - το προϊόν της, που είναι υπό μορφή γρεζιού ή σκόνης που απορροφάται από το περιβάλλον εργασίας σε διάφορες μορφές και μεγέθη

Ο βαθμός ρύπανσης του λιπαντικού έχει τυποποιηθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές **ISO 4406** σε 28 κατηγορίες. Η τυποποίηση αφορά κυρίως στοιχεία μεγέθους έως 5μm.

Η διατήρηση καθαρότητας του λιπαντικού στα υδραυλικά συστήματα αποτελεί βασική προϋπόθεση διατήρησης της σωστής - ποιοτικά - κατάστασης του μηχανολογικού εξοπλισμού .

Η σχέση μεταξύ διάρκειας ζωής και αριθμού στοιχείων προσδιορισμένων σύμφωνα με την τυποποίηση και τους κωδικούς αριθμούς **ISO** παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 2.

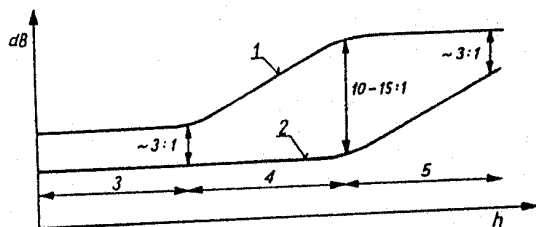
Μέση διάρκεια ζωής
εξοπλισμού εξαρτώμενη από
το μέγεθος εξωτερικών
στοιχείων στο λιπαντικό



γ) ΔΙΑΓΝΩΣΗ ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν)

Μέχρι σχετικά πρόσφατα εθεωρείτο ότι η διάρκεια ζωής των ένσφαιρων τριβέων είναι καθορισμένη και χαρακτηριζόταν με το L10. Τον τελευταίο καιρό ο Έλληνας Καθηγητής κ. Ε. Ιωαννίδης προχώρησε στη θεώρηση της **απεριόριστης** διάρκειας ζωής τους.

Η παρουσίαση προβλήματος (ζημίας) του ένσφαιρου τριβέα συνοδεύεται με την αύξηση ταλαντώσεων με συχνότητα εξαρτώμενη από την συχνότητα ιδίων ταλαντώσεων του ένσφαιρου τριβέα. Τα επαναλαμβανόμενα σήματα εμφανίζονται εξαρτώμενα από την συχνότητα περιστροφής του άξονα, ο οποίος είναι τοποθετημένος στον ένσφαιρο τριβέα και εξαρτάται από τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά. Με βάση τα πρότυπα, προσδιορίζεται η συχνότητα που μας αποδεικνύει το σημείο ζημίας ή αλλαγής των ανοχών του ένσφαιρου τριβέα (εξωτερικός, εσωτερικός δακτύλιος κλωβός, σώματα κύλισης). Για τον προσδιορισμό της κατάστασης χρησιμοποιείται η μέτρηση επιταχύνσεις των ταλαντώσεων. Η επιτάχυνση ταλαντώσεων μας ενημερώνει επακριβώς για την ακριβή κατάσταση του ένσφαιρου τριβέα. Το Σχήμα 3 μας δείχνει την κατεύθυνση αλλαγών του ένσφαιρου τριβέα από τη μέτρηση ταλαντώσεων..



1. Μέγιστη αξία
2. Πραγματική αξία
3. Ένσφαιρος τριβέας καλής κατάστασης
4. Ένσφαιρος τριβέας προβληματικός
5. Ένσφαιρος τριβέας κατεστραμμένος

ΣΧΗΜΑ 3. Κατεύθυνση αλλαγών ακουστικών σημάτων ,σε συνάρτηση κατάστασης ένσφαιρου τριβέα.

4. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ

Ο ταινιόδρομος συγκροτείται από:

- α) τύμπανα κίνησης, επιστροφής, τανύσεως, κατεύθυνσης
- β) ράουλα κύλισης, επιστροφής, κατεύθυνσης
- γ) ελαστικό ιμάντα
- δ) μειωτήρες, συμπλέκτες.

Τα κινηματικά ζεύγη που εξετάζονται κατά τον διαγνωστικό έλεγχο του εξοπλισμού, αφορούν κυρίως:

- α) τη ζυγοστάθμιση τυμπάνων, τη σωστή ευθυγράμμισή τους στην κατεύθυνση κίνησης του ελαστικού ιμάντα, το θόρυβο και τη θερμοκρασία μειωτήρων και κουζινέτων στήριξης.
- β) στο διαγνωστικό έλεγχο κατάστασης ραούλων, την ευθυγράμμιση, τις ταλαντώσεις του και την κατάσταση ένσφαιρων τριβέων (θόρυβος, θερμοκρασία).
- γ) τη διάγνωση κατάστασης του ελαστικού ιμάντα.

Το κινητήριο τύμπανο περιστρέφεται μέσω συστήματος κίνησης, το οποίο περιλαμβάνει κινητήρα, μειωτήρα, συμπλέκτη.

Η διάγνωση αφορά την αξιολόγηση (έλεγχο) της κατάστασης των ένσφαιρων τριβέων του κινητήρα και του μειωτήρα. Όσον αφορά το μειωτήρα, η διάγνωση συμπεριλαμβάνει την εξέταση κατάστασης των γραναζιών του, τη ζυγοστάθμιση του συμπλέκτη, την τοποθέτηση του μειωτήρα έναντι ηλεκτρικού κινητήρα και ευθυγράμμιση του μειωτήρα έναντι του κινητήριου τύμπανου.

Με το θέμα της διάγνωσης του μηχανολογικού εξοπλισμού έχει ασχοληθεί μεγάλη μερίδα της επιστημονικής και τεχνικής κοινότητας στο εξωτερικό

α) Διάγνωση περιστροφών

Για τη διάγνωση και την παρακολούθηση των θερμικών φαινομένων που συνοδεύουν τη λειτουργία των περιστροφών χρησιμοποιείται η **θερμογραφική** μέθοδο π.χ. με θερμοκάμερα .

Η κατάσταση των ραούλων και η αξιολόγηση τους γίνεται με βάση την ανάλυση της θερμοκρασίας στο σημείο του ένσφαιρου τριβέα και συγκρίνεται με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Με βάση αυτό έγινε αποδεκτός ο κανόνας όσον αφορά την κατάσταση και την πολιτική συντήρησης - επισκευής των ραούλων. Όταν η θερμοκρασία ξεπερνά κατά 5°C τη θερμοκρασία περιβάλλοντος τότε ο περιστροφέας αλλάζει κατάσταση. Πρέπει υποχρεωτικά να αντικατεσθάνη μέσα σε διάστημα τριών εβδομάδων εργασίας και το κόστος συντήρησης - επισκευής του είναι 50% του καινούργιου. Όταν η

**Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω βελτίωσης λειτουργικών χαρακτηριστικών
και βαθμού απόδοσης ΑΗΣ με την ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονων
τεχνολογιών ανάλυσης, παρακολούθησης και βελτιστοποίησης**

Ε.Νάνος ΑΗΣ Πτολεμαΐδας ΔΕΗ Α.Ε. Τηλ: 6947025258 Email: <i>enanos1974@yahoo.gr</i>	Καθ. Α.Τομπουλίδης Τμήμα Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας ΚΟΖΑΝΗ Τηλ: 24610-56630 Email: <i>atompoulidis@uowm.gr</i>	Επ.Καθ. Α.Τουρλιδάκης Τμήμα Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας ΚΟΖΑΝΗ Τηλ: 24610-56680 Email: <i>atourlidakis@uowm.gr</i>	Ι.Παναγιωτίδης ΑΗΣ Καρδιάς ΔΕΗ Α.Ε. Τηλ: 24610-96233 Email: <i>operall@ppckardia.gr</i>
--	---	--	---

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αυξημένη κατανάλωση οργανικών καυσίμων τις περασμένες δεκαετίες είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγαλύτερου ενδιαφέροντος για βελτίωση της χρήσης ενέργειας. Το πρόβλημα της συνεχούς μέτρησης απόδοσης θερμικών μονάδων είναι αναμφισβήτητα ένα σημαντικό ζήτημα που γίνεται ακόμα πιο επίκαιρο λόγω της απελευθέρωσης στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, γιατί η ένταξη και η φόρτιση των μονάδων θα γίνεται πλέον με κριτήρια οικονομικότητας και θα σχετίζεται άμεσα με το μεταβλητό κόστος αγοράς της πρώτης ύλης και τον βαθμό απόδοσης της όλης διαδικασίας.

Ο κύριος στόχος της ερευνητικής προσπάθειας που γίνεται από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας σε συνεργασία με τη ΔΕΗ Α.Ε. είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή ολοκληρωμένων υπολογιστικών μεθοδολογιών για τη βελτίωση λειτουργικών χαρακτηριστικών και βαθμού απόδοσης σε Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, με ταυτόχρονη μείωση εκπομπών και εξοικονόμηση ενέργειας. Ο στόχος αυτός επιδιώκεται μέσω της ανάπτυξης και εφαρμογής σύγχρονων τεχνολογιών ανάλυσης, παρακολούθησης και βελτιστοποίησης.

Οι διαδικασίες που προτείνονται είναι: 1) ανάλυση χαρακτηριστικών παραμέτρων λειτουργίας, ανάπτυξη λογισμικού παρακολούθησης και βελτιστοποίηση βαθμού απόδοσης μονάδων, με βάση τεχνικές γραμμικού και μη γραμμικού προγραμματισμού και νευρωνικών δικτύων 2) υπολογιστική διερεύνηση διεργασιών καύσης με στόχο τον έλεγχο και τη βελτίωση της απόδοσης των διεργασιών αυτών καθώς και τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, 3) υπολογιστική διερεύνηση διφασικής ροής σε βαθμίδες χαμηλής πίεσης ατμοστροβίλων με στόχο τον έλεγχο της επίδρασης της παρουσίας της υγρής

φάσης στη διάβρωση και στο βαθμό απόδοσης της διεργασίας εκτόνωσης. Οι πρώτες δύο περιοχές αφορούν στην ανάλυση των δύο πιο σημαντικών διεργασιών ενός ΑΗΣ, τη διεργασία της καύσης στον Ατμολέβητα και την εκτόνωση στις χαμηλές βαθμίδες του ατμοστροβίλου. Η πρώτη περιοχή αφορά στη συλλογή και σύνθεση δεδομένων από όλες τις επιμέρους διεργασίες και αναμένεται να συνεισφέρει στην καλύτερη παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της συνολικής λειτουργίας του ΑΗΣ με παράλληλη εξοικονόμηση ενέργειας. Γίνεται παρουσίαση αποτελεσμάτων από την εφαρμογή τεχνητών νευρωνικών δικτύων για την πρόβλεψη των εκπομπών σωματιδίων και χαρακτηριστικών θερμοκρασιών τέφρας από έναν ΑΗΣ λαμβάνοντας υπόψη κύριες λειτουργικές παραμέτρους.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και η αυξημένη κατανάλωση οργανικών καυσίμων τις τελευταίες δεκαετίες έχουν καταστήσει την βελτιστοποίηση της παραγωγής και χρήσης ενέργειας σημαντικό ζήτημα. Εργαλεία για την επίτευξη του στόχου αυτού σε θερμικές μονάδες παραγωγής, αποτελούν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Από τη μια η μοντελοποίηση με χρήση Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (Artificial Neural Network, ANN) και από την άλλη η χρήση γραμμικού και μη-γραμμικού προγραμματισμού.

Η μοντελοποίηση με Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε βιομηχανικές εφαρμογές και συστήματα παραγωγής ενέργειας (Lucifredi *et al.* 2000) και υπάρχουν συνδυαστικές λύσεις αυτών με δυναμικά και στατικά μοντέλα καθώς και με ελέγχου κλειστού βρόγχου (*Model Based Predictive Control, MBPC*). Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές και στην παραγωγή ενέργειας (Arya *et al.* 2004).

Η εναλλακτική προσέγγιση του μη-γραμμικού μαθηματικού προγραμματισμού έχει εφαρμοστεί επιτυχώς την τελευταία δεκαετία σε προβλήματα ενεργειακής παραγωγής και διανομής. Στόχος της προσέγγισης αυτής είναι η μαθηματική μοντελοποίηση του προβλήματος, και τις συμπεριφοράς του συστήματος μέσω ανάλυσης ευαισθησίας.

Σε αντίθεση με τον μη-γραμμικό προγραμματισμό, όπου απαιτείται πολύ καλή γνώση των διαδικασιών και του συστήματος, τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα είναι προσαρμόσιμα και μπορούν να «μάθουν» τις σχέσεις που διέπουν ένα σύστημα από συνεχή παροχή δεδομένων, ικανά να γενικευτούν σε προηγούμενα, άγνωστα δεδομένα. Τα περισσότερα επιβλέπονται από άνθρωπο ο οποίος προσδιορίζει τι θα μάθει, καθορίζοντας την έξοδο για δεδομένη είσοδο. Έτσι το δίκτυο προσπαθεί να συσχετίσει είσοδο με έξοδο, προσαρμόζοντας τις ελεύθερες μεταβλητές του.

Στην παρούσα ερευνητική δουλειά, ερευνάται η ικανότητα για βελτιστοποίηση της διαχείρισης Ηλεκτροστατικών Φίλτρων και πρόβλεψης Θερμοκρασίας Τήξης Τέφρας και Θερμογόνου δύναμης λιγνίτη.

2. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ

Η Ηλεκτροστατική καθίζηση είναι τεχνολογία ελέγχου των εκπομπών των σωματιδίων από λιγνιτικές μονάδες και αποτελείται από 4 φάσεις: τον ιονισμό των καυσαερίων που διέρχονται μέσα από τα ηλεκτρόδια, τη συλλογή των σωματιδίων από αντίθετα φορτισμένες πλάκες, την απομάκρυνση των σωματιδίων από τις πλάκες και τη συλλογή τους σε χοάνες και τέλος την απομάκρυνση της ιπτάμενης τέφρας από τις χοάνες.

Οι παραπάνω παράμετροι μαζί με την θερμοκρασία των καυσαερίων, από την οποία εξαρτάται η αποτελεσματικότητα των φίλτρων και τις υπόλοιπες βασικές παραμέτρους λειτουργίας όπως την παραγόμενη ισχύς, την κατανάλωση λιγνίτη, την συγκέντρωση του O₂, του αέρα καύσης, μετρήθηκαν σε μία μονάδα παραγωγής κανονικής κλίμακας. Από αυτές, οι πλέον σημαντικές στη λειτουργία της μονάδας και την αποτελεσματικότητα των ηλεκτροστατικών είναι η παραγόμενη ισχύς, η κατανάλωση λιγνίτη, η συγκέντρωση του O₂, η κατανάλωση των φίλτρων και η θολότητα τους. Συνεπώς οι τιμές αυτές χρησιμοποιήθηκαν από μια συλλογή 562 μετρήσεων (Ιανουάριος 2005 με Ιούλιο 2005) από τις οποίες 450 χρησιμοποιήθηκαν για την εκμάθηση του μοντέλου και 112 για την αξιολόγηση.

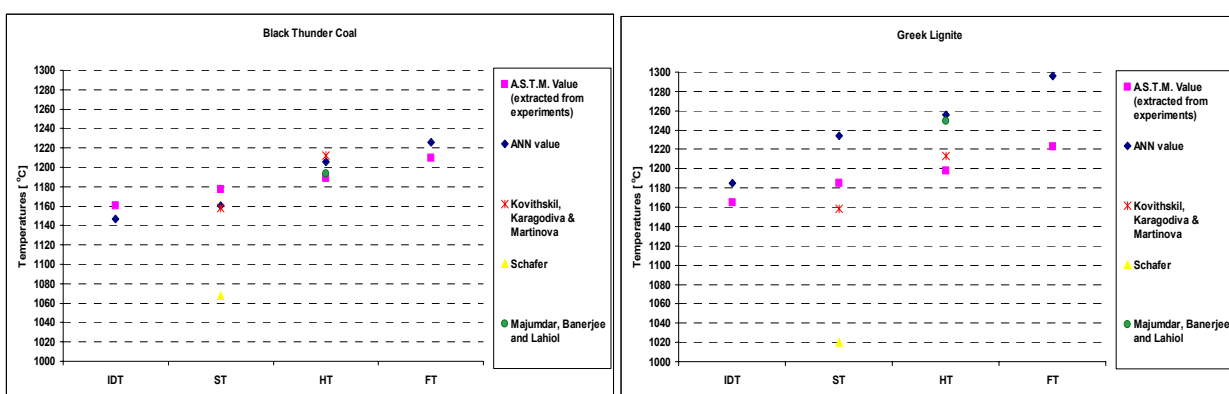
Η πρόβλεψη της θολότητας των καυσαερίων σε ποσοστό της %, αποτελεί την έξοδο του μοντέλου και ανταποκρίνεται στην συγκέντρωση τέφρας στα καυσαέρια. Τα αποτελέσματα της πρόβλεψης έδωσαν μία τυπική απόκλιση 10,1% και 9% για το δεξί και το αριστερό φίλτρο αντίστοιχα και εύρος απόκλισης 72,9% και 78,6% αντίστοιχα, ποσοστά που δεν το καθιστούν αξιόπιστο εργαλείο πρόβλεψης. Αυτό οφείλεται στην μερική ένταξη των ιδιοτήτων της ποιότητας της τέφρας στα δεδομένα εισόδου, η βελτίωση των οποίων απαιτεί περαιτέρω μετρήσεις.

3. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ ΜΕΣΩ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΚΑΘΙΣΕΙΣ

Η απόδοση ενός λέβητα εξαρτάται και από τις επικαθίσεις, όπου χαμηλές θερμοκρασίες τήξης ιπτάμενης τέφρας οδηγούν σε υψηλή συσσώρευση σε περιοχές μετάδοσης θερμότητας με επακόλουθο την πτώση της απόδοσης και την αύξηση του χρόνου καθαρισμού. Η ικανότητα για πρόβλεψη της τάσης αυτής, μέσω των χαρακτηριστικών θερμοκρασιών τις τέφρας, από Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο θα παρουσιαστεί ακολούθως. Τα δεδομένα για την εκπαίδευση είναι αυτά της χημικής ανάλυσης της τέφρας, παρμένα

από τη βιβλιογραφία και τις υπάρχουσες Ελληνικές Μονάδες Παραγωγής και είναι αυτά που καθορίζουν τις χαρακτηριστικές θερμοκρασίες της τέφρας (Wall et al. 1998).

Τα προβλεπόμενα αποτελέσματα των θερμοκρασιών, σε σύγκριση και με άλλες μεθόδους, δίνονται στην Εικόνα 1 και οι συστάσεις καθώς και τα πειραματικά με τα του Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου αποτελέσματα στους Πίνακες 2 και 3 αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη απόκλιση είναι 73°C στην θερμοκρασία F.T. για την Ελληνική τέφρα. Όμως η αναπαραγωγή των μετρήσεων σε ίδιες συνθήκες μπορούν να έχουν 30 – 40°C απόκλιση και από 50-80°C σε διαφορετικά (Seggiani 1999). Για περαιτέρω τεκμηρίωση έγινε χρήση δεδομένων εκπαίδευσης σαν δοκιμαστικά δεδομένα και δώσανε τυπικές αποκλίσεις 33, 27, 36, 46°C για τις θερμοκρασίες IDT, ST, HT και FT αντίστοιχα.



Εικόνα 1. Πειραματικά και υπολογισμένα δεδομένα για θερμοκρασίες τήξης τέφρας (Black Thunder Coal και Ελληνικός λιγνίτης)

	SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	TiO ₂ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	MgO [%]	K ₂ O [%]	P ₂ O ₅ [%]	Na ₂ O [%]	SO ₃ [%]	Mn ₃ O ₄ [%]
Black Thunder Coal	30.7	16.5	1.29	5.10	21.3	4.80	0.35	0.92	1.43	17.7	0.00
Greek Lignite	38.7	15.7	0.30	3.70	30.0	2.12	1.34	0.00	0.91	6.53	0.00

Πίνακας 2. Σύσταση του Black Thunder Coal και του Ελληνικού Λιγνίτη

	IDT	ST	HT	FT
Black Thunder Coal (Πειραματικές τιμές)	1161	1178	1189	1210
Black Thunder Coal (ANN τιμές)	1147	1161	1206	1226
Greek Lignite (Πειραματικές τιμές)	1165	1185	1198	1223
Greek Lignite (ANN τιμές)	1185	1234	1256	1296

Πίνακας 3. Πειραματικές και τιμές από ANN για Black Thunder Coal και Ελληνικό Λιγνίτη

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΥ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Λόγω των μειωμένων τύπων υπολογισμού θερμογόνου δύναμης στερεού καυσίμου (LHV και HHV), η εκτίμηση γίνεται πειραματικά με δείγματα καύσης και μετρήσεις εκλυόμενης θερμότητας. Μείωση του χρόνου με αξιόλογα αποτελέσματα δίνουν τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα με χρήση για την εκπαίδευση δειγμάτων καυσίμου (86 στην συγκεκριμένη περίπτωση). Αν και μικρό το δείγμα, είναι αντιπροσωπευτικό.

Για τα αποτελέσματα έγινε χρήση δύο μοντέλων παράλληλα. Ενός άμεσου και ενός απόλυτου. Επίσης έγινε σύγκριση με πειραματικά αποτελέσματα καθώς και αποτελεσμάτων από τύπο της βιβλιογραφίας (Parageorgiou 1981). Τα παραπάνω φαίνονται στον Πίνακα 4.

	Πειραματικ α μετρημένη LHV [kcal/kg]	Τιμές μοντέλου ANN LHV [kcal/kg]	Parageorgi ου LHV [kcal/kg]	Πειραματικ α μετρημένη HHV [kcal/kg]	Τιμές μοντέλου ANN HHV [kcal/kg]	Parageorgi ου HHV [kcal/kg]
Δείγμα N°1 (Άμεση ανάλυση)	1519	1481	1401	1894	1857	1692
Δείγμα N°2 (Άμεση ανάλυση)	1151	1258	1590	1519	1630	1925
Δείγμα N°1 (Απόλυτη ανάλυση)	1177	1179	N/A	1561	1559	N/A
Δείγμα N°2 (Απόλυτη ανάλυση)	1547	1515	N/A	1917	1888	N/A

Πίνακας 4. Αποτελέσματα από πειράματα και από το μοντέλο ANN

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα, έγινε χρήση Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου για βελτιστοποίηση μονάδας παραγωγής ενέργειας και συστημάτων αυτής και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Στην περίπτωση των Ηλεκτροστατικών φίλτρων δεν παράγονται αξιόπιστα αποτελέσματα λόγω της ανικανότητας της ένταξης των παραμέτρων ποιότητας της τέφρας στο στήσιμο της μονάδας με αποτέλεσμα να δίνουν τυπικές αποκλίσεις της τάξης του 10%.

Αντίθετα θετικά είναι τα αποτελέσματα για τις εκτιμήσεις της θερμογόνου δύναμης και των θερμοκρασιών τήξης της τέφρας. Αυτό καθιστά τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα κατάλληλα για αντικατάσταση των εργαστηρίων ανάλυσης, εξοικονομώντας εργατοώρες.

Βιβλιογραφία

- [1] Lucifredi, C. Mazziere and M. Rossi (2000), “Application of Multiregressive Linear Models, dynamic Kriging models and neural network models to predictive maintenance of hydroelectric power systems”, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Volume **14**, Issue 3, Pages 471-494
- [2] Arya L.D., Sakravidia D.K. and Kothari D. P. (2004), “Ready reserve power determination using artificial neural network, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*”, Volume **26**, Issue 7, Pages 473-477.
- [3] Seggiani M. (1999), “Empirical correlations of the ash fusion temperatures and temperature of critical viscosity for coal and biomass ashes, *Fuel*, Vol. **78**, pp. 1121-1125.
- [4] Wall F. T., Creelman A. R., Gupta P. R., Gupta K. S., Coin C., Lowe A. (1998), *Prog. Energy Combust. Sci.*, 1998; Vol. **24**, pp. 345-353.
- [5] Baxter L., Coal Database, <http://www.et.byu.edu/~larryb/CoalDatabase.htm>
- [6] Bryers W. Richard, Firside Slagging, Fouling and high temperature corrosion of heat transfer surface due to impurities in steam raising fuels, *Fuel*, 1996
- [7] Ninomiya Y., Sato A, Ash melting behaviour under coal gasification conditions
- [8] Papageorgiou N. Steam Generators, Volume 1, 1981, pp. 199

ΕΥΦΥΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟ
ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Δούκας Χ., Πατλιτζιάνας Δ. Κ., Ιατρόπουλος Κ., Παπαδοπούλου Γ.Α, Ψαρράς Ι.¹

Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης,
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Ζωγράφου - Αθήνα, Ελλάδα.

1. Εισαγωγή

Ο κτιριακός τομέας παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια αυξημένες τιμές ενεργειακής έντασης αλλά και την μεγαλύτερη τάση αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης ανάμεσα σε όλους τους τομείς. Επιπλέον, ολοένα και περισσότερο διαφαίνεται η ανάγκη ανάπτυξης εργαλείων και μεθοδολογιών, επιδιώκοντας τη βέλτιστη (ενεργειακά και περιβαλλοντικά) λειτουργία των εγκαταστάσεων, με στόχο αφενός μεν τη διασφάλιση συνθηκών άνετης διαβίωσης και αφετέρου τη διαχείριση ενέργειας σε ένα κτίριο. Συγκεκριμένα, σημαντικός είναι ο ρόλος που μπορούν να έχουν τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, εφόσον συμβάλλουν τόσο στον έλεγχο της διαχείρισης των λειτουργιών του κτιρίου όσο και της ενέργειας, εξασφαλίζοντας ουσιαστικά την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του ενεργειακού κόστους.

Σε αυτό το πλαίσιο, σκοπός της μελέτης είναι η περιγραφή της μεθοδολογικής προσέγγισης για την ανάπτυξη ενός πρότυπου, ολοκληρωμένου μοντέλου «ευφυούς» διαχείρισης των διαδικασιών των κτιρίων, μέσω της χρήσης των έμπειρων συστημάτων. Το ολοκληρωμένο αυτό μοντέλο με τις τελικές μονάδες λογισμικού για την έξυπνη βελτιστοποίηση των λειτουργιών του κτιρίου περιλαμβάνει δύο συνιστώσες:

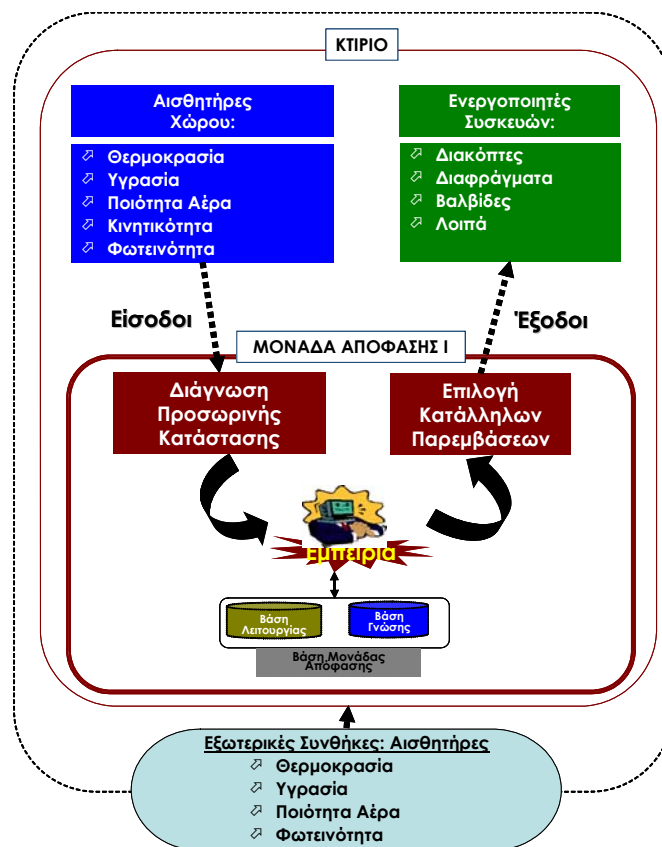
- ▲ **Συνιστώσα I - Διαχείριση Λειτουργιών του Κτιρίου:** Ο καθορισμός των προδιαγραφών και η ανάπτυξη του απαραίτητου λογισμικού της συγκεκριμένης συνιστώσας έχει σαν στόχο τη βελτιστοποίηση των κτιριακών λειτουργιών ενός τυπικού κτιρίου, στο πλαίσιο της εξοικονόμησης ενέργειας και της διαμόρφωσης άνετου εσωτερικού κλίματος.
- ▲ **Συνιστώσα II - Διαχείριση Ενέργειας:** Η συνιστώσα αυτή παρέχει τη βέλτιστη δυνατή κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και τη δυνατότητα υπόδειξης των κατάλληλων δράσεων ενεργειακής βελτίωσης. Η Συνιστώσα II δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην υιοθέτηση των κατάλληλων ενεργειακών τεχνολογιών επιτυγχάνοντας έτσι την οικονομικότερη λειτουργία της κτιριακής εγκατάστασης και συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην προστασία του περιβάλλοντος.

¹ Επικοινωνία: Χ. Δούκας, h.doukas@epu.ntua.gr, 210-7722084.

2. Συνιστώσα I - Διαχείριση Λειτουργιών του Κτιρίου

Η γενική φιλοσοφία της Συνιστώσας I του μοντέλου σχετικά με τη διαχείριση των λειτουργιών του κτιρίου, απεικονίζεται σχηματικά στο παρακάτω Σχήμα 1. Η γενική φιλοσοφία του βασίζεται στις αρχές των συστημάτων «Building Energy Management Systems (BEMS)».

Η παρακάτω παρουσίαση είναι η γενική απεικόνιση του μοντέλου, το οποίο έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε τύπου κτιρίου, με την κατάλληλη αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του (όπως συστήματα, αισθητήρες, χώροι). Σημαντικό τμήμα του μοντέλου είναι η «Μονάδα Απόφασης I» και οι συνδέσεις της με την είσοδο και την έξοδο ενός τυπικού συστήματος BEMS.



Σχήμα 1: Φιλοσοφία Συνιστώσας I

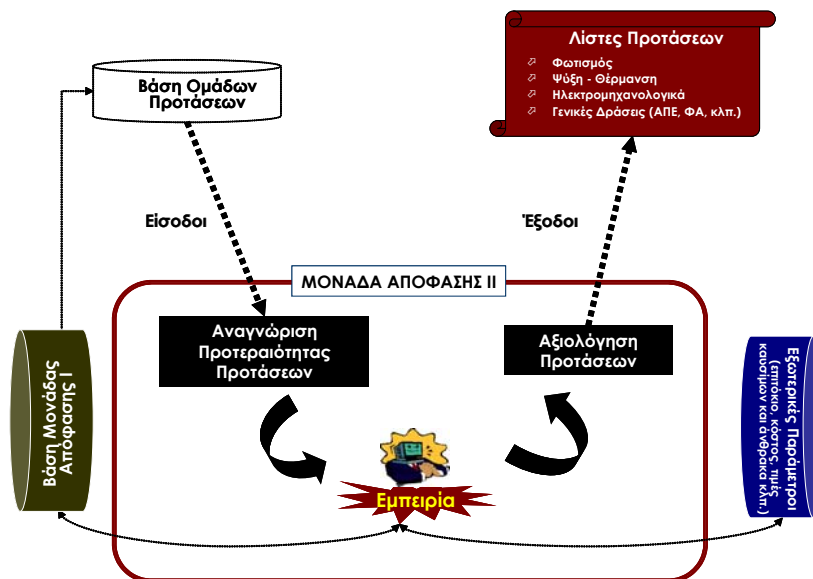
Συγκεκριμένα, η Συνιστώσα I περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα:

- ▲ **Αισθητήρες Χώρου:** Ελέγχουν τη θερμοκρασία / υγρασία, ποιότητα αέρα, κινητικότητα και φωτεινότητα.
- ▲ **Ενεργοποιητές Συσκευών:** Περιλαμβάνουν διακόπτες, διαφράγματα και βαλβίδες κ.α.

- Αισθητήρες Εξωτερικών Συνθηκών:** Για τη συνεργασία των ενεργειακών συστημάτων και των συστημάτων διαχείρισης των φυσικών ανοιγμάτων, χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη και οι εξωτερικές συνθήκες, μέσω της χρήσης αισθητήρων. Οι αισθητήρες ελέγχουν τη θερμοκρασία / υγρασία, ποιότητα αέρα και φωτεινότητα.
- Μονάδα Απόφασης I:** Απαραίτητη είναι η σύνδεση των απαιτήσεων χώρου (που ελέγχονται με τους αισθητήρες) με τις εντολές (που δίνονται προς τους ενεργοποιητές). Η σύνδεση αυτή στο προτεινόμενο μοντέλο επιτυγχάνεται μέσω μιας «Ευφυούς Μονάδας Απόφασης». Η μονάδα έχει τη δυνατότητα να κάνει διάγνωση της εκάστοτε κατάστασης των εσωτερικών συνθηκών και μέσω της «εμπειρίας» να αποφασίζει για τις αναγκαίες παρεμβάσεις, προσεγγίζοντας τις προεπιλεγμένες ή τις επιθυμητές συνθήκες, δίνοντας τις κατάλληλες εντολές στους ενεργοποιητές των συσκευών. Επιπλέον, μια σημαντική λειτουργία της μονάδας απόφασης είναι και η αποθήκευση όλων των σημαντικών πληροφοριών καθώς και της εμπειρίας στη βάση, η οποία αποτελείται ουσιαστικά από τη βάση λειτουργίας και τη βάση γνώσης.

3. Συνιστώσα II - Διαχείριση Ενέργειας

Η γενική φιλοσοφία της Συνιστώσας II του μοντέλου σχετικά με τη διαχείριση των λειτουργιών του κτιρίου απεικονίζεται σχηματικά στο παρακάτω Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Φιλοσοφία Συνιστώσας II

Συγκεκριμένα, η Συνιστώσας II περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα:

- Βάση Ομάδας Προτάσεων:** Στη βάση αυτή αποθηκεύεται το σύνολο των δυνατών πιθανών προτάσεων που περιλαμβάνουν επεμβάσεις στο φωτισμό, στη θέρμανση και ψύξη, στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και γενικές επεμβάσεις που έχουν να

κάνουν για παράδειγμα με τη χρήση φυσικού αερίου και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

▲ **Μονάδα Απόφασης II:** Αποτελεί «τον πυρήνα» του παρόντος μοντέλου και διενεργεί μια σειρά από διαδικασίες. Αρχικά, διερευνά τις προτάσεις αυτές με τη βοήθεια της εμπειρίας ώστε να αναγνωρίσει τις προτάσεις υψηλής προτεραιότητας. Στη συνέχεια, αξιολογείται η βιωσιμότητα των συγκεκριμένων προτάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από μια σειρά από ελέγχους και μέσω της εμπειρίας, λαμβάνοντας υπόψη εξωτερικές παραμέτρους που έχουν να κάνουν με το κόστος εξοπλισμού, τη φορολογική πολιτική, το επιτόκιο, το κόστος καυσίμου κ.α. Η χρήση της εμπειρίας καθιστά την συγκεκριμένη μονάδα σαν μια «Ευφυή Μονάδα Απόφασης». Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται η λίστα των προτάσεων που κρίνονται ως κατάλληλες. Επιπροσθέτως, το μοντέλο δίδει τη δυνατότητα να αξιολογείται η συνάφεια των προτάσεων της παραπάνω λίστας με το περιβάλλον, ώστε να αναδειχθούν οι περισσότερο περιβαλλοντικά φιλικές, λαμβάνοντας υπόψη συσχετιζόμενες εξωτερικές παράμετρος.

▲ **Εμπειρία:** Αποτελείται από τη βάση της μονάδας απόφασης της Συνιστώσας I και τις συσχετιζόμενες εξωτερικούς παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα:

- *Βάση Μονάδας Απόφασης I:* Πρόκειται για τη βάση της Συνιστώσας I. Ουσιαστικά, τα δεδομένα που αφορούν στα λειτουργικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της ομάδας προτάσεων που θα εισαχθούν στη Μονάδα Απόφασης II.
- *Εξωτερικές Παράμετροι:* Στο πλαίσιο της αξιολόγησης των πιθανών προτάσεων, μια σειρά από εξωτερικές παραμέτρους λαμβάνονται υπόψη έτσι ώστε να διερευνηθεί η καταλληλότητα εφαρμογής τους στο εκάστοτε κτίριο. Οι παράμετροι αυτοί δεν αφορούν στα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου αλλά αποτελούν όλα τα εξωτερικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα στην αξιολόγηση τόσο της βιωσιμότητας των δράσεων (π.χ. επιτόκιο της αγοράς, κόστος εξοπλισμού και καυσίμου κλπ.) και δευτερευόντως του ελέγχου συνάφειας με το περιβάλλον (π.χ. συντελεστές εκπομπών, τιμή άνθρακα κλπ.).

▲ **Λίστα Προτάσεων:** Αποτελείται από τη τελική λίστα προτάσεων με βάση τα αποτελέσματα της μονάδας απόφασης.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονισθεί ότι μέσω της χρήσης των βάσεων δεδομένων της Συνιστώσας I για τη Μονάδα Απόφασης II επιτυγχάνεται η σύνδεση μεταξύ των δύο συνιστωσών.

Με το παραπάνω τρόπο δίνεται η δυνατότητα ολοκληρωμένου ελέγχου τόσο της λειτουργικότητας όσο και της ενεργειακής διαχείρισης των εξεταζόμενων κτιρίων.

4. Εφαρμογή

Η ομάδα των συγγραφέων εφάρμοσε το συγκεκριμένο καινοτόμο ευφυές σύστημα στο κτιριακό συγκρότημα της εταιρείας «ΖΗΝΩΝ Α.Ε.» στην Αθήνα, Ελλάδα. Με βάση την πιλοτική εφαρμογή του μοντέλου, κρίθηκε ότι είχε ικανοποιητική απόδοση.

5. Συμπεράσματα

Το ευφυές μοντέλο αξιολογήθηκε σαν ένα ικανοποιητικό εργαλείο για τις επιχειρησιακές μονάδες, καθώς:

- ▲ Η Συνιστώσα I συνέβαλλε στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία και επίπεδα ποιότητας αέρα ήταν στα προκαθορισμένα όρια), ενώ εγγυούταν την πιθανή ενεργειακή εξοικονόμηση.
- ▲ Η Συνιστώσα II αποκάλυψε σημαντικό δυναμικό ενεργειακής εξοικονόμησης, μέσω της χρήσης αποδοτικότερων ενεργειακά τεχνολογιών, που αφορούν κυρίως στο φωτισμό στους χώρους των γραφείων, και στην εισαγωγή εναλλακτικών μορφών ενέργειας (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φυσικό αέριο).

Σημείωση:

Η συγκεκριμένη δημοσίευση συσχετίζεται με τα αποτελέσματα του έργου «ΕΞΕΝ-2Ε: Ευφυή Κτίρια – Εξοικονόμηση ΕΝέργειας στα κτίρια μέσω ευφούς Ελέγχου και Επικοινωνιών», το οποίο χρηματοδοτείται από την «Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας» του Υπουργείου Ανάπτυξης.

**ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ
ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ**

Κωνσταντίνος Μπουρούσης, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 157 80, τηλ. 2107723628, fvt@central.ntua.gr

1. Εισαγωγή

Το έργο “Strategies for development and diffusion of Energy Efficient Distribution Transformers (SEEDT)” χρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα “Intelligent Energy – Europe (SAVE)”. Στόχος του είναι η προώθηση των ενεργειακά αποδοτικών μετασχηματιστών διανομής. Η διάρκειά του θα είναι 30 μήνες. Η εκτέλεση του άρχισε την 1^η Ιανουαρίου 2006 και θα έχει ολοκληρωθεί την 30^η Ιουνίου 2008. Οι φορείς που εκτελούν το έργο είναι οι εξής:

- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Συντονιστής (Ελλάδα)
- Thelcon ΕΠΕ – Υπεργολάβος (Ελλάδα)
- Wuppertal Institut für Umwelt, Klima, Energie GmbH im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen (Γερμανία)
- Agence De l’environnement et de la Maitrise de l’Energie – ADEME (Γαλλία)
- Alternatives pour l’énergie, les énergies renouvelables et l’environnement – AERE (Γαλλία)
- Endesa Distribución Eleectrica (Ισπανία)
- Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche (FAST) (Ιταλία)
- AREVA T&D Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (Πολωνία)
- Łódzki Zakład Energetyczny S.A. – LZE (Πολωνία)
- Polish Copper Promotion Centre – PCPC (Πολωνία)

2. Σύνοψη

Έχει εκτιμηθεί από μελέτες ευρωπαϊκών έργων ότι το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στους μετασχηματιστές διανομής (ΜΤΔ) είναι περίπου 22 TWh ανά έτος για τις εταιρείες ηλεκτρισμού (που αντιστοιχούν σε εκπομπές 9 Mt CO₂) και 5 TWh για τη βιομηχανία και άλλους πελάτες μέσης τάσης. Η εξοικονόμηση αυτή αντιστοιχεί στην παραγωγή 3 μεγάλων θερμικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με άνθρακα) ή στην κατανάλωση 5,1 εκατομμυρίων κατοικιών. Το SEEDT θα προτείνει και θα εφαρμόσει στρατηγικές στην κατεύθυνση επίτευξης αυτής της εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι δράσεις του SEEDT περιλαμβάνουν προτάσεις για ενεργειακή κατηγοριοποίηση των ΜΤΔ (labelling), υποχρεωτικά πρότυπα ή εθελοντικές συμφωνίες καθώς ανάπτυξη

διαφορετικών μηχανισμών διάχυσης τεχνολογιών στην κατεύθυνση των χρηστών ΜΤΔ όπως οι εταιρείες ηλεκτρισμού, η βιομηχανία, τα κτίρια του τριτογενούς τομέα και οι διαχειριστές κτιρίων. Θα αναπτυχθούν επίσης εργαλεία λήψης αποφάσεων (decision support tools) και πληροφοριακό υλικό που θα υποβοηθούν τους χρήστες στην λήψη αποφάσεων σχετικά με την επιλογή ενεργειακά αποδοτικών ΜΤΔ.

Το SEEDT εναρμονίζεται με το “2005 Green Paper” που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Επικεντρώνεται δε στο άρθρο 13 σχετικά με τη βελτίωση της αποδοτικότητας της μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

3. Στόχοι του έργου

Οι στόχοι του SEEDT μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης στο χώρο των ΜΤΔ.
- Διαμόρφωση μιας πρότασης για την ενεργειακή κατηγοριοποίηση των ΜΤΔ κατά το πρότυπο των λευκών ηλεκτρικών συσκευών, των λαμπτήρων, των ballast και των αντλιών.
- Πρόταση μεθόδων για σταδιακή μετατόπιση των πωλήσεων ΜΤΔ από την κλάση D_kE_o προς την κλάση A_kA_o του προτύπου prEN 50464-1 το οποίο πρόκειται να τεθεί σε ισχύ και να αντικαταστήσει το ισχύον σήμερα HD428 στο οποίο οι αντίστοιχες κλάσεις είναι οι AA' και CC'.
- Ανάπτυξη τεχνολογικής επικοινωνίας & υπολογιστικών εργαλείων που θα υποβοηθούν τους αγοραστές στην προδιαγραφή και επιλογή του ΜΤΔ με οικονομοτεχνικά κριτήρια.
- Προώθηση της χρήσης νέων υλικών π.χ. άμορφου σιδήρου, για βελτίωση της απόδοσης των ΜΤΔ.
- Διερεύνηση της σκοπιμότητας:
 - ενεργειακής ταυτότητας (labelling) στους ΜΤΔ κατά το πρότυπο των λευκών ηλεκτρικών συσκευών, των λαμπτήρων, των ballast και των αντλιών
 - εθελοντικής συμφωνίας κατασκευαστών
 - καθιέρωσης υποχρεωτικού ευρωπαϊκού προτύπου
 - καθιέρωσης ελάχιστων απαιτήσεων στην κατασκευή ΜΤΔ
- Διερεύνηση της πρόθεσης των κατασκευαστών, αγοραστών και χρηστών των ΜΤΔ να αποδεχτούν τις ανωτέρω προτάσεις.
- Προώθηση των πρακτικών που είναι αποδεκτές από τους κατασκευαστές και μπορούν να εφαρμοστούν.

Μεταξύ των δράσεων του SEEDT θα είναι η διερεύνηση της θέλησης των κατασκευαστών και χρηστών ΜΤΔ να στραφούν προς μετασηματιστές χαμηλών

απωλειών καθώς και η σκοπιμότητα εφαρμογής ενός νέου πλαισίου θεσμών προς την κατεύθυνση αυτή. Ειδικότερα θα ερευνηθούν τα εξής:

- Ποια είναι η κατανομή των εγκατεστημένων ΜΤΔ στην Ελλάδα ανάλογα με τον τύπο τους;
- Ποιος τύπος ζητείται περισσότερο από τους αγοραστές σήμερα;
- Πόσο εκτιμούν οι αγοραστές την κλάση απωλειών του ΜΤΔ;
- Γνωρίζουν οι αγοραστές τα οφέλη από τους ΜΤΔ υψηλής απόδοσης;
- Θα ήταν αποδεκτό ένα υψηλότερο κόστος αγοράς (έως 30%) για έναν ΜΤΔ υψηλής απόδοσης;
- Διαφαίνεται τάση προς περισσότερο αποδοτικούς ΜΤΔ στα επόμενα 2 χρόνια;
- Ποια είναι τα κυριότερα εμπόδια (νομικής φύσης, κόστος, τεχνολογία παραγωγής, τελικοί χρήστες κ.λπ.);
- Πως μπορούν να υπερκεραστούν τα εμπόδια;
- Θα έχουν οι κατασκευαστές οικονομικά οφέλη εγκαθιστώντας μια νέα ενδεχομένως γραμμή παραγωγής για ΜΤΔ χαμηλών απωλειών;
- Είναι επαρκή τα πρότυπα HD428 για τους ΜΤ ελαίου ή το prEN 50464-1 που πρόκειται να το αντικαταστήσει καθώς και το HD538 για τους ΜΤ ξηρού τύπου για τις σύγχρονες τάσεις προς ενεργειακά αποδοτικά συσκευές;
- Υπάρχει ανάγκη για ένα νέο ευρωπαϊκό πρότυπο που να στοχεύει στην ενεργειακή απόδοση των μετασχηματιστών;
- Η ενδεχόμενη καθιέρωση ενεργειακής ταυτότητας (labelling) για τους ΜΤΔ, θα είναι χρήσιμη στους κατασκευαστές, αγοραστές και χρήστες ΜΤΔ; Η ενεργειακή ταυτότητα έχει ήδη εφαρμοσθεί στις αντλίες, τις ψυκτικές μονάδες και εξετάζεται για τα φωτιστικά οδοφωτισμού.

Οι δράσεις του SEEDT θα στοχεύουν επίσης στην αντιμετώπιση των εμποδίων για τη διάδοση ΜΤΔ χαμηλών απωλειών. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά από τα εμπόδια που θα γίνει προσπάθεια να αντιμετωπισθούν:

- Έλλειψη ενημέρωσης και ενδιαφέροντος από την πλειοψηφία των ηλεκτρικών εταιρειών, βιομηχανιών και κτιρίων του τριτογενούς τομέα σχετικά με τις τεχνολογίες ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων
- Έλλειψη πληροφοριών σχετικά με το πραγματικό κόστος και τα οφέλη από την εγκατάσταση και χρήση των ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων
- Υψηλό κόστος των μετασχηματιστών χαμηλών απωλειών
- Οι πρόσφατα ιδιωτικοποιημένες ηλεκτρικές εταιρείες δείχνουν μικρό ενδιαφέρον για προβλήματα με βάθος χρόνου. Συνήθως επιδιώκουν σύντομους χρόνους απόσβεσης των επενδύσεών τους σε σύγκριση με τις πρώην κρατικές εταιρείες των

οποίων έχουν καταλάβει τη θέση τους. Γενικώς, οι εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν τις επενδύσεις παγίων.

4. Αναμενόμενα αποτελέσματα

Μετά την ολοκλήρωση του SEEDT αναμένεται να έχουν επιτευχθεί τα κάτωθι:

- Συνειδητοποίηση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας από κατασκευαστές, αγοραστές και χρήστες
- Εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων από τις συζητήσεις ώστε να επαναπροσδιορισθούν οι στρατηγικές
- Υλοποίηση εκστρατείας για την προώθηση ΜΤΔ υψηλής απόδοσης
- Ενθάρρυνση του ανταγωνισμού μεταξύ των κατασκευαστών για την παραγωγή ΜΤΔ υψηλής απόδοσης

5. Η μέχρι σήμερα πρόοδος

Κατά το διαρρέυσαν διάστημα των 10 μηνών από την έναρξη του έργου έχουν ολοκληρωθεί οι κατωτέρω ενέργειες:

- Καταγραφή του πλήθους των ΜΤΔ ανά κατηγορία και τύπο σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκέντρωση τεχνικών στοιχείων όπως οι απώλειες φορτίου και εν κενώ, ο βαθμός φόρτισης, οι αρμονικές κ.λπ. Ανάλυση και επεξεργασία των συγκεντρωθέντων δεδομένων.
- Διεξαγωγή συμποσίων και ανοιχτών συζητήσεων για τη διερεύνηση της θέλησης των κατασκευαστών και χρηστών ΜΤΔ να στραφούν προς μετασηματιστές χαμηλών απωλειών καθώς και τη σκοπιμότητα εφαρμογής ενός νέου πλαισίου θεσμών προς την κατεύθυνση αυτή. Η συμμετοχή και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων είναι επίσης επιθυμητή.
- Έκδοση δελτίου τύπου με τους στόχους του SEEDT, τις δραστηριότητες των εταιρών καθώς και με υλικό τεχνολογικής πληροφόρησης για τους ΜΤΔ χαμηλών απωλειών.
- Συμμετοχή των εταιρών του έργου σε συνέδρια, συμπόσια, ημερίδες και σεμινάρια με στόχο την ενημέρωση των χρηστών ΜΤΔ για τους στόχους του SEEDT. Πέραν της ενημέρωσης, επιδιώκεται η ανίχνευση των προθέσεων των χρηστών για τις σχεδιαζόμενες δράσεις (πρότυπα, εθελοντικές συμφωνίες, labeling κ.λπ.), η αξιολόγηση των απόψεών τους και ο συγκερασμός τους σε ένα πλαίσιο κοινών αποδεκτών ενεργειών.

- Δημιουργία ιστοσελίδας του SEEDT στο διαδίκτυο: <http://seedt.ntua.gr/>. Η ιστοσελίδα είναι προσβάσιμη από τους ενδιαφερόμενους. Περιλαμβάνει όμως ένα τμήμα ανοιχτό μόνο στους εταίρους για την ανταλλαγή υλικού και απόψεων.

6. Αντί επιλόγου

Το SEEDT επιδιώκει να προτείνει μέτρα που να είναι εφικτά, αποδοτικά και αποδεκτά από τους χρήστες ΜΤΔ. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν οι γνώμη των καθ' ύλην αρμοδίων, δηλαδή των εταιρειών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, των κατασκευαστών ΜΤΔ, των τελικών χρηστών αλλά και των φορέων που εμπλέκονται στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας. Η γνώμη όλων αυτών θα είναι πολύτιμη για το έργο και κατά συνέπεια ευπρόσδεκτη. Όλοι οι ανωτέρω μπορούν να διατυπώνουν τις θέσεις τους είτε κατ' ευθείαν στους εκπροσώπους του SEEDT στην Ελλάδα είτε ηλεκτρονικά στην ιστοσελίδα του.



**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Ε. Τριάντη
Δρ. Αρχιτέκτων Μηχανικός
Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης Ε.Μ.Π.
etrianti@chemeng.ntua.gr

Ι. Τζουβαδάκης
Αρχιτέκτων Μηχανικός Ε.Μ.Π
Επ. καθηγητής Ε.Μ.Π.
itzouvad@central.ntua.gr

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ένταξη περιβαλλοντικών παραμέτρων στην διαδικασία επανασχεδιασμού των υφιστάμενων κτιρίων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στα ανθρώπινα οικοσυστήματα εφόσον, όπως είναι γνωστό, τα υφιστάμενα κτίρια αποτελούν την μεγάλη πλειοψηφία του δομημένου χώρου σε σύγκριση με τα νέα. Έτσι και στους νέους κανονισμούς και διατάγματα σχετικά με την «ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στις δυνατότητες εφαρμογής συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ήπιων μορφών ενέργειας σε υπάρχοντα κτίρια, με προτεραιότητα στα κτίρια του δημόσιου τομέα.

Σύμφωνα με εκτεταμένες έρευνες των τελευταίων χρόνων, τα εκπαιδευτικά κτίρια παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες ως προς τα αρχιτεκτονικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους καθώς και σε θέματα συντήρησης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, ενώ συχνά διακρίνονται για υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις σε σύγκριση με αντίστοιχα κτίρια τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα.

Είναι επίσης γνωστό ότι η βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης στα σχολεία σε συνδυασμό με την χρησιμοποίηση οικολογικών υλικών κατασκευής, επηρεάζει άμεσα τόσο την εσωτερική ποιότητα αέρα, όσο και την απόδοση των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Στα πλαίσια της παραπάνω προβληματικής, παρουσιάζεται στην εργασία αυτή η μεθοδολογία ενός διεθνούς ερευνητικού προγράμματος που απευθύνεται στα υπάρχοντα εκπαιδευτικά κτίρια με τους παρακάτω στόχους: α) την διερεύνηση τεχνικών, λειτουργικών και διοικητικών φραγμών στην εφαρμογή περιβαλλοντικών κριτηρίων για τον ανασχεδιασμό εκπαιδευτικών κτιρίων στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες του εξωτερικού, και β) την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την τεχνική υποστήριξη της διοίκησης και των μηχανικών κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων ως προς την ενσωμάτωση μέτρων και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην φάση του επανασχεδιασμού.

Η έρευνα βασίζεται στην ανάλυση αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων εκπαιδευτικών κτιρίων στην Ελλάδα και σε άλλες εννέα χώρες στην Ευρώπη και Αμερική, στα οποία ένας συνδυασμός καινοτόμων και ήδη δοκιμασμένων συστημάτων

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ορθολογικής χρήσης ενέργειας έχουν εφαρμοσθεί κατά την διαδικασία ανασχεδιασμού, με άμεσα αποτελέσματα τόσο ως προς την βελτίωση των συνθηκών θερμικής, οπτικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα όσο και ως προς την ελάττωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των αντίστοιχων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το πρόγραμμα του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (I.E.A.) “Retrofitting in Educational Buildings-Energy Concept Adviser for Technical Retrofit Measures” βασίζεται στην συγκριτική αξιολόγηση 25 «μελετών-περιπτώσεων» (case studies) περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού εκπαιδευτικών κτιρίων από δέκα διαφορετικές χώρες της Ευρώπης και των Η.Π.Α. Τα κτίρια αυτά έχουν επιλεγεί ως αντιπροσωπευτικά παραδείγματα εκπαιδευτικών κτιρίων στα οποία ένας συνδυασμός συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ήπιων μορφών ενέργειας έχουν ενταχθεί στην διαδικασία επισκευής ή ανακαίνισης μεγαλύτερης ή μικρότερης κλίμακας.

Στόχος του προγράμματος είναι η συλλογή και αξιολόγηση συστημάτων και μέτρων περιβαλλοντικού επανασχεδιασμού εκπαιδευτικών κτιρίων από κάθε χώρα. Η ανάλυση περιλαμβάνει στοιχεία ενεργειακής εξοικονόμησης, περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας, οδηγίες σχεδιασμού και κατασκευής, απόψεις των χρηστών και χρήσιμα συμπεράσματα για κάθε ένα από τα συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση.

Τα βασικά στοιχεία της ανάλυσης χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την υποστήριξη της διοίκησης και των μηχανικών ως προς την ενσωμάτωση μέτρων και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην διαδικασία ανασχεδιασμού των εκπαιδευτικών κτιρίων. Η μεθοδολογία αυτή αναπτύχθηκε με την μορφή ενός ηλεκτρονικού εργαλείου σχεδιασμού, διαθέσιμου μέσω internet, που ονομάζεται “energy concept adviser” και είναι το τελικό αποτέλεσμα του προγράμματος.

3. Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Σύμφωνα με την μεθοδολογία ανασχεδιασμού του προγράμματος που εφαρμόστηκε στις μελέτες περίπτωσης η ανάλυση κάθε κτιρίου περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- 3.1. Καταγραφή των **οικοδομικών, κλιματολογικών και ενεργειακών στοιχείων** των κτιρίων και της περιοχής τους. (Αρχιτεκτονικά σχέδια, οικοδομικές λεπτομέρειες, υλικά κατασκευής, περιβαλλοντικές και κυκλοφοριακές επιβαρύνσεις ενεργειακές καταναλώσεις, στοιχεία μικροκλίματος κλπ.).

- 3.2. Καταγραφή των **απόψεων των χρηστών** του κτιρίου σχετικά με τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στους χώρους τους (εκπαιδευτικοί, διοικητικό προσωπικό, μαθητές, γονείς, περίοικοι).
- 3.3. Καταγραφή των επιπέδων **θερμοκρασίας, υγρασίας και φυσικού φωτισμού και ποιότητας αέρα** στο εσωτερικό των κτιρίων με χρήση απλών καταγραφικών μεθόδων (θερμοϋγρόμετρα, φωτόμετρα, κλπ.)
- 3.4. Κατάστρωση **σεναρίων βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των κτιρίων** σε συνεργασία με τους χρήστες και διοικητικούς υπευθύνους, σύμφωνα με τις αρχές του ECA. Διερεύνηση των μέτρων και τεχνολογιών που προβλέπονται, σύμφωνα με κριτήρια περιβαλλοντικά, κόστους/οφέλους, λειτουργικά, αισθητικά κλπ.
- 3.5. **Προτάσεις ανασχεδιασμού των κτιρίων**, με ενσωμάτωση περιβαλλοντικών συστημάτων τόσο δοκιμασμένων όσο και καινοτόμων (ηλιακά, φωτοβολταϊκά, υβριδικά συστήματα κλπ.) σύμφωνα με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

Οι προτάσεις ανασχεδιασμού χωρίζονται γενικά σε πέντε κατηγορίες :

A. Κτιριακό κέλυφος

- Βελτίωση της θερμομόνωσης των εξωτερικών τοιχοποιιών
- Βελτίωση του συντελεστή θερμοορατότητας των ανοιγμάτων
- Μείωση της διείσδυσης από τις κάσες των παραθύρων
- Χρήση συστημάτων σκιασμού
- Χρήση απλών παθητικών ηλιακών συστημάτων
- Χρήση στοιχείων φυσικού φωτισμού

B. Θέρμανση / Δροσισμός

- Έλεγχος συστημάτων θέρμανσης
- Έλεγχος συστημάτων κλιματισμού
- Αύξηση απόδοσης ανεμιστήρων ή αντλιών
- Θερμομόνωση αγωγών και σωληνώσεων
- Βελτίωση του συστήματος παροχής θέρμανσης και ψύξης
- Αλλαγή φίλτρων και air handling units (ahu)
- Μείωση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού

Γ. Αερισμός

- Φυσικός αερισμός
- Νυχτερινός αερισμός
- Ανεμιστήρες οροφής
- Άλλα συστήματα αερισμού
- Εξατμιστικοί ψύκτες

- Ηλιακές καμινάδες
- Ψύξη μέσω του εδάφους
- Θερμική μάζα
- Βελτίωση του μικροκλίματος

Δ. Φωτισμός

- Μείωση εσωτερικών επιπέδων φωτισμού
- Εντοπισμένος φωτισμός (task lighting)
- Έλεγχος των εσωτερικών συστημάτων τεχνητού φωτισμού
- Αυξημένη απόδοση φωτιστικών πηγών ή πηνίων
- Έλεγχος του εξωτερικού φωτισμού

Ε. Άλλα στοιχεία περιβαλλοντικού σχεδιασμού

- Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Βελτίωση του μικροκλίματος

4. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στα παραδείγματα που παρουσιάζονται συνοπτικά πιο κάτω, έχει χρησιμοποιηθεί η διαδικασία του «ολοκληρωμένου περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού», κατά την οποία τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (διαστάσεις, προσανατολισμοί, οργάνωση και διαμόρφωση χώρων, υλικά κατασκευής κλπ), συνδυάζονται με την χρήση των χώρων και τα περιβαλλοντικά συστήματα, έτσι ώστε να επιτευχθούν αποτελέσματα χαμηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, προσαρμοσμένα στις λειτουργικές ανάγκες και με υψηλά επίπεδα άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα. Τα παραδείγματα διακρίνονται σύμφωνα με τις αρχές ολοκληρωμένου περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού που έχουν χρησιμοποιηθεί:

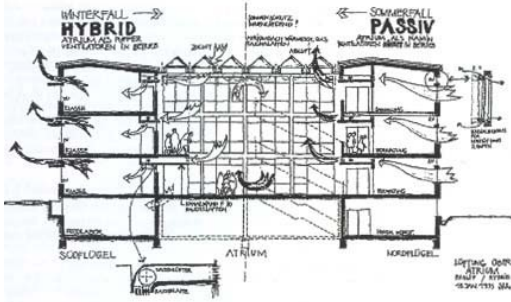
4.1. Χρησιμοποίηση των χώρων μετάβασης ως βάση του νέου συστήματος αερισμού των κτιρίων

4.1.1. Σχολείο Μπ. Μπρεχτ στη Γερμανία (σχ. 1)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Μετατροπή κεντρικής αυλής σε αίθριο ως βάση του υβριδικού συστήματος αερισμού

4.1.2. Πανεπιστημιακό κτίριο στα Ιωάννινα (σχ. 2)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Βιοκλιματική οροφή, υπεδάφιο σύστημα δροσισμού



Σχ. 1. Σχολείο Μπ. Μπρεχτ στη Γερμανία



Σχ. 2. Πανεπιστημιακό κτίριο στα Ιωάννινα

4.2. Ενσωμάτωση καινοτομικών συστημάτων αερισμού

4.2.1. Σχολείο στο Ballerup, Δανία (σχ. 3)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Καινοτομικά συστήματα αερισμού/φυσικού φωτισμού, οικολογικά υλικά

4.2.2. Σχολείο Enghøjkenen στη Δανία

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Συστήματα φυσικού αερισμού οικολογικά υλικά, συμμετοχικός σχεδιασμός

4.2.3. Σχολείο Kampen στη Νορβηγία (σχ. 4)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Καινοτομικός πύργος αερισμού, ενσωματωμένο σύστημα αερισμού και φυσικού φωτισμού, οικολογικά υλικά



Σχ. 3. Σχολείο στο Ballerup, Δανία



Σχ. 4. Σχολείο Kampen στη Νορβηγία

4.3. Ολιστική προσέγγιση (συνδυασμός πολύπλοκων περιβαλλοντικών συστημάτων πλήρως ενσωματωμένων στο κτίριο)

4.3.1. Πανεπιστημιακό κτίριο στο Thames Valley στην Μεγάλη Βρετανία (σχ. 5)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Παθητικό σύστημα αερισμού, νυκτερινός δροσισμός, αποδοτικά συστήματα θέρμανσης και φωτισμού

4.3.2. Πανεπιστημιακό κτίριο Ε.Μ.Π. στην Αθήνα (σχ. 6)

- Ειδικά χαρακτηριστικά: Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα ενσωματωμένο στο κτίριο, αγωγοί φυσικού αερισμού/φωτισμού, ηλιακά ράφια, ηλιακοί χώροι, στεγασμένο αίθριο



Σχ. 5. Πανεπιστημιακό κτίριο στο Thames Valley στην Μεγάλη Βρετανία



Σχ. 6. Πανεπιστημιακό κτίριο Ε.Μ.Π. στην Αθήνα

Όπως είναι φανερό, η μορφολογία κάθε κτιρίου καθοδήγησε την εφαρμογή συγκεκριμένων προτάσεων, οι οποίες βελτιώνουν την βιοκλιματική λειτουργία, αλλά και την περιβαλλοντική του εικόνα.

Πέρα από τις μελέτες-περιπτώσεις που παρουσιάστηκαν συνοπτικά εδώ, η μεθοδολογία αυτή έχει ήδη εφαρμοσθεί πειραματικά και σε άλλες περιπτώσεις περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού εκπαιδευτικών κτιρίων στη χώρα μας σε συνεργασία με τους αντίστοιχους φορείς (Κτίρια Πολιτικών Μηχανικών και Διοίκησης του Ε.Μ.Π., κτίρια του Ο.Σ.Κ., ΥΠΠΟ, Πανεπιστημίου Πατρών κλπ), ενώ έχει περιληφθεί σε μαθήματα προπτυχιακού και μεταπτυχιακού επιπέδου και παρουσιασθεί σε σεμινάρια επιμόρφωσης μηχανικών.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αποδεικνύεται από την ανάλυση των προτάσεων, οι στρατηγικές ανασχεδιασμού που περιγράφονται μπορούν να καλύψουν ένα σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών ενός εκπαιδευτικού κτιρίου με σύγχρονη βελτίωση του επιπέδου θερμικής και οπτικής άνεσης των χρηστών του.

Η κλίμακα, η μορφολογία και ο τρόπος κατασκευής κάθε κτιρίου επηρεάζουν τον χαρακτήρα των επεμβάσεων ως προς την πολυπλοκότητα, το κόστος και τις δυνατότητες εφαρμογής τους.

Μια που τα εκπαιδευτικά κτίρια είναι πρότυπα για την κοινωνία, τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από τις επεμβάσεις ολοκληρωμένου περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού συντελούν στην ανάπτυξη της ενεργειακής συνείδησης των μαθητών και του διδακτικού και διοικητικού προσωπικού καθώς και ευρύτερων κοινωνικών ομάδων τόσο στον Δημόσιο όσο και στον Ιδιωτικό Τομέα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. I.E.A. ECBCS Annex 36: Retrofitting of Educational Buildings-REDUCE – Case Study Reports, Editor Ove Morck, September 2003.
2. Heike Klutting, Hans Erhorn, Ove Morck. I.E.A. ECBCS Annex 36: Retrofitting of Educational Buildings-REDUCE – Case Study Reports of 10 different Countries.
3. Y. Mansouri, F. Allard. M. Musy “Building Envelope design for Natural Ventilation” in PLEA 2002 proceedings, p. 921, vol. 2.
4. R. Bensalem, S. Mahamed, K. RiHassar “Climate responsive urban forms: Courtyard versus atrium buildings” in PLEA 2002 proceedings, p.535, v. 2.
5. “Guidelines for the improvement of Energy Efficiency in the European University Campus”, E.C. Save II project, 2001.

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ
ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ**

Ι. Τζουβαδάκης

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Ε. Τριάντη

Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης Ε.Μ.Π.

Τελευταία διεξάγονται συχνά έρευνες επάνω στα φαινόμενα της «αστικής νησίδας» και της «αστικής χαράδρας», όροι που υποδηλώνουν ιδιαίτερα κλιματικά δεδομένα για μια αστική περιοχή σε σχέση με αυτά που επικρατούν στον ευρύτερο χώρο του αστικού περιβάλλοντος. Πρόκειται για κλιματικά φαινόμενα που δημιουργούνται από την παρεμβολή πολεοδομικών και οικοδομικών παραμέτρων και αστικών δραστηριοτήτων στο υπάρχον κλίμα της περιοχής, το οποίο τροποποιούν δημιουργώντας τοπικά ένα επίκτητο χαρακτηριστικό «μικροκλίμα». Τέτοιες παράμετροι πέρα από το ανάγλυφο του εδάφους είναι η μορφή και η διάταξη του αστικού ιστού σε σχέση με τον γεωγραφικό προσανατολισμό, τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως διάταξη πλατύς και γεωμετρία του οδικού δικτύου, η έκταση των ελευθέρων υπαίθριων χώρων η ποιότητα χλωρίδας που διαθέτουν, η μορφή και η έκταση των οικοδομικών τετραγώνων, η πυκνότητα και το ύψος των κτιρίων, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη δόμηση, κλπ. Στη σύγχρονη ενεργοβόρα μεγαλούπολη ο αστικός χώρος «κλιματίζεται αρνητικά» από τη λειτουργία χιλιάδων κλιματιστικών μηχανημάτων των κτιρίων, ενώ πολύ συχνά παρατηρούμε τις φιλότιμες προσπάθειες πολλών καταστηματαρχών αναψυκτηρίων σε καλοκαιρινούς μήνες να προσπαθούν να δημιουργήσουν τεχνητή δροσιά και ρεύμα αέρα με ψεκασμό νερού και ανεμιστήρες σε υπαίθριους χώρους, οι οποίοι θα μπορούσαν με άλλο σχεδιασμό να δροσίζονται με φυσικό τρόπο.

Οι φυτεμένοι κυρίως υπαίθριοι χώροι σήμερα αναγνωρίζονται ως ένα πολύτιμο φυσικό αγαθό το οποίο πρέπει να διαφυλαχτεί με κάθε θυσία από την διάθεση οικοπεδοποίησης και δόμησης που οι υψηλές αξίες γης στον αστικό χώρο επιβάλλουν. Μέχρι πρόσφατα με διάφορες μεθοδεύσεις πολλοί τέτοιοι φυτεμένοι χώροι στις πόλεις περιορίστηκαν για τη δημιουργία προσβάσεων σε χώρους υπόγειας στάθμευσης κάτω από πλατείες,, αλλού δέντρα κόπηκαν για μικροαθλητικές εγκαταστάσεις και για την ανέγερση αναψυκτηρίων και πολλές επιφάνειες χώματος και πρασίνου πλακοστρώθηκαν για τη δημιουργία άλλων «κοινοφελών» δραστηριοτήτων. Η αξία διατήρησης αυτών των φυτεμένων υπαίθριων χώρων γίνεται πιο επιτακτική αν υπολογίσουμε τον αποκλεισμό δεντροφύτευσης και την «τσιμεντοποίηση» εκτεταμένων επιφανειών των σύγχρονων προκηπίων και των αυλών των κτιρίων αλλά και των πεζοδρομίων στις πόλεις για τη στάθμευση και τη διέλευση Ι.Χ. οχημάτων στα κτίρια.

Παρόλο το ενδιαφέρον της τοπικής αυτοδιοίκησης και των ειδικών για τη συνεισφορά των υπαίθριων χώρων στη βελτίωση της κοινωνικής ζωής, παρατηρείται μια τάση μείωσης της λειτουργικότητας και της σημασίας τους, που χαρακτηρίζεται από κάποια υποβάθμιση του ρόλου τους ως χώρων παραμονής και ξεκούρασης για τους κατοίκους. Επίσης συχνά παραβλέπεται ο ρόλος τους ως ρυθμιστών στη δημιουργία ενός ευεργετικού μικροκλίματος που βελτιώνει το περιβάλλον στην πόλη και συμβάλλει στην εξοικονόμηση της ενέργειας. Το ερώτημα που τίθεται είναι πόσο βαρύνουσα είναι η συμβολή της αρχιτεκτονικής και πολεοδομικής σύνθεσης των χώρων αυτών στη δημιουργία ευνοϊκών περιβαλλοντικών συνθηκών.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε από ερευνητική ομάδα του Ε.Μ.Π. για μια συστηματική διερεύνηση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε δημόσιους κοινόχρηστους υπαίθριους χώρους στην Αθήνα. Η έρευνα αυτή ξεκίνησε πιλοτικά τον Ιούνιο του 2006 και προβλέπεται να περατωθεί τον Φεβρουάριο του 2007.

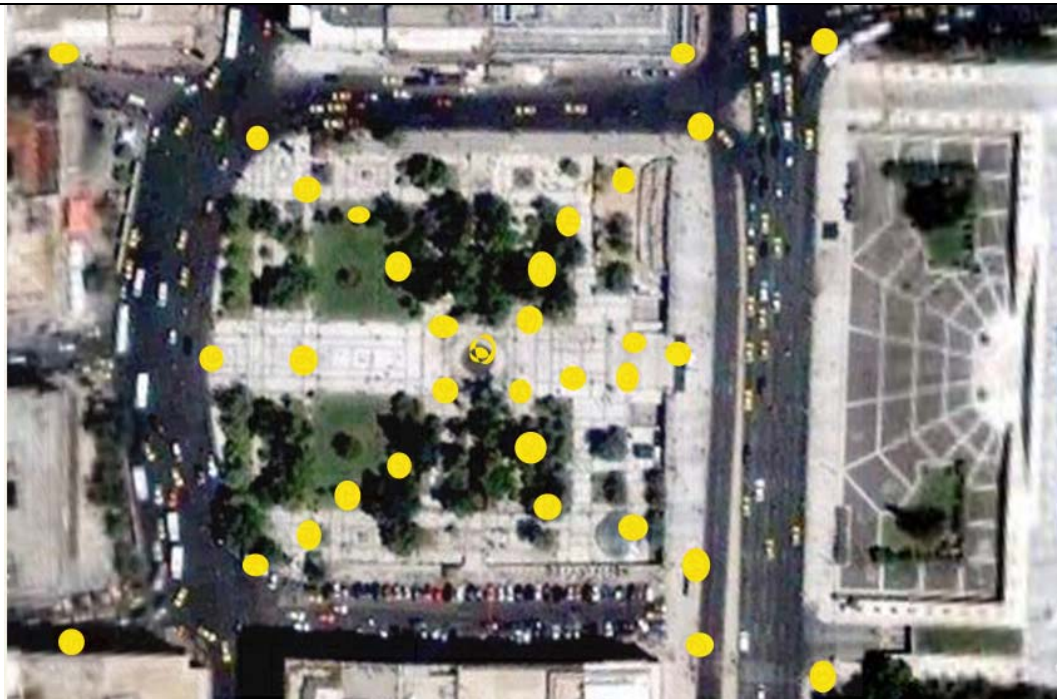
Σκοπός της έρευνας είναι ο προσδιορισμός των συνθηκών θερμικής άνεσης σε συνάρτηση με τις χρήσεις των χώρων και τις βασικές παραμέτρους σχεδιασμού τους (υλικά, φυτεύσεις, σκιασμός, χρήση νερού κλπ) με στόχο τη δημιουργία ευεργετικού φυσικού μικροκλίματος μέσα από ανασχεδιασμό και αρχιτεκτονικές ή πολεοδομικές μικροεπεμβάσεις σε κάθε περιοχή.

Η έκτασή της έρευνας περιορίζεται, προς το παρόν, στο λεκανοπέδιο Αττικής, όπου κατά μήκος ενός νοητού άξονα Βορρά – Νότου εξετάζονται οι κύριες περιβαλλοντικές παράμετροι χώρων πλατειών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και επιφανειακή θερμοκρασία των υλικών), σε συνδυασμό με παρατηρήσεις και ερωτηματολόγια προς τους χρήστες των χώρων αυτών.

Η επιλογή των χώρων καταγραφής έγινε αφενός με κριτήριο να εξεταστούν χώροι σε μια νοητή τομή του λεκανοπεδίου με διαφορετικό υψόμετρο, αφετέρου οι χώροι να διαθέτουν ποικιλία χρήσεων, υλικών δόμησης, χλωρίδας ή και υδάτινων επιφανειών καθώς και ιδιαιτερότητες σε σχέση με τον περιβάλλοντα πολεοδομικό ιστό της πόλης.

Οι καταγραφές γίνονται, πέρα από την κύρια Ερευνητική Ομάδα των συγγραφέων και από μεταπτυχιακούς σπουδαστές του Ε.Μ.Π., καθώς και από προπτυχιακούς φοιτητές στα πλαίσια εκπόνησης Διπλωματικών Εργασιών.

Τα μέσα έρευνας είναι τοπογραφικοί χάρτες και αεροφωτογραφίες της περιοχής, καταγραφικά έντυπα, ερωτηματολόγια, επίγειες φωτογραφίες και όργανα μέτρησης. Ειδικά, ως όργανα μέτρησης χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά καταγραφικά χειρός για την μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, της ατμοσφαιρικής υγρασίας, της έντασης και διεύθυνσης του ανέμου, της εκπεμπόμενης θερμοκρασίας από τα διάφορα δομικά υλικά, την χλωρίδα και τις υδάτινες επιφάνειες, καθώς και αυτόματοι προγραμματιζόμενοι καταγραφείς θερμοκρασίας και υγρασίας. Η διπλή καταγραφή



Εικ. 2. Δορυφορική απεικόνιση της πλατείας Συντάγματος. Τα κίτρινα στίγματα είναι τα επιλεγμένα σημεία καταγραφής των περιβαλλοντικών δεδομένων της περιοχής



Εικ. 3 Αριστερά: Καταγραφικό θερμοκρασίας υγρασίας.
 Μέσο: Αυτόματο προγραμ ματιζόμενο με Η/Υ καταγραφικό θερμοκρασίας υγρασίας.
 Δεξιά: Καταγραφικό της ακτινοβολούμενης θερμοκρασίας των υλικών

θερμοκρασίας και υγρασίας τόσο αυτόματα όσο και χειροκίνητα επελέγη για λόγους καλλίτερης ακρίβειας και ελέγχου.

Για κάθε εξεταζόμενη περιοχή επάνω σε πρόσφατη αεροφωτογραφία της επιλέγεται μια σπειροειδής πορεία από την περιφέρεια προς το κέντρο κατά μήκος της οποίας προβλέπονταν στάσεις όπου καταγράφονταν θερμοκρασίες ακτινοβολίας των υλικών. Παράλληλα γινόταν καταγραφή και του μικροκλίματος σε κάθε θέσης μέτρησης. Το μικροκλίμα της περιοχής συγκρινόταν κατόπιν με τις ευρύτερες κλιματικές συνθήκες που καταγράφονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς.

Η συχνότητα των καταγραφών για κάθε περιοχή ορίστηκε σε μια φορά στα μέσα του κάθε μήνα και πάντα ακολουθείται η αυτή πορεία καταγραφής

Επίσης δοκιμάστηκε με επιτυχία η ολιγόλεπτη μαγνητοσκόπηση από σημεία με γενική εποπτεία της περιοχής έρευνας, παράλληλα με τις μετρήσεις, ώστε να μπορούν να εκτιμηθούν οι δραστηριότητες των ατόμων που βίωναν τον εξεταζόμενο χώρο, η ενδυμασία που έφεραν (ελαφρά, βαριά), οι τοποθεσίες όπου αυτοί προτιμούσαν να συλλάβουν, η συμπεριφορά βαδίσματος (βιαστικό βήμα ή διάθεση περιπάτου), οι μετακινήσεις σε παρέες ή ατομικά, το φύλο, η ηλικία των διερχομένων κλπ.

Έχουν εντοπιστεί μέχρι σήμερα πάνω από 30 διαφορετικά υλικά δόμησης που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στους δημόσιους υπαίθριους χώρους, συχνά με διαφοροποίηση του αστικού εξοπλισμού ανά περιοχή (σχεδιασμός και υλικά), και ποικιλία χλωρίδας. Για όλα τα παραπάνω αντικείμενα καταγράφεται η θερμική ακτινοβολία που εκπέμπουν σε σχέση με τις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες.

Έχουν εντοπιστεί και έχουν καταγραφεί αρχιτεκτονικές και πολεοδομικές συνθέσεις ευνοϊκές προς τους χρήστες και το περιβάλλον, ενώ αλλού καταστάσεις πρακτικά αποτρεπτικές για παραμονή ή και διέλευση ατόμων. Η ορθολογική διαχείριση των δομικών υλικών και η χρήση χλωρίδας και υδάτινων επιφανειών φαίνεται να παίζει σημαντικό ρυθμιστικό ρόλο εφόσον βελτιώνει αισθητά το κλίμα της περιοχής και διευκολύνει τους πολίτες σε αυθόρμητη συνάθροιση και παραμονή για μεγάλα διαστήματα του χρόνου.

Ένας από τους στόχους της έρευνας είναι η κατάρτιση ενός συμβουλευτικού οδηγού σχετικά με τις με αρχές και πρακτικές ορθολογικού σχεδιασμού υπαίθριων χώρων και χρήσεως δομικών υλικών και αστικού εξοπλισμού υπό το πρίσμα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Οι πρώτες ενδείξεις μας ενθαρρύνουν στη κατεύθυνση αυτή.

1. Givoni, B et al, 2002, "Outdoor comfort research issues", in Energy and Buildings, vol. 1462 pp. 1-10
2. Hoppe, P., 2002 "Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort", in Energy and Buildings, vol. 34 pp. 661-665

**Η ΑΝΤΛΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ
ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΩΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ
ΔΟΜΗΣΗ & ΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΩΣ
ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ
ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Ευαγγελία Βαρουτά – Φλώρου, Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

**M.Sc. Συντήρηση & Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων & Συνόλων
Μενελάου 63, Καλλιθέα 176 72, Αθήνα
Τηλ.-Φαξ: 210 9525846/ κιν. 6973 690448
email: evf@tee.gr**

Τα ιστορικά κτίρια και τα κτίρια της λαϊκής ανώνυμης αρχιτεκτονικής, χαρακτηρίζονται από μια φιλοσοφία “θεοκεντρική” και όχι ανθρωποκεντρική, δηλαδή εγωϊκή, ή market-oriented, εμπεριέχουν δε ένα πλούσιο υλικό, (τόσο όσον αφορά στα υλικά, όσο και στις μεθοδολογίες-τεχνολογίες), από το οποίο μπορούμε να αντλήσουμε μια απίστευτα μεγάλη εμπειρία γι αυτό που σήμερα αποκαλούμε ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ & ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Τα κτίρια αυτά, μπορούν να χαρακτηριστούν ως κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο κατά τη φάση κατασκευής τους, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας τους, σεβόμενα με τον τρόπο αυτό τη Φύση, από την οποία αντλούν τις πρώτες ύλες τους, αλλά και το χρήστη, ενώ, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε, ότι η κατασκευή τους μιμείται αυτό που αποκαλούμε «Οικονομία της Φύσης». Η δόμησή τους έχει γίνει με απλές τεχνικές και με τη χρήση απλών, φυσικών, ατοξικών υλικών, για την κατασκευή και ενσωμάτωση των οποίων δεν έχει γίνει υπερεκμετάλλευση των φυσικών αποθεμάτων, καθώς, κατά κανόνα, επιλέχτηκαν επιτόπια υλικά, χωρίς εργοστασιακή επεξεργασία². Τα υλικά αυτά είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης, ή υλικά εδάφους και υπεδάφους, που υπήρχαν εν αφθονία στη φύση³, ή υλικά παραγόμενα με απλούς φυσικούς τρόπους⁴, που για την παραγωγή τους έχουν χρησιμοποιηθεί οι δωρεάν παρεχόμενες από τη Φύση ενέργειες, αν και είναι βέβαιο ότι είχε αναπτυχθεί υψηλού επιπέδου τεχνολογία και ήταν γνωστά πολλά από τα

² Μέχρι περίπου την εποχή της «Βιομηχανικής Επανάστασης», το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευών δομείται με υλικά της εγγύς περιοχής, για λόγους όχι μόνο τεχνικούς, αλλά και οικονομικούς, καθώς η μεταφορά από απομακρυσμένες περιοχές αποτελεί όχι μόνο τεχνικό πρόβλημα, αλλά και «οικονομικό μέγεθος», διότι απαιτεί ενεργειακή δαπάνη (μεταφορικό μέσο, κόπο, χρόνο, χρήμα, σκέψη), ενώ υποστηρίζεται, ότι όλες οι ενέργειές μας θα πρέπει να τείνουν στη χρήση κατά κανόνα επιτόπιων προϊόντων, καθώς αυτά είναι «οργανικά» συνδεδεμένα με την ταυτότητα του τόπου, αλλά και το χαρακτήρα, την ψυχοσύνθεση και τις συνήθειες των «γηγενών» κατοίκων.

³ άχυρο, ξύλο, καλάμι, φυσικές ρητίνες, τρίχες ζώων, χώμα, πηλός, πέτρα, μάρμαρο, κ.ά.

⁴ π.χ. ωμόπλινθος

υλικά που χρησιμοποιούμε και σήμερα, όπως π.χ. ο αμιάντος⁵. Επιπλέον, η επανάχρηση των υλικών δομής⁶, ή ανακύκλωση, αποτελεί σύνηθες φαινόμενο, που γίνεται για την εξοικονόμηση κόπου, χρόνου και χρήματος που απαιτούνται για την παραγωγή των υλικών, τη μεταφορά τους, κλπ., άρα για την «Εξοικονόμηση Ενέργειας».

Ενδιαφέρον αποτελεί και το γεγονός ότι τα όργανα και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στη φάση δόμησης και λειτουργίας των ιστορικών κτιρίων, αλλά και σε άλλες καθημερινές χρήσεις⁷, αποτελούνται από «έξυπνα» συστήματα, που καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια, ή εκμεταλλεύονται τη δωρεάν παρεχόμενη ενέργεια του ήλιου, του αέρα, κλπ.

Σε αντίθεση με αυτή την κατασκευαστική λογική, η δόμηση των σύγχρονων κτιρίων, συχνά δε και η αποκατάσταση των παλαιών, γίνεται με αλόγιστη χρήση των ενεργειακών αποθεμάτων, με υλικά κατά κανόνα «μη καθαρά» και τεχνικές επιβλαβείς και ενεργοβόρες, καθώς, με την ανάπτυξη της Τεχνολογίας και την άρση διαφόρων τεχνικής φύσεως εμποδίων, τα ενεργειακά μεγέθη παύουν να απασχολούν τον άνθρωπο, που νοιώθει κυρίαρχος της Φύσης χάρη στις γνώσεις του και αρχίζει να κατασπαταλά τις διάφορες πλουτοπαραγωγικές πηγές, υποθηκεύοντας έτσι το μέλλον των επόμενων γενεών. Η αλόγιστη αυτή χρήση της ενέργειας οδηγεί στην Ενεργειακή κρίση, που με τη σειρά της οδηγεί στη συνειδητοποίηση, αυτή τη φορά μέσα από τη συγκεκριμένη επιστημονική γνώση του αντικειμένου.

Η βαθύτερη και ενδελεχής μελέτη των υλικών και τεχνικών δόμησης των ιστορικών κτιρίων μπορεί, αφενός να βελτιώσει την υπάρχουσα τεχνογνωσία γύρω από τη μεθοδολογία προστασίας τους και, αφετέρου, να αποτελέσει ένα καλό εργαλείο για την εξοικονόμηση ενέργειας, όσον αφορά στη διαδικασία δόμησης των κατασκευών, (παραγωγή, μεταφορά και ενσωμάτωση υλικών), αλλά και μοχλό ανάπτυξης ενός αιεφόρου Πολεοδομικού Σχεδιασμού, χωρίς μάλιστα τις επιπτώσεις που προξενούνται στον άνθρωπο και στο Οικοσύστημα από τις ποικίλες τοξικές ουσίες που εμπεριέχονται στα περισσότερα σύγχρονα οικοδομικά υλικά. Περαιτέρω, η γνώση αυτή μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα για τη δημιουργία μιας σύγχρονης φιλοσοφίας, ενός νέου, απλού, με λιγότερες εξαρτήσεις από μηχανικά μέσα, κυρίως δε πλέον συνειδητού τρόπου ζωής, προς τον οποίο θα πρέπει να προσβλέπει η Κοινωνία μας.

Όπως μας είναι γνωστό, το Κτίριο αποτελεί ανέκαθεν το «Κέλυφος του Ανθρώπου» και κατασκευάζεται με στόχο την προστασία του. Από τα πολύ παλιά χρόνια, καθώς οι

⁵ Ο Πλούταρχος αναφέρει το αθάνατο φυτίλι των Εστιάδων Παρθένων και ο Πανσανίας μια λάμπα της οποίας το φυτίλι ήταν φτιαγμένο από ορυκτές ίνες της Καρπασίας Κύπρου, ενώ ο Πλίνιος ονομάζει «σάβανο των βασιλέων», το φτιαγμένο από ίνες αμιάντου ύφασμα που χρησιμοποιούσαν οι ευγενείς ως νεκρικό ένδυμα

⁶ των SPOLIA κατά τους Ρωμαίους, που έκαναν κατά κόρον επανάχρηση αρχαίων μελών

⁷ κριοί, μοχλοί, κοχλίες, μεταφορικά & ανυψωτικά μέσα, ηλιακά ρολόγια, κλπ.

συνθήκες ευνοούσαν μια εγγύτερη, πιο εσωτερική σχέση του ανθρώπου με τη Φύση, αφού μάλιστα η επιβίωσή του βρισκόταν σε άμεση συνάρτηση με αυτήν⁸, αναπτύσσεται μέσα του ο Σεβασμός προς τις Ενέργειες και Δυνάμεις της Φύσεως, που συχνά θεοποιεί. Η γνώση που αποκτά σε σχέση με τη δόμηση του Οίκου του είναι εμπειρικοβιωματική, αλλά σ' ένα βαθμό χάνεται, καθώς ο «νέος», πιο τεχνολογικός τρόπος ζωής, τον απομακρύνει από τη γήινη μήτρα του.

Από την έρευνα των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά τη δόμηση των ιστορικών κτιρίων, διαπιστώνεται ότι οι φυσικοί πόροι από τους οποίους προέρχονται είναι ανανεώσιμοι, τα δε υλικά ανακυκλώσιμα ή βιοαποικοδομήσιμα, ενώ, εκτός ελάχιστων εξαιρέσεων, δεν είναι ούτε οικοτοξικά ούτε τοξικά. Η άργιλος, (πηλός), κύριο συστατικά των εύφορων εδαφών, τα περισσότερα των οποίων είναι ατοξικά, είναι ένα από τα αρχαιότερα υλικά, που το 19^ο αιώνα εξακολουθεί να αποτελεί ένα από τα κύρια υλικά δόμησης σε όλο τον κόσμο. Στα μέσα του 20ού αιώνα, ο πηλός εξοστρακίζεται ολοκληρωτικά από την οικοδομική δραστηριότητα των ανεπτυγμένων χωρών, ενώ εξακολουθεί να παίζει κυρίαρχο ρόλο στον τρίτο κόσμο. Σήμερα, κάτω από την πίεση των αναγκών για την εξεύρεση καθαρών & οικονομικών λύσεων, ο πηλός αρχίζει να επανέρχεται στις αναπτυγμένες χώρες με βελτιωμένη μορφή, καθώς οι ιδιότητές του⁹, όχι μόνο από περιβαλλοντική άποψη, τον κατατάσσουν μεταξύ των οικοδομικών υλικών του μέλλοντος και οι σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες επιτρέπουν τη βελτίωση της ποιότητάς του, ώστε να ανταποκρίνεται στις υψηλές απαιτήσεις του σημερινού τρόπου ζωής. Το έτερο, ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό στα ιστορικά κτίρια, ο ασβέστης, αποτελεί επίσης άριστο δομικό υλικό που "αναπνέει", επιτρέποντας έτσι μια σταθερή ανταλλαγή αέρα μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος. Εξάλλου, το χώμα, υλικό που υπάρχει εν αφθονία στη φύση, έχει ευρεία χρήση στην οικοδομή, κυρίως στα κονιάματα δόμησης, στα δάπεδα, αλλά και στα δώματα σαν μονωτικό υλικό και σαν υλικό πλήρωσης, κλπ¹⁰.

Ένα άλλο καλό παράδειγμα, αποτελούν οι πλίνθοι και τα κεραμίδια, η κατασκευή των οποίων δεν απαιτούσε κατανάλωση καυσίμων, καθώς η όπτηση γινόταν στον ήλιο και το στέγνωμα εξασφαλιζόταν από τον αέρα, χάρη και στον τρόπο στοίβαξής τους. Τα υλικά αυτά, συγκεντρώνουν, από άποψη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τα περισσότερα πλεονεκτήματα, καθώς η επεξεργασία πρώτων υλών για τη παραγωγή τους, ακόμη και

⁸ τροφή, ένδυση, ενέργεια, υλικά για να δομήσει τον οίκο του, είτε πρόκειται για τον προσωπικό του οίκο, είτε για τον Οίκο όπου γίνεται η λατρεία του ανώτερου Όντος

⁹ ατοξικότητα, θερμική μόνωση, αναπνοή εξωτερικών τοίχων, καλή μηχανική αντοχή

¹⁰ το χώμα, πέρα από τις όποιες μονωτικές ιδιότητες, ασκεί πάνω στο χρήστη του κτιρίου χρήσιμες γήινες επιδράσεις, δρώντας σαν βιολογικός εξισορροπητής, καθώς είναι ένα από τέσσερα βασικά στοιχεία που απαντώνται στη φύση και διέπουν τη ζωή μας (Αέρας, Νερό, Γη, Φωτιά)

σήμερα, είναι δυνατό να απαιτεί ελάχιστες ποσότητες συμβατικής ενέργειας σε σύγκριση με άλλα οικοδομικά υλικά.

Άλλα οικοδομικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα υπό εξέταση κτίρια και που προέρχονται επίσης από το έδαφος ή το υπέδαφος, είναι οι λίθοι, τα παντός είδους μάρμαρα και τα αδρανή υλικά. Οι απαιτούμενες ποσότητες ενέργειας για την παραγωγή τους είναι ελάχιστες σε σχέση με άλλα υλικά, ενώ μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν ή να αφομοιωθούν. Σήμερα, που οι ανάγκες για δόμηση είναι πολύ αυξημένες σε σχέση με το παρελθόν, απαιτείται προσοχή κατά την εξόρυξη των υλικών αυτών, καθώς αποτελούν φίλτρο καθαρισμού των επιφανειακών υδάτων πριν από τη διήθησή τους στο έδαφος, η δε απομάκρυνσή τους εκθέτει τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες στη ρύπανση, ενώ, η εξόρυξη πετρωμάτων στα λατομεία, τραυματίζει το φυσικό ανάγλυφο, δημιουργεί βαθιές και εκτεταμένες διακοπές στη συνέχεια του φυσικού εδάφους, προκαλεί εκτοπισμό της πανίδας και χλωρίδας, απονέκρωση περιοχών και παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων σκόνης.

Αν και στα ιστορικά κτίρια γίνεται χρήση υλικών που σήμερα θεωρούμε ευτελή, δεν παραβλέπεται καθόλου το κεφάλαιο “σεισμός”, για την αντιμετώπιση του οποίου χρησιμοποιούνται οριζόντιες ξυλοδεσιές, μεταλλικοί ελκυστήρες, ή άλλες τεχνικές, όπως π.χ. 2^{ος} εσωτερικός Φ.Ο.¹¹, ενώ, οι σοβάδες γίνονται πιο ανθεκτικοί στο σεισμό και στις καιρικές συνθήκες, με την ανάμιξη του κονιάματος με τρίχες από ζώα ή άχυρο.

Τέλος, αρκεί μια προσεκτική παρατήρηση για να διαπιστωθεί με τι σοφία χρησιμοποιείται το κάθε υλικό, ακόμα και το τελευταίο λιθοσύντριμμα¹², που ενσωματώνεται στο μέσον της τοιχοποιίας από αργολιθοδομή, ή στο μεταξύ δαπέδου και ψευδοπατώματος κενό, εξασφαλίζοντας αφενός καλύτερη θερμοηχομόνωση και αφετέρου αποφυγή ρύπανσης του περιβάλλοντος από την απόρριψη μπαζών και τη διασπορά σκόνης. Κατά παρόμοιο τρόπο, με το κενό στις στέγες εξασφαλίζεται πολύ καλή θερμοηχομόνωση, χωρίς τη χρήση ειδικών μονωτικών υλικών και επομένως κατανάλωση ενέργειας για την αγορά, κατασκευή και ενσωμάτωσή τους.

Πέρα από τη χρήση υλικών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τα ιστορικά κτίρια χρησιμοποιούν πλήθος συστημάτων και τεχνικών, που εξασφαλίζουν το «φυσικό» δροσισμό των κτιρίων, χωρίς να καταναλώνουν ενέργεια. Αυτό, επιτυγχάνεται με τα αίθρια, τις κρήνες, τους κήπους και τα δασάκια που καθαρίζουν την ατμόσφαιρα¹³, τις καλαμωτές, τα μακρόστενα μικρά παράθυρα με τους ανοιγόμενους φεγγίτες ή τα ανοίγματα στην οροφή, (κυρίως σε κελιά μοναστηριών)¹⁴, τη διαμπερότητα των

¹¹ βλ. σπίτια Λευκάδας

¹² σκουπίδι με τη σημερινή λογική

¹³ ενώ παράλληλα εξουδετερώνουν τα αποτελέσματα των εντάσεων, εξισορροπώντας τις δυνάμεις και τις ενέργειες

¹⁴ που εξασφαλίζουν παράλληλα άριστο έμμεσο φωτισμό

ανοιγμάτων, τα μεγαλύτερα ύψη των ορόφων¹⁵. Αρκεί να παρατηρήσει κανείς τη λειτουργία του ανεμόπυργου της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής πολλών μουσουλμανικών χώρων, για να διαπιστώσει για μια ακόμη φορά τη λαϊκή σοφία, ή τον τρόπο κατασκευής των ξυλοκάλυβων των ιθαγενών των τροπικών δασών, που, ακόμη και σήμερα, αφήνονται ανοικτές από παντού, για την εξασφάλιση καλύτερου δροσισμού, ή τον τρόπο αντιμετώπισης του δυνατού Μεσογειακού ήλιου στα Αιγαιοπελαγίτικα νησιά με τη χρήση του λευκού κυρίως χρώματος, ώστε να αντανακλάται το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής θερμότητας. Με βάση τις πιο πάνω αναπτυχθείσες μεθοδολογίες, τα κτίρια μπορούν και λειτουργούν σαν μεμβράνες εσωκλιματικής ρύθμισης.

Και βέβαια, η ίδια λογική ακολουθείται και στο δημόσιο χώρο, όπου οι δρόμοι δεν στρώνονται με μπετόν ή άσφαλτο, που, εκτός από την επικινδυνότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών, αυξάνουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αφού απορροφούν τεράστιες ποσότητες ηλιακής θερμότητας.

Στα κτίρια αυτά, τίποτα δεν πάει χαμένο, το καθετί μπορεί να έχει μια χρηστική αξία, το κάθε τι είναι άξιο σεβασμού, γιατί είναι ένα κομμάτι από το Σύμπαν. Αυτή είναι και η ύψιστη προσφορά προς τη μάνα γη, αλλά και η ύψιστη Διαισθητική Σοφία.

Σε αντίθεση με τα ιστορικά κτίρια, τα σύγχρονα κτίρια, που κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα, εμπεριέχουν αρκετούς κινδύνους, καθώς ο δομικός χάλυβας, προκαλεί μεταβολή του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, το δε χρησιμοποιούμενο τσιμέντο περιέχει συχνά καρκινογόνα υποπροϊόντα.

Όπως διαπιστώθηκε από τις πιο πάνω αναφορές μας, οι ιστορικές κατασκευές πληρούν όλους τους βιοκλιματικούς παράγοντες και είναι απόλυτα εναρμονισμένες με τους φυσικούς νόμους, που εκφράζονται από τα επιστημονικά πεδία της φυσικής και της μηχανικής, ενώ δεν παραμελείται η κάλυψη της κοινωνικής ανάγκης, αλλά και η ποιητική του δομημένου χώρου¹⁶. Αυτό υποδηλώνει τη βαθύτατη σχέση με το αντικείμενο, την ένωση υποκειμένου-αντικειμένου και την εσωτερική γνώση του κτίστορα, αλλά και του κτήτορα.

Πέρα από αυτά, από τη μελέτη της αρχιτεκτονικής σύνθεσης και της θέσης του ευρύτερου χώρου οικοδόμησης των Αρχαίων Ελληνικών, αλλά και Βυζαντινών Ναών, καθώς και τη διερεύνηση διάταξης και προσανατολισμού τους, διαπιστώνεται η άριστη αρχιτεκτονική σύλληψη και η άριστη γνώση για τη χωροθέτηση σε περιβάλλον που εξασφάλιζε, όχι μόνο την εκμετάλλευση στο έπακρο του άμεσου ηλιακού κέρδους, αλλά και την ασφάλεια, την απομόνωση και την ένωση με το θείο.

Ήδη, στις Ιερές Βέδες, διαπιστώνεται η προτροπή, κατά τη σχεδίαση ενός κτίσματος, να γίνεται η τοποθέτηση στο χώρο κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να **επιτυγχάνεται η**

¹⁵ που επιπλέον προσφέρουν μεγαλύτερη οπτική άνεση και πιο ευχάριστο περιβάλλον.

¹⁶ Alberti: necessitas, commoditas, voluptas

«αξιοποίηση των ιδιοτήτων του Φυσικού Νόμου». Για τον ίδιο λόγο, κατά την Πολεοδόμηση μιας έκτασης, τα Ιερά Βιβλία ορίζουν ότι πρέπει να προβλέπεται ώστε, ένα σωστά μοιρασμένο ποσοστό γης να μένει ακάλυπτο από σκληρά υλικά, να είναι δηλαδή χρώμα ή πράσινο, ώστε ο άνθρωπος να ζει σε άμεση επαφή με τη μητέρα γη που τον γεννά, τον δονεί και τον τρέφει.

Από την παρατήρηση, μελέτη, ανάλυση και τεκμηρίωση των υλικών, των τεχνικών δομής και της αρχιτεκτονικής σύνθεσης και χωροθέτησης των ιστορικών κτιρίων, είναι πιθανό, με τις σημερινές επιστημονικές συγκεκριμένες γνώσεις, να αποκαλυφθούν κάποιες ατέλειες, ιδίως σε θέματα μηχανικής αντοχής, κυρίως έναντι σεισμού, όπως και σε θέματα υγρασίας ή και προσωπικής υγιεινής, ή όσον αφορά στη χρήση φυσικών ραδιενεργών υλικών, (π.χ. γρανίτης), αφού δεν είναι μόνο τα βιομηχανικά, αλλά και τα φυσικά υλικά που μολύνουν, καθώς η Ύλη αποτελεί εν δυνάμει μια χονδροειδή (πυκνή) μορφή Ενέργειας, ως εκ τούτου, εμπεριέχεται σ' αυτήν η βασική ιδιότητα της Ενέργειας του να είναι «ασταθής», άρα να εκλύει ενώσεις που παραμένουν στην ατμόσφαιρα για κάποιο ορισμένο χρόνο και «μολύνουν» τον αέρα. Πέρα όμως από τις όποιες ατέλειες, θα βρεθούμε κατά κανόνα προ εκπλήξεων, ακόμη και όσον αφορά σε θέματα, όπως η θερμομόνωση, η ηχομόνωση, ο ηλιασμός, ο αερισμός, ο δροσισμός, η πυρασφάλεια.

Σήμερα, η μείωση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων, η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας ορυκτών καυσίμων, η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος και εξασφάλισης υγιεινής στη δόμηση, επαναφέρουν τα παλαιά υλικά και κυρίως την ωμή και ψημένη άργιλο στο διεθνές προσκήνιο, ενώ υπάρχει αναζήτηση του ορθού για τη χρήση φυσικών υλικών, ή και υλικών που παράγονται από φυσικές πρώτες ύλες, με τρόπους απλούς και με τη μικρότερη δυνατή επεξεργασία, καθώς η χρήση τεχνικών απλών και παραδοσιακών μπορεί να αποτρέψει την εξάρτησή μας από μια υπερανεπτυγμένη Τεχνολογία. Το ζητούμενο είναι να αφομοιώσουμε την ουσία και να αναχθούμε στην “καρδιά του προβλήματος”.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ιστορικά κτίρια έχουν να μας διδάξουν πολλά πάνω στον τομέα «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», αρκεί να παρατηρήσουμε προσεκτικά και να ερμηνεύσουμε ορθά τον τρόπο δομής, τις τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και τη λογική του «σεβασμού των Φυσικών Νόμων και της, καλώς εννοούμενης, ήσσοнос προσπάθειας», λογικής που επικρατεί κατά κόρον στη Φύση και σύμφωνα με την οποία, ένα έργο οφείλει να παράγεται με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, διότι κανείς δε δικαιούται να καταναλώνει κάτι που δεν μπορεί να αναπαραγάγει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (αλφαβητικά)

- Βουδικλάρης Θ. Γ., Ο Αμιάντος στα Έργα
- Τα πράσινα γραφεία στο Εργοταξιακά Θέματα αρ. 19
- Βεδική επιστήμη και Μαχαρίσι Σταπάτσα - Βέδ
- Οι Νέες πράσινες Πόλεις στην Καθημερινή, 15 / 11 / 98
- Βαρουτά-Φλώρου Ε., *Περί των μνημείων της Νεώτερης Ελλάδος*, Πρακτικά Ζ Πανελληνίου Συνεδρίου Ο Όλυμπος στους αιώνες, Ελασσόνα, Αυγ. 1994, Σελ. 45-51
- Βαρουτά-Φλώρου Ε., *Τα Παραδοσιακά & Οικολογικά Υλικά στην Αποκατάσταση των Ιστορικών Κτιρίων & στις Νέες Κατασκευές*, υπό έκδοση
- Βιτρούβιος, *Περί Αρχιτεκτονικής*, τομ. Ι – V , Εκδ. Πλέθρον, 1998
- Γεωργιάδου Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ε., Ζήσης Ξ., *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός-Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης*, Πρόγραμμα ALTENER/ NELE Θεσ/νίκης, Εκδ. Παρατηρητής, Θεσς., 1996
- Κοντορούπης Γ., *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων & Οικισμών*, Αθήνα 1997
- Οικολογία στο Σέλας
- Οικολογικά και Οικονομικά στο Άλλο ΒΗΜΑ, 11.2.1996
- Κωνσταντινίδης Α., Τα Θεόχτιστα, τοπία & σπίτια στη σύγχρονη Ελλάδα, εκδ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1994
- Ο.Α.Σ.Π. – Ε.Μ.Π., *Αποτίμηση & Σύνταξη Συστάσεων για τις Επεμβάσεις στα κτίρια του Ιστορικού Οικισμού της Λευκάδας*, Μάρτιος 2004
- Σανταμούρης Μ., Ασημακόπουλος Δ., *Ηλιακή Ενέργεια & Εξοικονόμηση Ενέργειας σε κτίρια Αστικού περιβάλλοντος*, Πρόγραμμα Comett, KENE, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1994
- Στουρνάς-Τριάντης, *Ηλιακός Ανασχεδιασμός ενός ιστορικού Ξενοδοχείου στο Κέντρο της Αθήνας*, Πρακτικά Συνεδρίου Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Αρχιτεκτονική & Ήπιες μορφές Ενέργειας, Ρέθυμνο-Κρήτη
- Τσίππρας Κ. & Θ., *Οικολογική Αρχιτεκτονική*, εκδ. Κέδρος, 2005
- Χατζηγεωργίου Γ., *Το Οικολογικό σπίτι*

**ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ 2002-2006. Ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ
ΔΡΑΣΕΩΝ ΠΟΛΙΤΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΩΝ.**

Μιχάλης Κτενιαδάκης

Επικ. Καθηγητής Τμ. Μηχανολογίας, ΤΕΙ Κρήτης,

Σταυρωμένος, 71500 Ηράκλειο.

Τηλ. (2810) 379862, 319781. Fax (2810) 319782. e-mail: mkten@tm.teiher.gr

ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ-ΣΚΟΠΟΣ

Στην απόφαση για υλοποίηση οποιασδήποτε από τις ποικίλες τεχνολογικές παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας (εξ.εν.), καθοριστικό ρόλο παίζει πάντα η οικονομική αποδοτικότητά της. Με κατάλληλες μεθοδολογίες και με χρήση ορισμένων κριτηρίων, μπορεί να αξιολογηθεί η όλη επένδυση ως προς τη βιωσιμότητά της. Το κόστος της ενέργειας και το κόστος του χρήματος έχει, σε κάθε περίπτωση, καθοριστική σημασία.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία αύξηση του κόστους της ενέργειας ~ περισσότερο της θερμικής και λιγότερο της ηλεκτρικής ~ έχει δραματική θετική επίδραση στην οικονομική αποδοτικότητα των επεμβάσεων εξ.εν. και μπορεί να αλλάξει ριζικά τη στάση του τελικού χρήστη / καταναλωτή ως προς την απόφασή του να προχωρήσει στην υλοποίησή τους, οδηγώντας και την πολιτεία σε αναθεώρηση της ακολουθούμενης πολιτικής στον τομέα αυτόν.

Στην εργασία αυτή εξετάζονται (3) συγκεκριμένες παρεμβάσεις εξ.εν., αναλύονται ενεργειακά και αξιολογούνται τεχνικοοικονομικά, για τα έτη 2002 και 2006, (λαμβάνοντας υπόψη τόσο την αύξηση του κόστους της ενέργειας όσο και τα αυξημένα κόστη των παρεμβάσεων), και να συγκρίνει τα αποτελέσματα. Αυτές είναι :

- α) Θερμομόνωση δώματος (σε Ηράκλειο και Θεσσαλονίκη, για θέρμανση)
- β) Αντικατάσταση βελτίωση θερμομόνωσης σωληνώσεων θερμοϋψυχρού νερού.
- γ) Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με φθορισμού, χαμηλής κατανάλωσης.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για κάθε επέμβαση εξ.εν. υπολογίζεται, με γνωστές δόκιμες μεθόδους και χρήση υπολογιστικών φύλλων (excel), η ετήσια εξοικονομούμενη τελική ενέργεια, θερμική ή/και ηλεκτρική. Ειδικά, η πρώτη επέμβαση παραμετροποιείται σε σχέση με τις κλιματολογικές συνθήκες (βαθμοημέρες θέρμανσης) και εξετάζεται για δύο πόλεις: Ηράκλειο και Θεσσαλονίκη.

Όλες οι επεμβάσεις αξιολογούνται οικονομοτεχνικά, χρησιμοποιώντας δεδομένα και πραγματικά στοιχεία κόστους της επένδυσης και της ενέργειας για τα έτη 2002 και 2006. Η αξιολόγηση γίνεται με τα γνωστά κριτήρια της Καθαρής Παρούσας Αξίας $\tilde{K}.Π.Α.$ (Net Present Value \tilde{NPV}) και Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής $\tilde{E}.Π.Α.$ (Discounted Payback Period \tilde{DPP}).

Για τις δύο θερμομονωτικές παρεμβάσεις εντοπίζεται και το βέλτιστο πάχος μονωτικού.

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Γενικές παραδοχές

- Η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση όλων των παρεμβάσεων γίνεται για δύο περιόδους: (I) Απρίλιο 2002 και (II) Απρίλιο 2006.

- Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά σε τελική ενέργεια. Το κόστος της τελικής ενέργειας P (€/kWh), για καύσιμο ντίζελ θέρμανσης, προκύπτει από τη

σχέση: $P = \frac{\tau_{\kappa}}{\rho_{\kappa} \Theta_{\kappa}}$, όπου :

τ_{κ} : Τιμή μονάδας του καυσίμου, €/L

ρ_{κ} : Πυκνότητα καυσίμου = 0,84 kg/L

Θ_{κ} : (Κατώτερη) θερμογόνος δύναμη καυσίμου = 11,92 kWh/kg

- Για την οικονομική αξιολόγηση θεωρήθηκε σταθερό επιτόκιο δανεισμού $d=9\%$ και σταθερός ετήσιος πληθωρισμός $i=3,8\%$, οπότε προκύπτει επιτόκιο αναγωγής

(αποπληθωρισμένο): $r = \frac{d - i}{1 + i} = \frac{0,09 - 0,038}{1 + 0,038} \approx 5\%$

- Οι τιμές υλικών και εργατικών στηρίχθηκαν στο ΑΤΟΕ (2002-Β.τρίμηνο και 2006-Α. τρίμηνο), διορθώθηκαν όμως με πραγματικές τιμές εμπορίου αγοράς και ελήφθη ο μέσος όρος.

- Οι τιμές των καυσίμων είναι μέσες τιμές, σε επίπεδο χώρας, των αντίστοιχων περιόδων.

- Οι τιμές ηλεκτρισμού (ενέργειας και ισχύος) ελήφθησαν από τα σχετικά τιμολόγια της ΔΕΗ, που ίσχυαν στις αντίστοιχες περιόδους.

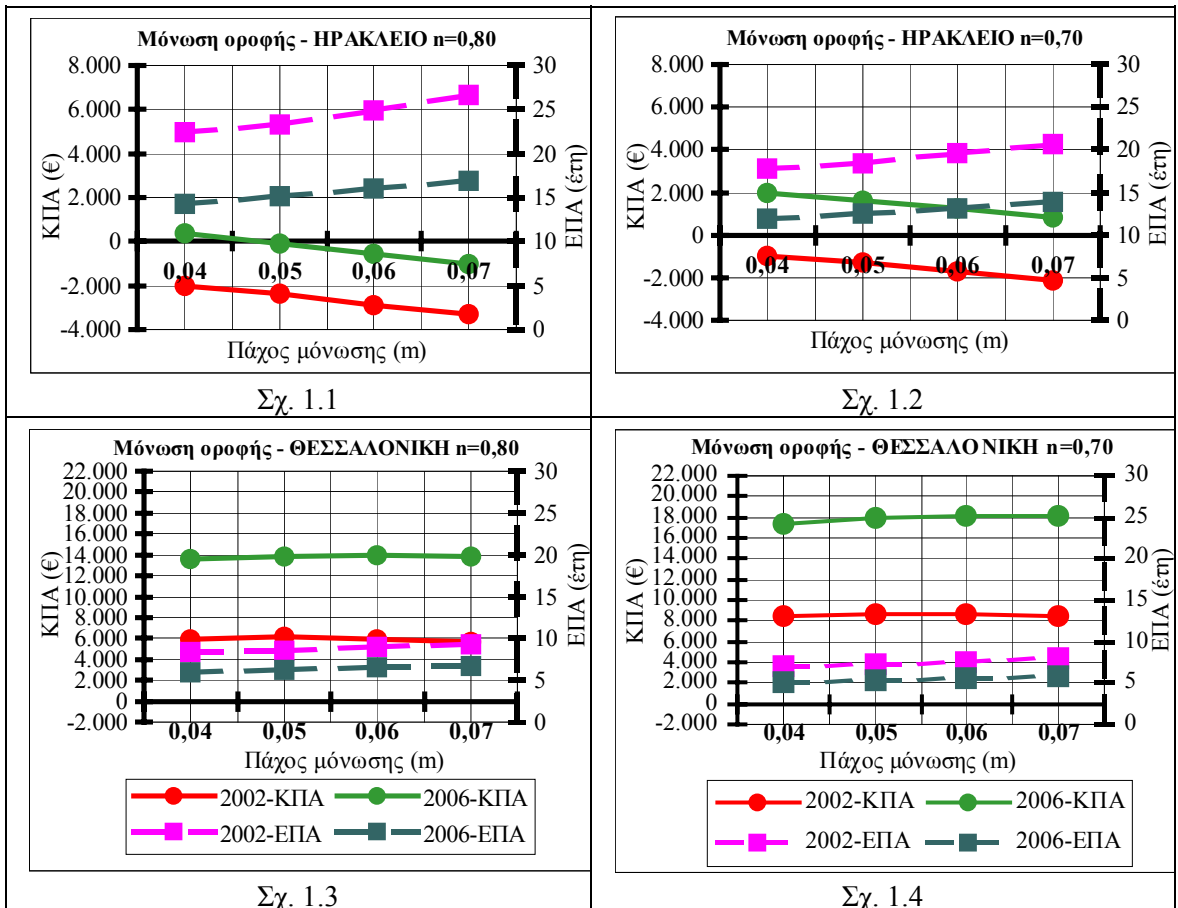
- Σε κάθε περίπτωση λαμβάνονται υπόψη οι πραγματικές ώρες λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ετησίως.

3.1 Θερμομόνωση δώματος

Αφορά την προσθήκη πλήρους θερμομόνωσης σε αμόνωτη οροφή (δώμα) καταστήματος, εμβαδού 620 m². Εξετάζονται διάφορα πάχη (4567 cm) συνθετικού

θερμομονωτικού υλικού, με $\lambda=0,041$ W/mK, και μάλιστα για δύο βαθμούς απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης : $n=80\%$ (συνήθης) και $n=70\%$ (κακός). Η διάρκεια ζωής λαμβάνεται 15 έτη.

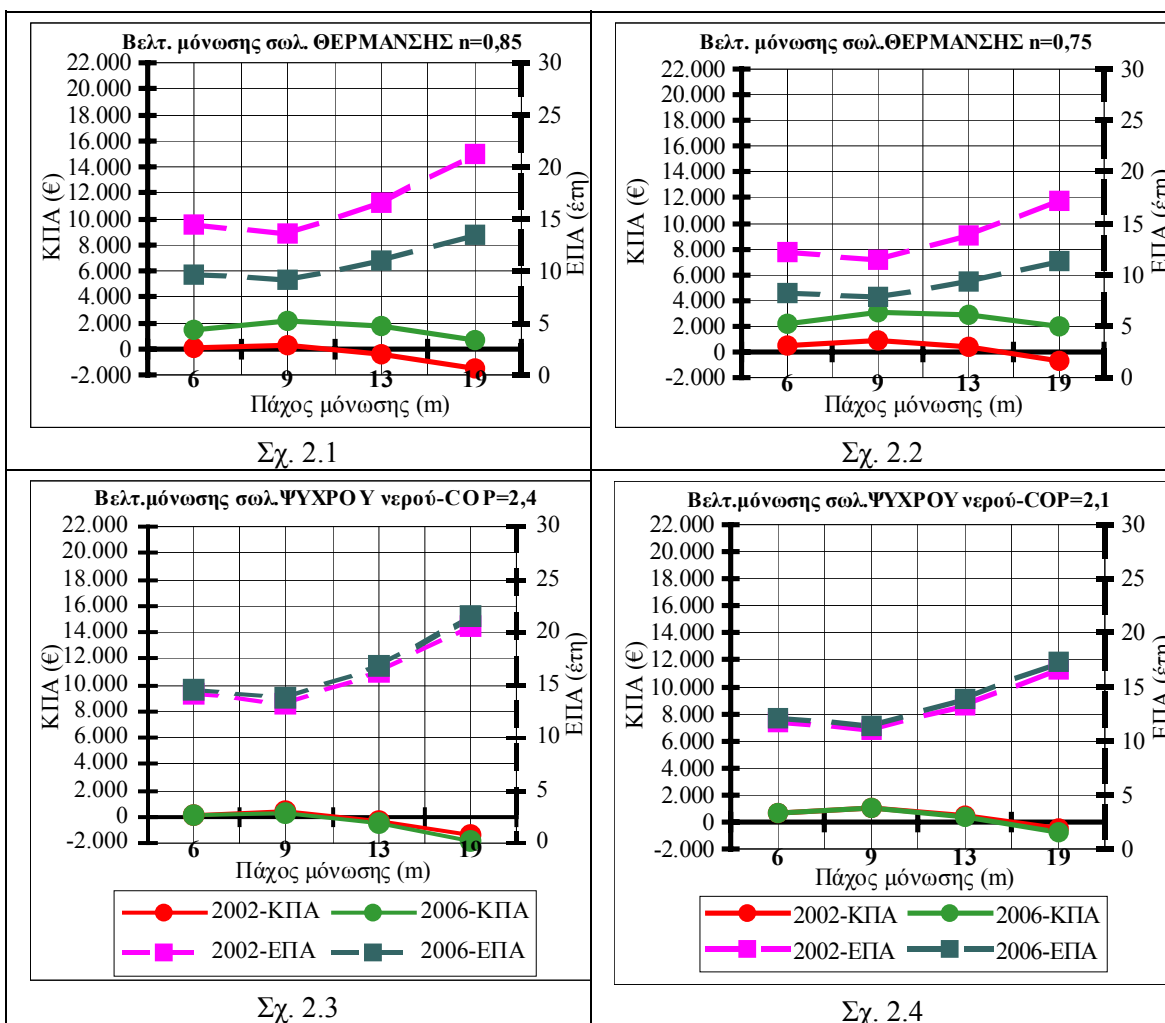
Στα Σχ. 1.1 έως Σχ. 1.4, φαίνονται οι μεταβολές της ΚΠΑ και της ΕΠΑ, συναρτήσει του πάχους μονωτικού, στα δύο έτη 2002 και 2006, για το ΗΡΑΚΛΕΙΟ και τη ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.



3.2 Βελτίωση θερμομόνωσης σωληνώσεων θερμού – ψυχρού νερού

Αφορά την αντικατάσταση φθαρμένης θερμομόνωσης σε κοινό δίκτυο σωληνώσεων θερμού νερού (θέρμανσης) και ψυχρού (κλιματισμού), σε ξενοδοχείο. Η νέα βελτιωμένη θερμομόνωση εφαρμόζεται - ενδεικτικά - σε σιδηροσωλήνα $\Phi 1''$, μήκους 500 m, προσαυξημένου κατά 10% (για να ληφθεί υπόψη και η μόνωση των εξαρτημάτων) και πραγματοποιείται με κυλινδρικούς μανδύες συνθετικού καουτσούκ, μέσου $\lambda=0,04$ W/mK. Εξετάζονται διάφορα πάχη (69-139 mm) μονωτικού, και μάλιστα για δύο τιμές ενεργειακής αποδοτικότητας. Για μεν τη θέρμανση βαθμοί απόδοσης καύσης : $n=85\%$ (συνήθης) και $n=75\%$ (κακός), για δε τον κλιματισμό μέσοι συντελεστές επίδοσης ψυκτικής εγκατάστασης COP=2,4(συνήθης) και COP=2,1 (κακός). Η διάρκεια ζωής λαμβάνεται 15 έτη.

Στα Σχ. 2.1 έως Σχ. 2.4, φαίνονται οι μεταβολές της ΚΠΑ και της ΕΠΑ, συναρτήσει του πάχους μονωτικού, στα δύο έτη 2002 και 2006, για το δίκτυα ΘΕΡΜΟΥ και ΨΥΧΡΟΥ νερού.



3.3 Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με φθορισμού, χαμηλής κατανάλωσης.

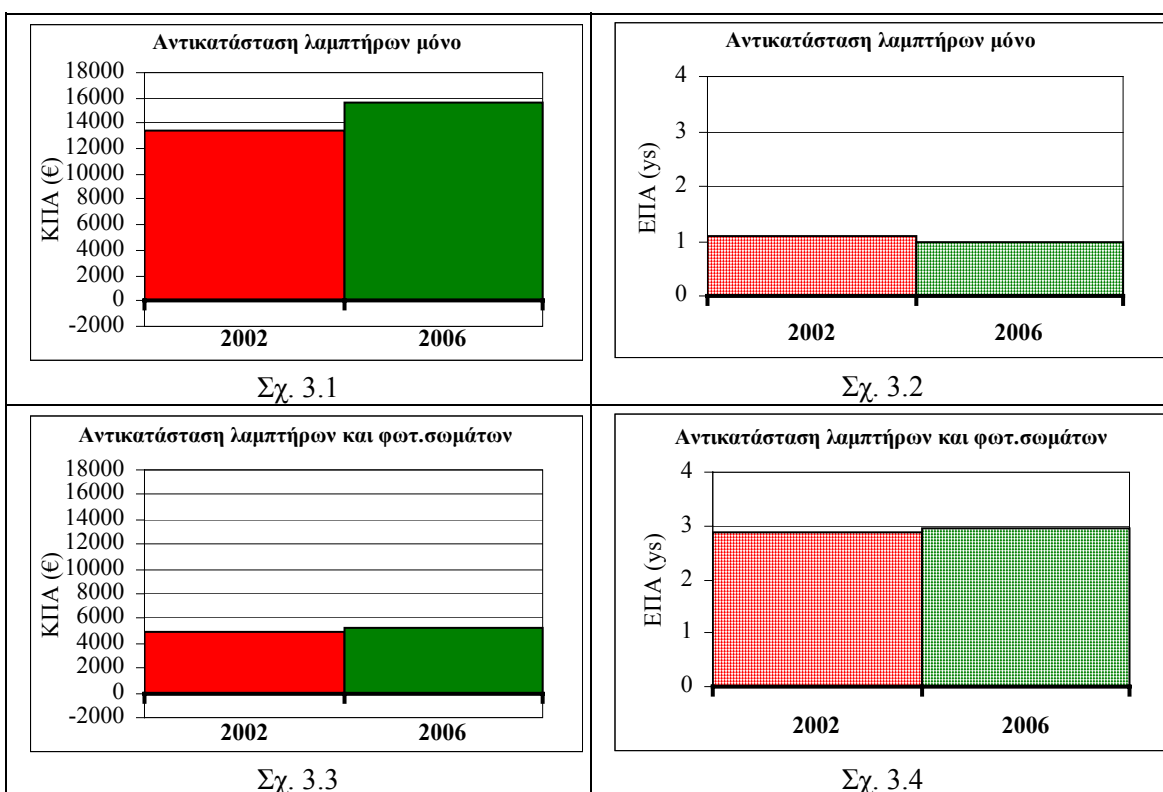
Αφορά την ανακατασκευή της εγκατάστασης φωτισμού καταστήματος (χώρου πωλήσεων και αποθηκών) με δύο εναλλακτικές λύσεις : Την αντικατάσταση μόνο των 600 λαμπτήρων πυράκτωσης, ισχύος 60 W, με ισάριθμους ηλεκτρονικούς λαμπτήρες φθορισμού υψηλής απόδοσης, 13 W ή την αντικατάσταση και των λαμπτήρων και των αντίστοιχων φωτιστικών.

Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων λαμβάνεται περίπου 8000 h, οπότε, ανάλογα με την ετήσια χρήση των λαμπτήρων, υπολογίζεται η αντίστοιχη (μέγιστη) διάρκεια ζωής σε έτη, εντός της οποίας δεν αντικαθίστανται οι λαμπτήρες. Στην περίπτωση μας υπολογίζεται σε 4 έτη.

Υπολογίζεται το οικονομικό όφελος, τόσο λόγω της ελαττωμένης κατανάλωσης ενέργειας όσο και λόγω της μείωσης της απορροφούμενης ισχύος.

Σημειώνεται ότι, μεταξύ 2002 και 2006, η αύξηση των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας ήταν μικρή (\square 13,5%) σε σχέση με την αύξηση στα καύσιμα (\square 60%)

Στα Σχ. 3.1 και Σχ. 3.2, δίνονται οι προκύπτουσες ΚΠΑ και ΕΠΑ, στα δύο έτη 2002 και 2006, για την περίπτωση αντικατάστασης μόνο των λαμπτήρων. Τα Σχ. 3.3 και Σχ. 3.4 αφορούν τα ίδια μεγέθη, αλλά για την περίπτωση αντικατάστασης λαμπτήρων και φωτ. σωμάτων.



4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. Θερμομόνωση δώματος : Στο ΗΡΑΚΛΕΙΟ, το 2002, για κανένα πάχος η μόνωση δεν θα ήταν οικονομικά αποδοτική για κατάσταση και μόνο για θέρμανση (αρνητική ΚΠΑ). Προφανώς γίνεται αποδοτική αν υπολογισθεί και η εξοικ. ενέργειας για κλιματισμό. Το 2006 η επέμβαση καθίσταται οριακά αποδοτική για εγκατάσταση με $n=80\%$, ενώ είναι αρκετά αποδοτική, αν ο $n=70\%$. Το βέλτιστο πάχος μόνωσης είναι σχετικά μικρό (4 cm).

Στη ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, και τα δύο έτη, η μόνωση είναι αποδοτική, ειδικά αν $n=70\%$. Ωστόσο, είναι θεαματική η αύξηση της ΚΠΑ (σχεδόν διπλασιάζεται) από το 2002 στο 2006, ενώ το βέλτιστο πάχος μόνωσης είναι πλέον μεγαλύτερο (6 ή 7 cm).

4.2. Βελτίωση θερμομόνωσης σωληνώσεων θερμού - ψυχρού νερού : Ενώ η τοποθέτηση εξαρχής θερμομόνωσης σε δίκτυα θερμού - ψυχρού νερού είναι πάντοτε αποδοτική, ακόμα και για λίγες ώρες λειτουργίας ετησίως, η βελτίωση υπάρχουσας θερμομόνωσης δεν είναι πάντοτε.

Έτσι, μόνο για την θέρμανση, και τα δύο έτη, η επέμβαση είναι αποδοτική, για μικρά πάχη μόνωσης, με σημαντική βελτίωση στο 2006 (αύξηση της ΚΠΑ και μείωση κατά

1/3 της ΕΠΑ). Όμως, μόνο για την ψύξη, και τα δύο έτη, η επέμβαση είναι οριακά αποδοτική, και οφείλεται στις πολλές ώρες λειτουργίας του κλιματισμού ετησίως (Κρήτη), διαφορετικά θα ήταν ασύμφορη. Το πάχος της μόνωσης πρακτικά δεν επηρεάζει την αποδοτικότητα – οπότε συμφέρουν μικρά πάχη – ενώ είναι μικρές οι διαφορές μεταξύ 2002 και 2006. Αλλά για κοινή χρήση του δικτύου, όπως πράγματι συμβαίνει, τα οφέλη προστίθενται, οπότε η αποδοτικότητα βελτιώνεται σημαντικά (σχεδόν διπλασιασμός της ΚΠΑ) και συμφέρουν μεγαλύτερα πάχη.

4.3. Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με φθορισμού, χαμηλής κατανάλωσης. Χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ 2002 και 2006, καταδεικνύεται ότι η απλή αντικατάσταση είναι από τις πλέον αποδοτικές επεμβάσεις (με ΕΠΑ 1-2 έτη), αλλά επίσης ότι η αλλαγή και των φωτιστικών (για να δεχθούν λαμπτήρες φθορισμού υψ. απόδοσης) πρέπει να εξετάζεται, αφού είναι πιθανόν να είναι οικονομικά αποδοτική (ΕΠΑ 3-4 έτη).

4.4. Προτάσεις : Η πολιτεία οφείλει επειγόντως να τροποποιήσει βασικές προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής, ώστε να προωθήσει επιτέλους αποτελεσματικά τα θέματα της εξ. εν. Παράλληλα, πολιτεία, φορείς, εκπ. ιδρύματα κλπ, πρέπει να ενημερώσουν τους πολίτες, ώστε να πεισθούν και να δράσουν λαμβάνοντας υπόψη και τα νέα οικονομικά δεδομένα, που καθιστούν συμφέρουσες/ελκυστικές πολλές από τις επεμβάσεις εξ.εν.

Η ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ: ECOWEEK

Ηλίας Μεσσίνας¹⁷

Με αφορμή την Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος¹⁸ και τη Παγκόσμια Ημέρα κατά της Ερημοποίησης και της Ξηρασίας¹⁹ γεννήθηκε ο θεσμός Εβδομάδα Οικολογίας ή EcoWeek.

Η Εβδομάδα Οικολογίας βασίζεται στις εξής αρχές:

(α) Τη Σύμβαση του Aarhus²⁰ για το δικαίωμα όλων στην πρόσβαση σε πληροφόρηση, λήψη αποφάσεων και δικαιοσύνη στα θέματα περιβάλλοντος.

(β) Τη Κοινοτική Οδηγία 2003/4/EK (28/1/03) για την πρόσβαση του κοινού σε περιβαλλοντικές πληροφορίες, που συμβάλλει στη μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση του κόσμου, την ανταλλαγή απόψεων και λήψη αποφάσεων για ένα καλύτερο περιβάλλον.

(γ) Την όσο το δυνατόν πλατύτερη (αλλά πληρέστερη) πληροφόρηση, που να καλύπτει όσο το δυνατόν περισσότερα θέματα και να αφορά όσο το δυνατόν περισσότερους πολίτες και επαγγελματίες

(δ) Την δωρεάν πρόσβαση σε όλες τις εκδηλώσεις, πληροφόρηση, έντυπα, εκθέσεις, κλπ. και

(ε) Τη δημιουργία κινήτρων για να αλλάξουμε τις καθημερινές συνήθειές μας, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση της ρύπανσης του αέρα, των υδάτων και του εδάφους, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την προστασία του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων μέσα από μία συλλογική συμμετοχή όλων που θα φέρει ευεργετικά αποτελέσματα στον πλανήτη, τη φύση και τον άνθρωπο.

¹⁷ Ο **Ηλίας Μεσσίνας** είναι αρχιτέκτονας και σύμβουλος περιβάλλοντος, απόφοιτος του Κολλεγίου Αθηνών, Δρ. Χωροταξίας ΕΜΠ, με Μ.Αrch. από το Γέιλ. Ασχολείται με θέματα περιβάλλοντος, οικολογίας και οικολογικής δόμησης από το 1995. Η διατριβή του για τις συναγωγές της Ελλάδας και την αναπαλαίωση της συναγωγής Βέροιας δημοσιεύτηκαν εν μέρει το 1997 και θα δημοσιευθούν εκτενέστερα από τον οίκο Bloch στη Νέα Υόρκη και από τις εκδόσεις Μέλισσα το 2007. Η διεθνής του δραστηριότητα περιλαμβάνει μεταξύ άλλων εκθέσεις διαλέξεις (Γέιλ, Πρίνστον, Εβραϊκά Μουσεία Νέας Υόρκης και Παρισιού, Διεθνή Τράπεζα) και δημοσιεύσεις. Αρθρογραφεί εκτενώς στον τύπο. Από το 2005 έχει δημιουργήσει το θεσμό της **Εβδομάδας Οικολογίας (EcoWeek)** που, μετά την Αίγινα, θα πραγματοποιείται από το 2007 σε δήμους, πόλεις και νησιά σε ολόκληρη την Ελλάδα. Είναι Πρόεδρος στην Μη Κερδοσκοπική Εταιρεία *Ηλιος* για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Το αρχιτεκτονικό του γραφείο ειδικεύεται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και οικολογική δόμηση και συντονίζει το σχεδιασμό και κατασκευή ενός πρωτοποριακού οικολογικού οικισμού για 100 οικογένειες. Η δουλειά του έχει δημοσιευθεί και εκτεθεί εκτενέστατα στην Ελλάδα και στο εξωτερικό και έχει δώσει συνεντεύξεις σε περιοδικά, εφημερίδες και την τηλεόραση. Πρόσφατα προσκλήθηκε να συμμετέχει στον κατάλογο της ελληνικής συμμετοχής της 10¹⁵ Biennale στη Βενετία.

¹⁸ Γιορτάζεται στις 5 Ιουνίου.

¹⁹ Γιορτάζεται στις 17 Ιουνίου.

²⁰ Aarhus Convention που ψηφίστηκε στις 25 Ιουνίου 1998 και τέθηκε σε ισχύ στην ΕΕ στις 25 Ιουνίου 2005 με την Κοινοτική Οδηγία 2003/35/EC.

Η Εβδομάδα Οικολογίας είναι ένας θεσμός που πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά τον Οκτώβριο 2005 και τον Ιούνιο 2006 στην Αίγινα με πρωτοβουλία και διοργάνωση του γράφοντα, σε συνεργασία με φορείς, οργανώσεις και συλλόγους, όπως η Ελληνική Εταιρεία για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, το Λαογραφικό Μουσείο Αίγινας, το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, το Κοινοτικό Πρόγραμμα RECORA, η Ελληνική Εταιρεία Ανακύκλωσης, ο Σύλλογος Ολιστικής Αρχιτεκτονικής και Οικολογικής Δόμησης, η ΜΚ Εταιρεία «Ήλιος» για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, ο Σύλλογος Γυναϊκών Αίγινας, η γκαλερί Έγινα Αίγινα, το Σινέ Τιτίνα, κ.α. Επιπλέον, οι εκδηλώσεις είχαν την υποστήριξη και συμμετοχή του Δήμου Αίγινας, του Λιμενικού Ταμείου Αίγινας, του Δημοτικού Θεάτρου Αίγινας, του Πνευματικού Κέντρου Δήμου Αίγινας και της Δημόσιας Καποδιστριακής Βιβλιοθήκης Αίγινας. Η πλειοψηφία των εκδηλώσεων φιλοξενήθηκαν στο Λαογραφικό Μουσείο Αίγινας, στην οδό Σπ. Ρόδη και στον Πύργο Μαρκέλλου, σε κεντρικό σημείο της Αίγινας, τα οποία ευγενώς παραχώρησαν το Διοικητικό Συμβούλιο των Φίλων του Λαογραφικού Μουσείου και το Διοικητικό Συμβούλιο του Πνευματικού Κέντρου Δήμου Αίγινας αντίστοιχα, για το σκοπό αυτό.

Το πρόγραμμά των εκδηλώσεων περιελάμβανε μεταξύ άλλων: διάλεξη για τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και Οικολογική Δόμηση από τον αρχιτέκτονα Αλέξανδρο Τομπάζη και τον μηχανικό Κώστα Τσίπηρα, συγγραφέα του βιβλίου «Οικολογική Αρχιτεκτονική» (εκδόσεις Κέδρος, 2005). Επίσης, περιελάμβανε επίσκεψη σε βιοκλιματικές κατοικίες στην Πέρδικα και την Παχειοράχη με τους Αλέξανδρο Τομπάζη και Κώστα Τσίπηρα αντίστοιχα. Έγιναν προβολές ταινιών οικολογικού περιεχομένου, προβολή της βραβευμένης ταινίας της Λυδίας Καρρά «Φωνή Αιγαίου» με πρόλογο της κας. Καρρά και προβολή της ταινίας του Άγγελου Κοβότσου και Πάνου Κέκα «Τα σπίτια του ήλιου» με πρόλογο της δημοσιογράφου Βάσως Κανελλοπούλου που συνεργάστηκε στην παραγωγή. Οι εκδηλώσεις για τα παιδιά αποτελούσαν ένα σημαντικό κομμάτι της Εβδομάδας Οικολογίας και περιελάμβαναν θεατρικό παιχνίδι με θέμα την ανακύκλωση με την Έλενα Φουντούκη και τον Βασίλη Βασιλάκη, κουκλοθέατρο με τίτλο «Πριτίλι και Ανακύκλωση» του σκηνοθέτη Βασίλη Βασιλάκη, παράσταση θεάτρου σκιών «Ο Καραγκιόζης και τα σκουπίδια του Σεραγιού» του Αντρέα Δερμάτη, οικολογικό εργαστήριο και κατασκευές²¹ που έφτιαξαν τα παιδιά μαζί με τον ενεργειολόγο Γρηγόρη Μαλτέζο και την αρχιτέκτονα Βάλια Μαλτέζου και ζωγραφική για παιδιά με τη Βάσω Καλουδιώτη στη γκαλερί Έγινα-Αίγινα.

²¹ Οι κατασκευές γίνονται από χαρτί, χαρτόνι, αλουμινόχαρτο και γενικά απλά, καθημερινά και ακίνδυνα υλικά, με τα οποία τα παιδιά κατασκευάζουν ηλιακούς θερμοσίφωνες για να ζεστάνουν νερό, ανεμόμυλους, κ.α. Η επαφή του παιδιού με τα αποτελέσματα των απλών αυτών λύσεων, τους δίνει τα ερεθίσματα να είναι πιο παρατηρητικά στα φυσικά φαινόμενα και τις αλληλεπιδράσεις με τη δραστηριότητα του ανθρώπου.

Κατά την Εβδομάδα Οικολογίας έγινε επίσης προσπάθεια ενημέρωσης του κόσμου για την οικιακή κομποστοποίηση— όπως γίνεται σε Δήμους της Αττικής²², με διάλεξη για την οικιακή κομποστοποίηση των οργανικών υπολειμάτων της κουζίνας από τον μηχανικό περιβάλλοντος Δημήτρη Χωματίδη, συνεργάτη της Οικολογικής Εταιρείας Ανακύκλωσης και κλήρωση κάδων κομποστοποίησης, προσφορά του αντιπροσώπου Γιώργου Παππά και της Βελτιωτικής – Γ. Παππάς. Οι εκδηλώσεις περιελάμβαναν επίσης διαλέξεις για την υγιεινή διατροφή με τη Δρ. Φυσικής Ιατρικής Ματίνας Χρονοπούλου, εργαστήρι για «Ζωή όλο ενέργεια» της ψυχολόγου Υβέτ Ναχμιά σε συνεργασία με το Σύλλογο Γυναικών Αίγινας, διάλεξη για την περιβαλλοντική συνείδηση στα μικρά παιδιά της δασκάλας Ρουθ Κάρτερ που διδάσκει στην σχολή Στάινερ-Γουάλντορφ στην Αθήνα. Ο γράφοντας παρουσίασε τρόπους ανακύκλωσης οικιακών απορριμμάτων – πριν ξεκινήσει οργανωμένο πρόγραμμα ανακύκλωσης συσκευασιών στην Αίγινα, ο μηχανολόγος μηχανικός Περιβάλλοντος Χρήστος Γανδάς μίλησε για τις επιπτώσεις του αμιάντου στην υγεία και έδωσε χρήσιμες οδηγίες για την απομάκρυνσή του, ο Μιλτιάδης Τσοσκούνογλου Διευθυντής στον Τομέα Προστασίας του Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας της TOYOTA Ελλάς μίλησε για τη νέα τεχνολογία των υβριδικών αυτοκινήτων που είναι πιο φιλικά στο περιβάλλον και πιο οικονομικά στον καταναλωτή, προσφέροντας συγχρόνως την ευκαιρία δοκιμαστικής οδήγησης του νέου υβριδικού Prius της TOYOTA στους δρόμους της Αίγινας. Η δημοσιογράφος Βάσω Κανελλοπούλου, με την ευκαιρία της κυκλοφορίας του βιβλίου της «Μεταλλαγμένα: το παρελθόν, το παρόν και το άγνωστο μέλλον» (εκδόσεις Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, 2006) μίλησε για τα μεταλλαγμένα και τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου, η ψυχολόγος και θεραπεύτρια Υβέτ Ναχμιά οργάνωσε σεμινάριο για τη σχέση «Γη-Γυναίκα» σε συνεργασία με το Σύλλογο Γυναικών Αίγινας και η ΜΚ Εταιρεία «Ηλιος» οργάνωσε ομιλία του καθ. Δημήτρη Ρόκου, Τοπογράφου Μηχανικού και διευθυντή του Διεπιστημονικού Προγράμματος «Περιβάλλον και Ανάπτυξη» στο ΕΜΠ, για την αξιοβίωτη ολοκληρωμένη ανάπτυξη.

Στο χώρο του Λαογραφικού Μουσείου φιλοξενήθηκε προβολή του ντοκιμαντέρ «Ο Κύκλος των Χαμένων Υλικών» της Οικολογικής Εταιρείας Ανακύκλωσης και της ΕΤΙ για την ανακύκλωση και προβολή για τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική της αρχιτέκτονος Έλλης Γεωργιάδου. Επίσης, φιλοξενήθηκε έκθεση για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, εξοικονόμηση ενέργειας στην κατοικία, γεωβιολογία και χρήση ΑΠΕ στην κατοικία του Συλλόγου Ολιστικής Αρχιτεκτονικής και Οικολογικής

²² Παραδείγματος χάριν το πρόγραμμα που υλοποίησε η Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης σε συνεργασία με το Πειραματικό Λύκειο Αναβρύτων και με την υποστήριξη της Γενικής Γραμματείας Νέας Γενιάς. Το πρόγραμμα είχε τίτλο «Κομπόστ από σκουπίδια! Μία πρωτοβουλία νέων στο σχολείο και στο σπίτι» και υλοποιήθηκε το 2001. Βλ. Περιοδικό *Σκουπίδια και Ανακύκλωση*, τεύχος 42 (Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος 2002), σελ. 3-4.

Δόμησης και του ΚΑΠΕ. Στο χώρο του Λαογραφικού Μουσείου υπήρχαν επίσης ένας σταθμοί Η/Υ με πληροφοριακό υλικό του Διεπιστημονικού Ινστιτούτου Περιβαλλοντικών Ερευνών για την οικολογική δόμηση και ειδικός υποδοχέας για τη συλλογή μπαταριών οι οποίες στη συνέχεια ανακυκλώθηκαν.

Στην Εβδομάδα Οικολογίας 2006 πραγματοποιήθηκε και συνέδριο του Προγράμματος RECORA για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με τη συμμετοχή των ευρωπαϊκών εταιρών από Αυστρία, υπό την αιγίδα του Δήμου Αίγινας και τη συμμετοχή της Περιφέρειας Αττικής. Στο συνέδριο παρουσιάστηκαν εφαρμογές κομποστοποίησης και συζητήθηκαν πιθανές λύσεις για τα φύκια και τα οργανικά απορρίμματα της Αίγινας.

Στην Εβδομάδα Οικολογίας μαζί με τους κάδους οικιακής κομποστοποίησης, κληρώθηκαν και ηλιακοί φορτιστές της Vodafone, που αξιοποιούν τον ήλιο για να φορτίσουν το κινητό τηλέφωνο.

Τις εκδηλώσεις του 2005 πλαισίωσε η εγκατάσταση «Πλαστικά Μπουκάλια» εμφυαλωμένου νερού, τα οποία συλλέχτηκαν και ετοιμάστηκαν με την συμμετοχή των μαθητών του 1ου Γυμνασίου «Καποδίστριας», Αγ. Βαρβάρας, Αίγινας²³.

Η Εβδομάδα Οικολογίας το 2005 και το 2006 δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ευγενή υποστήριξη των: ΑΝΕΔΗΚ Κρητικός, Βελτιωτική – Γ. Παππάς, Medi-Terra ΕΠΕ, Shielco, Ελληνική Εταιρεία, Envitec, Intereg IIIc και χορηγούς επικοινωνίας το ΟΙΚΟ της «Καθημερινής», το ραδιόφωνο του ΣΚΑΙ, τα «Νέα του Σαρωνικού» και τους δικτυακούς τόπους www.ecoweek.gr και www.aeginagreece.com.

Η επιτυχία της διοργάνωσης και η θετική απήχηση που είχε η Εβδομάδα Οικολογίας στην τοπική κοινωνία και τα δρώμενα της Αίγινας, μας οδήγησε στην απόφαση η Εβδομάδα Οικολογίας 2007 να γίνεται από το 2007 πλέον σε ολόκληρη την Ελλάδα, καλύπτοντας δήμους, πόλεις και νησιά σε ολόκληρη τη χώρα. Οι εκδηλώσεις θα καλύψουν μία περίοδο από τον Απρίλιο μέχρι και Ιούνιο 2007, γύρω από τις σημαδιακές ημερομηνίες: Ημέρα της Γης, Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος, Παγκόσμια Ημέρα κατά της Ερημοποίησης και Ξηρασίας, Παγκόσμια Ημέρα Βιοποικιλότητας.

Η διοργάνωση της Εβδομάδας Οικολογίας για το 2007 θα βασίζεται στη συνεργασία με φορείς, οργανώσεις και ιδρύματα, που έχουν πανελλαδική εμβέλεια και δράση και τη συμμετοχή σχολείων. Το πρόγραμμα της Εβδομάδας Οικολογίας 2007 θα δημοσιοποιηθεί εντός των ερχόμενων εβδομάδων.

Για το 2007 προγραμματίζονται να συμμετέχουν 2-3 επιφανείς, διεθνούς κύρους και εμβέλειας, ομιλητές, οι οποίοι έχουν σημαντική δράση στα θέματα περιβάλλοντος

²³ Με την ευκαιρία αυτή θέλω να ευχαριστήσω τον Γυμνασιάρχη Στέλιο Κρητικό και την καθηγήτρια γυμναστικής και περιβαλλοντικών μαθημάτων Έφη Παπαευσταθίου, καθώς επίσης και όλους τους μαθητές που έλαβαν μέρος στην προετοιμασία της εγκατάστασης, για τη συνεργασία στο εγχείρημα των πλαστικών μπουκαλιών.

και θα αποτελέσουν τόσο παράδειγμα προς μίμηση όσο και πηγή έμπνευσης για τους νέους και τους αποφασίζοντες στην Ελλάδα.

Στα πλαίσια της Εβδομάδας Οικολογίας 2007 θα υπάρξει εκτενής ενημέρωση και πληροφόρηση της τοπικής κοινωνίας, θα μοιραστούν φυλλάδια και ενημερωτικό υλικό για την εξοικονόμηση ενέργειας, θα μοιραστούν ειδικές τσάντες για ανακύκλωση σε δήμους και πόλεις που υπάρχει πρόγραμμα ανακύκλωσης, θα γίνουν επισκέψεις σε εργοστάσια διαλογής απορριμμάτων και σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, ενώ η είσοδος σε όλες τις εκδηλώσεις και διαλέξεις, θα είναι και φέτος, δωρεάν και ανοιχτές στο ευρύ κοινό. Με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και μιά καλύτερη ποιότητα ζωής για όλους.

**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ENERGY MANAGEMENT AND INTELLIGENT REPORTING - (E.M.I.R.)**

Βασιλείου Νικολόπουλου
Υποψήφιου Δρ. Μηχ. ΕΜΠ
Εργαστήριο Τεχνολογίας Πολυμέσων
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ
Τηλ/Fax : 2107722538
vnikolop@medialab.ntua.gr

Βασιλείου Λούμου
Καθηγητή ΕΜΠ
Εργαστήριο Τεχνολογίας Πολυμέσων
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ
Τηλ/Fax : 2107722538
loumos@cs.ntua.gr

Εισαγωγή

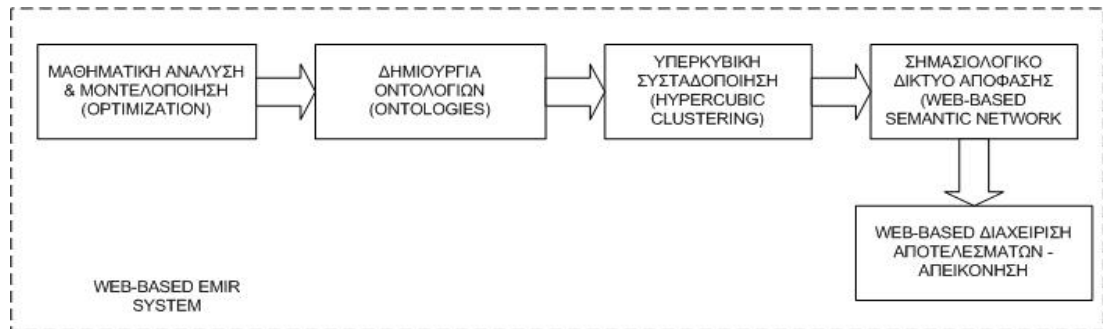
Το παρόν ερευνητικό άρθρο περιγράφει περιληπτικά ένα πρωτοποριακό **Πληροφοριακό Σύστημα Βέλτιστης Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων (E.M.I.R.)** με την χρήση προηγμένων υπηρεσιών Διαδικτύου (πλήρες ενεργειακό portal στο <http://fermat.medialab.ntua.gr/emir>) και τεχνολογιών πολυμέσων, το οποίο βρίσκεται ήδη σε προχωρημένο σχεδιασμό και ανάπτυξη στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Πολυμέσων της σχολής ΗΜΜΗΥ του ΕΜΠ, σε επίπεδο διδακτορικής διατριβής. Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας σε συνδυασμό με την απότομη αύξηση της τιμής των καυσίμων αποτελούν ένα βασικό παράγοντα αποσταθεροποίηση για τις ενεργοβόρες ελληνικές επιχειρήσεις. Η σχεδίαση της βέλτιστης ενεργειακής πολιτικής, στα πλαίσια της ελεύθερης παραγωγής και διάθεσης ενέργειας, εξελίσσεται σε ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα για τις επιχειρήσεις.

Σκοπός του εξελιγμένου πληροφοριακού συστήματος είναι να διαχειρίζεται, να αναλύει, να προβλέπει και να βελτιστοποιεί ενεργειακά φορτία και διαδικασίες ενεργειακής κοστολόγησης, μέσω τηλεμετρούμενης βάσης δεδομένων και σύνθετων καινοτόμων τεχνικών και αλγορίθμων διαχείρισης και αναπαράστασης γνώσης (advanced knowledge engineering, υπερκυβικό clustering), εξόρυξης (data mining) και πολυδιάστατης στατιστικής ανάλυσης και απεικόνισης βάσεων γνώσεων (web-based OLAP). Οι υπηρεσίες του συστήματος θα είναι πλήρως προσπελάσιμες μέσω του Διαδικτύου (advanced web services) και οι αυτοματοποιημένες απεικονίσεις θα γίνονται μέσω on-line web-based γραφικών αναφορών. Το σύστημα και η μέθοδος προστατεύονται ήδη από δύο Διπλώματα Ευρεσιτεχνίας (O.B.I.).

Μέθοδος Προσέγγισης

Η μέθοδος που ακολουθείται συνδυάζει μία πρώτη οντολογική και σημασιολογική προσέγγιση του συστήματος παραγωγής και κοστολόγησης της ενέργειας και εν συνεχεία μέσω της δημιουργίας ενός σημασιολογικού δικτύου και σημασιολογικής Βάσης Δεδομένων, η ενεργειακή πληροφορία συσταδοποιείται, αναλύεται και παρουσιάζεται στον χρήστη μέσω στατιστικών γραφημάτων και πινάκων. Το πρώτο βήμα που ακολουθείται λοιπόν για μία σωστή μαθηματική και εννοιολογική προσέγγιση του συστήματος EMIR, είναι η εξαγωγή και

σχεδιασμός οντολογιών που θα περιγράψουν ιδανικά ένα σύστημα παραγωγής ή προμήθειας ενέργειας, σύμφωνα με τους νέους κανόνες της ελεύθερης αγοράς. Εν συνεχεία, αυτές οι ενεργειακές οντολογίες θα διασυνδεθούν μεταξύ τους για την παραγωγή ενός σύνθετου σημασιολογικού δικτύου, όπου βάση κάποιων προχωρημένων αλγορίθμων, θα επεξεργάζεται η ενεργειακή πληροφορία και θα εξάγεται γνώση.



Σχ. 1 Συνολική διαδικασία ανάλυσης και σημασιολογικής επεξεργασίας ενεργειακής πληροφορίας

Μαθηματικό Μοντέλο & Γραφήματα

Το αρχικό μοντέλο βασίστηκε στην μαθηματική ανάλυση κοστολόγησης του κ. *Ε. Λεκατσά [4]* η οποία παρουσιάζει και αναλύει διεξοδικά όλα τα σύνθετα σημεία υπολογισμού και κοστολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας στην ελεύθερη αγορά. Το μαθηματικό μοντέλο αναλύθηκε σε βάθος και με βάση τις περιγραφικές ολοκληρο-διαφορικές εξισώσεις που περιγράφουν τις διαδικασίες, ενεργειακές ιεραρχικές οντολογίες εξήχθησαν. Το σύστημα έχει ως στόχο την on-line ελαχιστοποίηση του μεταβλητού κόστους Παραγωγής (μέσω της θεωρίας της βελτιστοποίησης και Εξόρυξης δεδομένων) καθώς και την μεγιστοποίηση των κερδών της Επιχείρησης ή του Προμηθευτή. Για να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος θα πρέπει το πρόβλημα να περιγραφεί μαθηματικά με μια Αντικειμενική Συνάρτηση (Objective Function) η οποία με βάση των ενεργειακών αποτελεσμάτων που θα εξάγονται από την ενεργειακή Βάση Δεδομένων και σύνθετων on-line αλγορίθμων, θα ελαχιστοποιείται συνεχώς. Η όλη διαδικασία της ελαχιστοποίησης μπορεί να μας δώσει σημαντικές πληροφορίες για την διαδικασία προμήθειας ενέργειας και βέλτιστων ενεργειακών δοσοληψιών, οι οποίες εξαρτώνται χρονικά από τις εκάστοτε ενεργειακές μετρήσεις. Η δυναμικότητα του συστήματος αντιμετωπίζεται βέλτιστα από το σύστημα EMIR, με βάση την συνεχή διαδικτυακή εξόρυξη μετρήσεων και την συνεχή συσταδοποίηση των αποτελεσμάτων για εξαγωγή απόφασης. Βασική επιδίωξη του web-based DSS συστήματος είναι η εύρεση και στοχαστική πρόβλεψη των ωρών ή ημερών όπου θα υπάρχει κέρδος για τον Προμηθευτή, που σημαίνει μικρό Διαφορικό κόστος παραγωγής.. Ως συνέπεια, υψηλή Οριακή τιμή Συστήματος συγκριτικά με την τιμή μεταβλητή τιμή Συμβολαίου και χαμηλό Διαφορικό κόστος Παραγωγής - Προμήθειας θα αποφέρει στον Προμηθευτή κέρδη από την πώληση της περίσσειας θετικής ενέργειας στο σύστημα. Η παραπάνω παραδοχή αποδεικνύεται και μαθηματικά από την παρακάτω εξίσωση Ενεργειακής Ισορροπίας (*Λεκατσάς*):

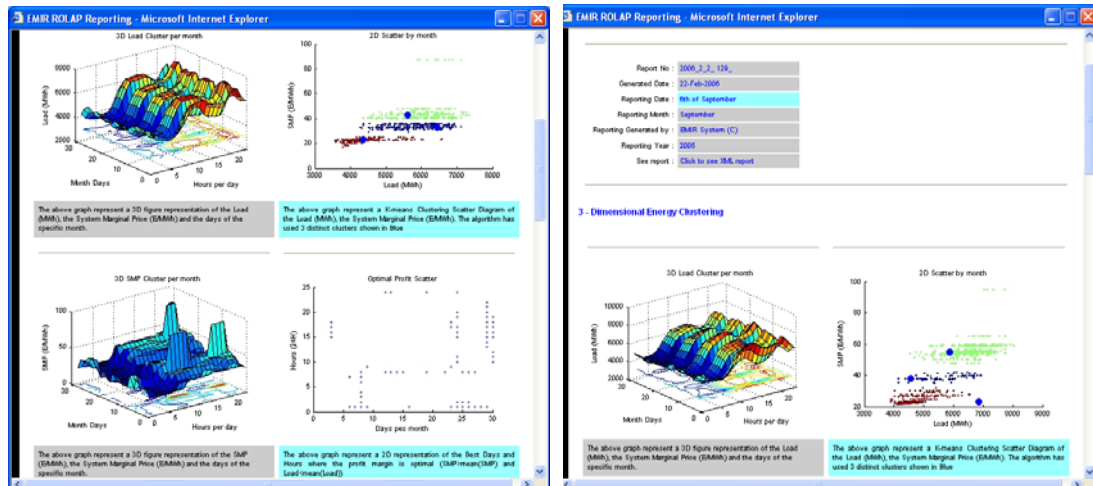
$$\sum_{j=1}^n (Q_j - L_{\Delta} - L_E) * SMP + \sum_{i=1}^m (Q_i^a - L_i^a) * SMP = 0$$

Όπου $\left[Q_i \propto \sum_{i=1}^k W_n^k \right] \propto e_r$, που σημαίνει ότι το φορτίο είναι άμεσα εξαρτώμενο και ανάλογο

της πολυδιάστατης Μήτρας W που αντιπροσωπεύει τις ειδικές τιμές και συμφωνίες (n) του συμβολαίου προμήθειας ενέργειας (k) καταναλωτών και επίσης η συνολική σχέση είναι ανάλογη της ζήτησης φορτίου που αντιπροσωπεύεται από την στοχαστική συνάρτηση $e_r(x)_{X_i}$ (εξαρτώμενη από διανυσματικές κλιματολογικές και λοιπές τυχαίες μεταβλητές).

Μέσω της μεταβαλλόμενης μήτρας W και της στοχαστικής εκτίμησης φορτίου $\overline{e_r(x)_{X_i}}$ μπορούμε να επεμβούμε στην ελεγχόμενη ελαχιστοποίηση. Το σύστημα EMIR, με back-end processes και διαδικασίες εξόρυξης, αναλύει τα μετρούμενα ενεργειακά δεδομένα και υπολογίζει τα θετικά ισοζύγια ενέργειας, με βάση τους πελάτες και τα κόστη παραγωγής του εκάστοτε Παραγωγού - Προμηθευτή. Εν συνεχεία, με την μέθοδο της συσταδοποίησης (clustering) και επιλέγοντας συγκεκριμένο κεντροειδές (centroid) βρίσκει και περιγράφει γραφικά τις βέλτιστες ημέρες και ώρες, όπου ο Προμηθευτής αναμένεται να έχει κέρδος. Βέβαια, όλα τα παραπάνω είναι δυναμικά και προσαρμόζονται στην εκάστοτε αγορά και τους κανόνες συνδιαλλαγής. Η βάση του συστήματος απόφασης, είναι οι οντολογίες, οι οποίες συνδυαζόμενες δημιουργούν ένα ενεργειακό σημασιολογικό δίκτυο, το οποίο αποτελεί την βάση γνώσης του συστήματος EMIR. Η οντολογική προσέγγιση είναι μείζονος σημασίας [1], [2], καθώς αποτελεί το μέσο από όπου θα εξαχθεί η απόφαση. Οι διάφορες οντότητες σχεδιάστηκαν ιεραρχικά και εν συνεχεία διασυνδέθηκαν μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ένα ενεργειακό σημασιολογικό δίκτυο. Οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων του σημασιολογικού δικτύου βαθμολογούνται με ασαφή βάρη (fuzzy weights) έτσι ώστε να υπάρχει σημασιολογική σχέση μεταξύ τους (πχ. παράγει ακριβή ενέργεια με φτηνά υλικά). Η παραπάνω προσέγγιση [1], [2], [7] σε συνδυασμό με αλγόριθμους υπερκυβικού clustering, εξάγει συγκριτική απόφαση για το αποτέλεσμα. Μέσω δυναμικών αλγορίθμων, βασισμένων στο Matlab, οι διάφορες τοπολογικές αποστάσεις (normed distances) μετριοούνται από κεντροειδή με βάση διάφορες οντολογικές ιδιότητες (attributes). Με αυτό το τρόπο μπορούν να εισαχθούν όσες ιδιότητες θεωρούνται σημαντικές για την εξόρυξη γνώσης και συμπεράσματος (πχ. λεπτομέρειες συμβολαίων, διμερείς συμφωνίες μεταξύ Παραγωγού - Λειτουργού Συστήματος κλπ). Η μέτρηση λοιπόν κάποιων νορμών, οι οποίες βασίζονται σε ένα ισομορφικό μετρικό χώρο (που αποτελείται από πολλά vertices σε δομή simplicial complex, [7]) δίνουν μία οπτική αλλά και μαθηματική μέτρηση του πόσο απέχει η εκάστοτε μέτρηση μου από γειτονικές οντότητες (Σημασιολογική απόσταση) [1], [2], [7]. Διασυνδέοντας λοιπόν όλες τις αποστάσεις, με ειδικό μαθηματικό αλγόριθμο και ειδική παράλληλη επεξεργασία (σε παράλληλο δίκτυο με βάση το Matlab και J2EE αρχιτεκτονική) έχουμε γνώση αλλά και οπτικά ένα γεωμετρικό-

τοπολογικό locus που μας δείχνει το πως "κινείται" η μέτρηση σε σχέση με τα κεντροειδή που έχουμε θέσει αρχικά ως βέλτιστες τιμές (πχ. εκτιμώμενο κέρδος, ιδανικό SMP, μεταβλητή τιμολογιακή πολιτική, κοκ).



Σχ. 2 Τριδιάστατα Στατιστικά Γραφήματα τιμής SMP και αποτελέσματα συσταδοποίησης (clustering)

Συμπεράσματα

Το παραπάνω πληροφοριακό σύστημα εστιάζεται στην ενεργειακή ευφυΐα, η οποία επιτελείται on-line με την βοήθεια των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων και την χρησιμοποίηση του στρώματος Internet ως μέσο πρόσβασης και ως μέσο αναζήτησης χαοτικής μεν, χρήσιμης δε ενεργειακής πληροφορίας. Η νέα ενεργειακή πολιτική απαιτεί την πλήρη οργάνωση και συντονισμό διαδικασιών, σε ένα σύστημα τύπου e-energy. Επίσης, η απαιτούμενη υπολογιστική ευφυΐα και πολυπλοκότητα θα παραμένει κρυφή (transparent business logic) στον τελικό χρήστη, με αποτέλεσμα να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα του συστήματος, διότι ο απλός χρήστης χωρίς ειδικευμένες γνώσεις διαχείρισης πληροφορίας και εξόρυξης θα μπορεί με απλά menus και κουμπιά μέσω ενός Internet browser να παράγει σύνθετα reports και στατιστικούς πίνακες.

REFERENCES

- [1] **E.M.I.R. Project** (Energy Management & Intelligent Reporting): Πληροφορίες : <http://fermat.medialab.ntua.gr/emir> & <http://www.medialab.ntua.gr/vnikolop>
- [2] 'Analyse et Simulation des méthodes de routage dans la topologie d'hypercube', Vassilis Nikolopoulos, mémoire, Ecole Polytechnique, promotion X99, 2002
- [3] 'Responsable d'équilibre - Règles et contractualisation', RTE, France
- [4] 'Οικονομική Ανάλυση Ηλεκτρικών Συστημάτων', Ε.Λεκατσά, κεφ.4 Εκδ. TEE 2000
- [5] 'Current State of Balance Management in Europe', ESTO report, Dec. 2003
- [6] 'Code of Commerce', MAVIR website <http://www.mavir.hu>
- [7] 'A web-based Energy Decision Support System for dynamic knowledge energy management and automatic intelligent reporting (EMIR)' paper under preparation for ELSEVIER Decision Support Systems Journal, V.Nikolopoulos, V.Loumos

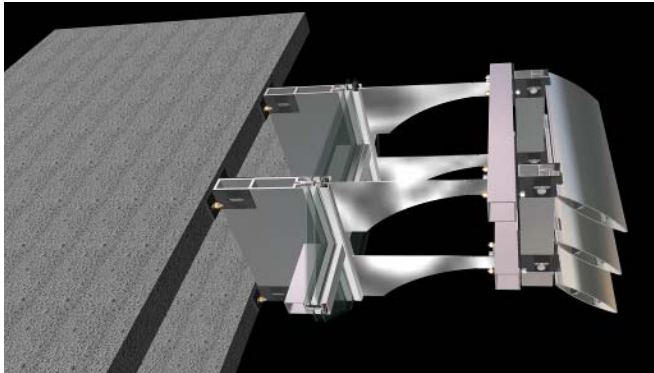
**ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ-
ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**Παπαβασιλείου Νικόλαος,
Υπεύθυνος Marketing Αρχιτεκτονικών Συστημάτων, ΑΛΟΥΜΥΛΑ**

Ηλιοπροστασία

Συστήματα σκίασης

Για ηλιοπροστασία του κτιρίου με σκίαστρα μόνιμα ή κινητά διαφόρων διαστάσεων



**ΠΡΟΣΦΑΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

- Κτήριο IKEA
- Hotel King George - Athens Plaza
- Hotel Royal Olympic
- Κτήριο TOI-MOI
- Κτήριο R.C. TECH
- Κτήριο EKTASIS

Καινοτόμες Εφαρμογές Αλουμινίου στη Σύγχρονη Κατασκευή

Εξελίξεις Προϊόντων σε θέματα Εξοικονόμησης Ενέργειας

Περιεχόμενα

- Εξοικονόμηση Ενέργειας & Αλουμίνιο
- Συστήματα Αλουμινίου για εξοικονόμηση Ενέργειας
- Case Studies Κτιρίων
- Τι πρέπει να προσέχει ο Μελετητής

ΕΝΕΡΓΕΙΑ: Τα Δεδομένα

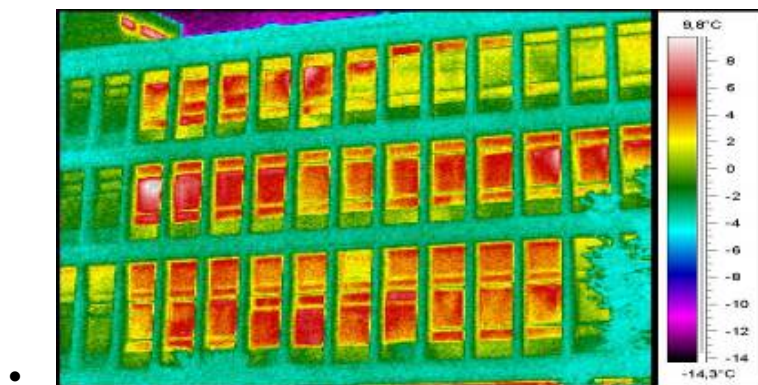
- Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητικές τάσεις, συχνά, με αλόγιστη και άσκοπη σπατάλη αυτής

- Το κλίμα παρουσιάζει αλλαγές με εντάσεις ακραίων καιρικών φαινομένων
- Αύξηση στη χρήση των συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια (κλιματιστικά κλπ)
- Ένταση συγκέντρωσης πληθυσμού στα Αστικά Κέντρα
- Οι διαρκείς ανατιμήσεις στις τιμές των καυσίμων
- Η διαρκώς αυξανόμενη οικολογική ευαισθητοποίηση των καταναλωτών
- Οι επερχόμενες ρυθμίσεις για την αναλυσκόμενη ενέργεια από την ΕΕ

Απώλεια Θερμότητας Στα Κτίρια

Πηγή site GreenPeace

Βιοκλιματικός σχεδιασμός και οι σύγχρονες κτιριακές επεμβάσεις

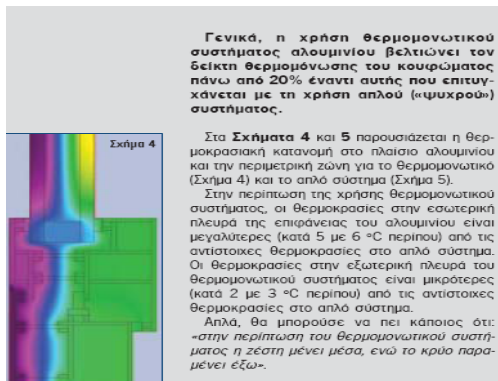


Πηγή Site GrenPeace – Κτίριο ΕΡΤ – ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

- Κύριοι τομείς επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας– Βιοκλιματικός σχεδιασμός
- Κτιριακό κέλυφος (όπου περιλαμβάνονται θερμομόνωση , κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων , παθητικά ηλιακά συστήματα κα)
- Χρήση δομικών στοιχείων του κτιρίου



Σύγκριση Θερμομονωτικών και απλών Συστημάτων



Πηγή Περιοδικό Aluminium Magazine

Σύγκριση Θερμομονωτικών και απλών Συστημάτων

Πίνακας 1: Αποτελέσματα υπολογισμού των απωλειών θερμότητας για θερμομονωτικό και απλό σύστημα αλουμινίου

Σημείο κατασκευής	Προβαλλόμενη επιφάνεια A σε m ²	Συντελεστής μετάδοσης Θερμότητας U σε W/m ² .K			Απώλειες Θερμότητας Q σε Watt		
		Θερμό ή απλό	Θερμό	Απλό	ΔU%	Θερμό	Απλό
Πλίσιοιο	0,615 (31%)	3,658	6,097	+67%	44,92	74,87	+67%
Περιμετρική Ζώνη τζαμιού	0,308 (15%)	3,119	3,142	+0,7%	19,21	19,35	+0,7%
Σύστημα τζαμινών (κέντρο)	1,077 (54%)	2,824	2,824	0%	60,83	60,83	0%
Συνολική κατασκευή	2,000 (100%)	3,125	3,878	+24%	124,96	155,06	+24%

Πηγή Περιοδικό Aluminium Magazine

Παθητικά ηλιακά συστήματα

Συστήματα Αίθριου

Για τη λειτουργία θερμοκηπίου ως παθητικά ηλιακά συστήματα και την εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού μέσα στο χώρο



1. Εξοικονόμηση ενέργειας και μεταφορές

Ο τομέας των μεταφορών συμμετέχει με 30% περίπου στη συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στη χώρα μας το ποσοστό αυτό είναι ακόμα μεγαλύτερο και προσεγγίζει το 40%²⁴. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της κατανάλωσης αφορά χερσαίες μεταφορές. Είναι προφανής επομένως η σημασία που θα πρέπει να δοθεί στην εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό.

2. Πολιτικές που ευνοούν την εξοικονόμηση ενέργειας

Μεγάλα περιθώρια για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχουν στις πόλεις, όπου γίνονται πολλές και συχνές μετακινήσεις και οι αποστάσεις είναι σχετικά μικρές. Ένα μεγάλο μέρος των μετακινήσεων αφορούν μικρής απόστασης μετακινήσεις και μπορεί να γίνονται με τα πόδια. Επίσης η ποδηλασία μπορεί να βοηθήσει σε μεγαλύτερες αποστάσεις, εφόσον υπάρξει η κατάλληλη υποδομή και οι κυκλοφοριακές συνθήκες που θα την ενθαρρύνουν. Πόσο μάλλον που η μέση ταχύτητα μετακίνησης των αυτοκινήτων έχει φτάσει στις κεντρικές αρτηρίες της Αθήνας τα 5-12 χλμ/ώρα και στους άλλους δρόμους πολύ μικρότερες – δηλαδή περίπου όσο η ταχύτητα γρήγορου βαδίσματος και μικρότερη από την ταχύτητα ποδηλάτου²⁵. Για μεγαλύτερες αποστάσεις τα μέσα συλλογικής μεταφοράς, αν είναι σωστά οργανωμένα (σε όρους χρόνου, κόστους, άνεσης και αξιοπιστίας) μπορούν να εξοικονομήσουν ενεργειακούς πόρους και ταυτόχρονα να ενθαρρύνουν αυτά τα ήπια μέσα μετακίνησης.

Είναι σημαντικό επομένως οι πόλεις να είναι πυκνοδομημένες, ώστε η προέλευση και ο προορισμός των μετακινήσεων (π.χ. σχολείο, ιατρικό κέντρο, καταστήματα κλπ) να μην είναι απομακρυσμένοι. Επίσης το περιβάλλον της πόλης πρέπει να είναι ασφαλές και ευχάριστο για περπάτημα και ποδηλασία (να υπάρχουν λ.χ. ελεύθεροι χώροι πρασίνου). Πράγματι, έρευνες έχουν δείξει ότι η απόσταση που είναι διατεθειμένος να περπατήσει κανείς μπορεί να αυξηθεί περισσότερο από 70%, αν βελτιωθούν οι συνθήκες πεζή μετακίνησης²⁶.

24 EUROSTAT, Energy - Yearly statistics 2004

25 Βλ. π.χ. εφημερίδα ΤΑ ΝΕΑ 1-2-2006 αρ.18453, “Σημειωτόν στις λεωφόρους”

26 βλ.π.χ. Peperna, O. (1982) Die Einzugsbereiche von Haltestellen oeffentlicher Nahverkehrsmittel im Strassen-und Busverkehr. In Institut fuer Verkehrsplanung und Verkehrstechnik TU Vienna, Vienna

Τα ΙΧ αυτοκίνητα και οι μοτοσικλές καταστρέφουν με διπλό τρόπο τις προϋποθέσεις αυτές μιάς ενεργειακά αποδοτικής πόλης. Αφενός μεν διεθνής η εμπειρία δείχνει ότι ευνοούν την εξάπλωση της πόλης και τη διάλυση του αστικού ιστού, δημιουργώντας την εντύπωση ότι μειώνουν τις αποστάσεις. Στην πραγματικότητα όμως προκαλούν έτσι αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των μετακινήσεων και σε τελική φάση τον κυκλοφοριακό κορεσμό της. Από την άλλη πλευρά, η επιδείνωση του αστικού περιβάλλοντος (ατμοσφαιρική ρύπανση, ηχορύπανση, απειλή για την ασφάλεια των πεζών κλπ) που δημιουργείται με την αύξηση της κυκλοφορίας τους, αποθαρρύνει τα ήπια μέσα μεταφοράς (περπάτημα, ποδηλασία).

Στις υπεραστικές μετακινήσεις η χρήση των συλλογικών μέσων μεταφοράς και κυρίως του σιδηρόδρομου μπορεί να μειώσει την ανάγκη για ΙΧ αυτοκίνητο και να εξοικονομήσει σημαντικά ποσά ενεργειακών πόρων. Έτσι μόνο σε αραιοκατοικημένες περιοχές υπάρχει πράγματι η ανάγκη για χρήση ΙΧ αυτοκινήτου. Και εκεί όμως αυτή η χρήση τους δεν συνεπάγεται απαραίτητα την ιδιοκτησία τους, αλλά συχνά μπορεί να γίνεται με μορφές που είναι οικονομικότερες για τους χρήστες και δεν ενθαρρύνουν την παραπέρα χρησιμοποίησή τους (διάφορες μορφές ενοικίασης, carsharing κλπ)

Μια τέτοια πολιτική αντιμετώπισης των διάφορων μεταφορικών μέσων έχει ευνοϊκές συνέργειες και σε άλλες, εκτός της ενεργειακής, πολιτικές: οικονομική, κοινωνική, οδικής ασφάλειας, υγείας κλπ. Για το λόγο αυτό και οι περισσότερες πόλεις των πλέον ανεπτυγμένων χωρών εφαρμόζουν προγράμματα περιορισμού της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας και βελτίωσης των συνθηκών πεζή μετακίνησης και ποδηλασίας και ενίσχυσης των δημοσίων συγκοινωνιών (η Κοπεγχάγη, η Ζυρίχη, το Άμστερνταμ είναι μερικά πετυχημένα παραδείγματα). Το 1988 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ψήφισε το χάρτη των δικαιωμάτων των πεζών και το 1996 οι δήμαρχοι των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών πόλεων (μεταξύ των οποίων και της Αθήνας) υπέγραψαν τη διακήρυξη της Κοπεγχάγης.

Και στην Αθήνα όμως είχαμε την εμπειρία των ολυμπιακών αγώνων του 2004, όπου οι μετακινήσεις των επισκεπτών και των κατοίκων εκείνη την εποχή προγραμματίστηκαν και έγιναν με επιτυχία κατά κύριο λόγο με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Δυστυχώς, λόγω των ιδεολογικών εμμονών της διοίκησης υπέρ του αυτοκινήτου και των μοτοσικλετών, η τόσο πετυχημένη αυτή πολιτική εγκαταλείφθηκε την επομένη των ολυμπιακών αγώνων.

3. Πολιτική μεταφορών στην Ελλάδα

Στη χώρα μας, ενώ η κερδοσκοπία της γης έχει οδηγήσει σε πυκνοκατοικημένους οικισμούς (ίσως μάλιστα σε υπερβολικό βαθμό, σε κάποια σημεία), παρόλα αυτά ακολουθείται εδώ και πολλά χρόνια μια δογματική, και διπλά ανορθολογική, πολιτική

ενίσχυσης του ΙΧ αυτοκινήτου. Αυτή η πολιτική συνοδεύτηκε με το διωγμό της πεζή μετακίνησης, και άνευ όρων ενίσχυσης της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας²⁷. Το ίδιο αμείλικτα κυνηγήθηκε και η ποδηλασία, με αποτέλεσμα να είναι σήμερα σχεδόν ανύπαρκτη, όταν σε άλλες χώρες η συμμετοχή της στην κατανομή των μετακινήσεων είναι σημαντική φτάνοντας σε μερικές περιοχές της Ολλανδίας ή της Δανίας να καλύπτει το 40-50% των μετακινήσεων. Οι χρηματοδοτήσεις κατευθύνθηκαν σε έργα οδοποιίας (για τα οποία σπανίως υπάρχουν διόδια – αλλά και τότε καλύπτουν μόνο μέρος του κόστους συντήρησης και όχι το κόστος κατασκευής), ενώ ο σιδηρόδρομος αφέθηκε να παρακμάσει κάτω από το βάρος του αθέμιτου ανταγωνισμού του αυτοκινήτου και γραφειοκρατικών διοικήσεων. Για να μπορέσει να μειωθεί ακόμα περισσότερο το κόστος του αυτοκινήτου και να γίνει ελκυστικό, το σύνολο σχεδόν των ελεύθερων χώρων των πόλεων διατέθηκε (ως επί το πλείστον δωρεάν) για τις ανάγκες στάθμευσης και κίνησης του αυτοκινήτου, είτε νομιμοφανώς (όπως λ.χ. στην περίπτωση των στενών και ανεπαρκών διαστάσεων πεζοδρομίων), είτε και τελείως παράνομα (όπως στην περίπτωση της ενθάρρυνσης της στάθμευσης στα πεζοδρόμια και τους “πεζόδρομους”). Γενικότερα τα μέσα μαζικής μεταφοράς αφέθηκαν να υποβαθμιστούν σημειολογικά και λειτουργικά, ενώ καλλιεργήθηκε στην κοινή γνώμη η άποψη ότι το Ι.Χ. αυτοκίνητο ταυτίζεται κατά έναν αυθαίρετο τρόπο με την πρόοδο και θα πρέπει να ενισχύεται με κάθε τρόπο. Όταν τα αυτοκίνητα γέμισαν ασφυκτικά κάθε χώρο της πόλης άρχισαν να προωθούνται οι μοτοσικλέτες με μια σειρά προνομίων που τους παραχωρήθηκαν (είσοδος στο δακτύλιο, ευνοϊκή φορολογία, απαλλαγή από ΚΤΕΟ, κίνηση σε λεωφορειολωρίδες, ανεξέλεγκτη ηχορύπανση κλπ), επειδή υποτίθεται ότι αντικαθιστούν αυτοκίνητα στους δρόμους, εκμεταλλευόμενες καλύτερα τον περιορισμένο αστικό χώρο. Φυσικά και στην περίπτωση αυτή υπήρξε εμπαιγμός της κοινής γνώμης, αφού, όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει, οι μοτοσικλέτες δεν μειώνουν τα αυτοκίνητα στους δρόμους, αλλά επιπροστίθενται σ’ αυτά επεκτεινόμενες εις βάρος των χώρων των πεζών: κινούνται στους λεωφορειόδρομους, στους πεζόδρομους και στα κενά μεταξύ των αυτοκινήτων, σταθμεύουν στα πεζοδρόμια και περιμένουν στα φανάρια στις διαβάσεις των πεζών. Δυστυχώς όσα προβλέπουν ο χάρτης των δικαιωμάτων των πεζών και η διακήρυξη της Κοπεγχάγης, ενώ στις άλλες ευρωπαϊκές πόλεις εφαρμόζονται εδώ και πολλά χρόνια στην Αθήνα και στις άλλες ελληνικές πόλεις μένουν κενό γράμμα.

²⁷ Είναι χαρακτηριστικό ότι ο ΚΟΚ καθιέρωσε τεκμήριο υπαιτιότητας των πεζών με τη δικαιολογία, όπως αναφέρει η εισηγητική έκθεση εκείνης της εποχής: “πρέπει να θεωρηθεί δικαιολογημένη και αναγκαία η απόκλιση από τις αρχές του ΓΠΝ/1911 διότι δεν συντρέχει λόγος να φοβόμαστε τα αυτοκίνητα αφού δεν είναι επικίνδυνα για τους πεζούς για τους οποίους έχουν ληφθεί μέτρα για την ασφαλή κυκλοφορία τους. Επομένως πρέπει και αυτοί να υποβληθούν με την αυξημένη προσοχή τους την ακώλυτη κυκλοφορία ιδίως στις μεγάλες πόλεις”

4. Προς μία ενεργειακά αποδοτική πολιτική μεταφορών

Βασικός στόχος μιάς ενεργειακά αποδοτικής πολιτικής μεταφορών είναι η επιδίωξη όσο το δυνατόν περισσότερος αριθμός μετακινήσεων να πραγματοποιείται με βάδισμα, ποδήλατο και με τα πόδια.

Είναι αλήθεια ότι τα τελευταία χρόνια έχουν καταβληθεί κάποιες προσπάθειες για βελτίωση των συγκοινωνιών στην πόλη. Οι προσπάθειες όμως αυτές ήταν άτολμες, αναποτελεσματικές και συνοδεύονταν από ακόμα μεγαλύτερες προσπάθειες για βελτίωση της κίνησης των ΙΧ αυτοκινήτων και των μηχανών. Ο κυριότερος λόγος αυτών των περιορισμένων αποτελεσμάτων είναι ότι οι προσπάθειες αυτές δεν εντάσσονται σε μία γενικότερη πολιτική ενίσχυσης της ποδηλασίας και του βαδίσματος, αλλά στην σταθερή και αταλάντευτη πολιτική επιλογή για κυριαρχία του ΙΧ αυτοκινήτου και της μοτοσυκλέτας. Πράγματι τα μέσα μαζικής μεταφοράς δεν διευκολύνουν μόνο τους πεζούς αλλά έχουν ευνοϊκές επιδράσεις και στην μηχανοκίνητη κυκλοφορία γιατί στρέφοντας δυνητικούς χρήστες ΙΧ προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς, επιτρέπουν στους υπόλοιπους που παραμένουν να κινούνται πιο άνετα στους δρόμους.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το τραμ: κατά τη χάραξή του αποφεύχθηκε προσεκτικά να θιγεί χώρος της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας και καταστράφηκαν χώροι πεζών και πάρκα, ενώ ακόμα και σήμερα αποφεύγεται να δοθεί η προτεραιότητα στην κίνησή του (πράσινο κύμα). Το αποτέλεσμα είναι να κινείται με ακατάστατα και αραιά δρομολόγια, μαζεύοντας κυρίως τους επιβάτες που χρησιμοποιούσαν πριν από την κατασκευή του τις γραμμές των λεωφορείων που κατήργησε, και να μην μπορεί να παίξει το φυσικό ρόλο του ως ραχοκοκαλιά ενός ολοκληρωμένου συστήματος μεταφορών, με μετεπιβιβάσεις από άλλες πιο αργές λεωφορειακές γραμμές.

Για τους πεζούς δεν έχει γίνει ακόμα σχεδόν τίποτε, ενώ αντί για την ανάπτυξη της ποδηλασίας ενισχύονται οι μοτοσυκλέτες που δρουν ανταγωνιστικά προς αυτές (γι' αυτό και οι καταναλωτές μοτοσυκλετών είναι αντίθετοι στην ανάπτυξη της ποδηλασίας).

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι ούτε η χρήση των δημόσιων συγκοινωνιακών μέσων δεν μπορεί να αυξηθεί αν είναι αδύνατο οι χρήστες τους να φτάσουν στα σημεία εισόδου τους (στάσεις). Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία το πλάτος της ζώνης ελεύθερης διέλευσης των πεζοδρομίων, για λόγους εξυπηρέτησης ατόμων μειωμένης κινητικότητας και μόνον, θα πρέπει να είναι 1,50 μέτρο, που αντιστοιχεί σε πλάτος πεζοδρομίου πάνω από 2 μέτρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι συστάσεις διεθνών οργανισμών ορίζουν ελεύθερο πλάτος διέλευσης ακόμα μεγαλύτερο (1,80 – 2,50 μέτρα), ενώ στις περιπτώσεις οδών με εμπορική κίνηση ή άλλα σημεία συγκέντρωσης πεζών (λ.χ. στάσεις λεωφορείων), είναι προφανές ότι το πλάτος θα πρέπει να είναι ακόμα μεγαλύτερο (πάνω από 3,00 – 3,50 μέτρα σύμφωνα με τις συστάσεις). Δυστυχώς

ελάχιστα πεζοδρόμια στην Αθήνα έχουν αυτές τις διαστάσεις, ενώ και γενικότερα οι ελλείψεις της πόλης σε ελεύθερους χώρους είναι κραυγαλέες.

Από την άλλη πλευρά θα πρέπει να πάψει η υποβάθμιση ελεύθερων χώρων (πλατειών, πάρκων κλπ) με υπόγεια γκαράζ που προσελκύουν μηχανοκίνητη κυκλοφορία στα κέντρα των πόλεων, και η κατασκευή αστικών αυτοκινητόδρομων (όπως λ.χ. μετατράπηκαν πρόσφατα τμήματα της λεωφόρου Κηφισίας, Μεσογείων, παραλιακής κλπ).

Το κυριότερο όμως είναι η ενημέρωση της κοινής γνώμης και η αλλαγή της νοοτροπίας των ανθρώπων που βρίσκονται στα κέντρα λήψης αποφάσεων που θα πρέπει να προσανατολιστεί προς την κατεύθυνση της ανθρώπινης πόλης και να απαλλαγεί από την ιδεολογία της με κάθε τρόπο κυριαρχίας του ΙΧ αυτοκινήτου και της μηχανής και αντιμετώπισης των πεζών όχι ως κυκλοφορία, αλλά ως ενοχλητικό εμπόδιό της. Ιδιαίτερα εμποτισμένοι με αυτή την ιδεολογική αντίληψη κατά των πεζών είναι πολλά από τα στελέχη των αρχών και των υπηρεσιών που ασχολούνται με τα θέματα σχετικά με τις οδικές μεταφορές, ιδιαίτερα στις ανώτερες βαθμίδες. Η τροχαία λ.χ. αρνείται να προστατεύσει τα δικαιώματα των πεζών, και δεν θεωρεί αναγκαία την προστασία τους, εφαρμόζοντας την πολιτική της μονόπλευρης επιείκειας: επιείκεια για τους παραβάτες των δικαιωμάτων των πεζών – σκληρότητα και απανθρωπιά για τους πεζούς (ιδίως μάλιστα τους ασθενέστερους από αυτούς: μικρά παιδιά, υπερήλικες, άτομα με αναπηρίες κλπ εμποδιζόμενα άτομα). Κάποιο μάλιστα έχουν και την ψευδαίσθηση ότι δείχνουν με αυτό τον τρόπο “ανθρώπινο πρόσωπο”! .

Η ενεργειακά αποδοτική πόλη δεν μπορεί παρά να είναι η ανθρώπινη πόλη. Και ανθρώπινη πόλη είναι η πόλη που είναι φτιαγμένη και λειτουργεί για τους ανθρώπους και όχι για τις μηχανές.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

**Τσιτόπουλος Αλέξανδρος, Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ
Διευθυντής Πωλήσεων Έργων & Τεχν. Υποστήριξης, POLYKEM**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο, γίνονται προσπάθειες προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις της αλόγιστης ενεργειακής σπατάλης. Σε αυτή την σπατάλη, η συμβολή του κτιριακού τομέα είναι ιδιαίτερα σεβαστή, αφού συγκεκριμένα για τον Ελλαδικό χώρο, η ενέργεια που καταναλώνουν οι διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις (σπίτια, ξενοδοχεία, δημοσια κτίρια κ.λ.π) μπορεί να φτάσει και το 30% της συνολικής κατανάλωσης.

Οι επιπτώσεις από την χωρίς όρια ενεργειακή κατανάλωση, έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται αντιληπτές, αφού τόσο οι διαθέσιμοι ενεργειακοί πόροι φαίνεται να συρρικνώνονται με το πέρας των χρόνων, αλλά παράλληλα, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σημειώνουν αύξηση που εκτιμάται ότι έως το 2010 θα είναι +35%. Επιπλέον, λόγω των εκπομπών ρυπογόνων αερίων, τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα στην Ελλάδα, παρατηρούνται ακραίες κλιματικές αλλαγές.

Με βάση τις διαπιστώσεις αυτές, και με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση των ενεργειακών πόρων, δημιουργείται η ανάγκη αφενός για κτίρια υψηλής περιβαλλοντικής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και αφετέρου για τη λήψη μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων.

Στα παραπάνω – και συγκεκριμένα για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κατά συνέπεια και για την Ελλάδα – θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι με βάση την Οδηγία 2002/91/ΕΚ που αφορά στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, η σοβαρή ενασχόληση με το θέμα, αποτελεί πλέον υποχρέωση που θεσπίζεται και νομικά. Με βάση την Οδηγία αυτή, κάθε κτίριο (υφιστάμενο ή νέο) υποχρεούται να εφαρμόζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για ενεργειακή απόδοση και να αποκτά σχετική ενεργειακή πιστοποίηση.

Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η εξωτερική θερμομόνωση, αποτελεί ουσιαστικά μονόδρομο προκειμένου ένα υφιστάμενο και χωρίς θερμομόνωση κτίριο να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις που έχουν πλέον τεθεί.

Τι πρέπει όμως να περιλαμβάνει ένα τέτοιο σύστημα προκειμένου να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του ιδιοκτήτη που θα το επιλέξει;

Πρώτα απ' όλα χρειάζεται μια ινοπλισμένη κόλλα τσιμεντοειδούς βάσης για την ασφαλή στερέωση των θερμομονωτικών πλακών στην τοιχοποιία. Στην περίπτωση μάλιστα που αυτή είναι ενισχυμένη με ρητίνες και προσφέρει ελαστικότητα και αντοχή στην υγρασία, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν υπόστρωμα για το τελικό επίχρισμα.

Βέβαια, για να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο το υπόστρωμα και να αποφευχθούν οι ρηγματώσεις σε όλη την επιφάνεια, αλλά και τις περιοχές όπου έχουμε κουφώματα ή μαρκίζες και οι κίνδυνοι είναι ακόμα μεγαλύτεροι, απαραίτητη είναι η χρήση κατάλληλου υαλοπλέγματος, αλλά και ειδικά σχεδιασμένων ειδικών τεμαχίων για συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης.

Για την στήριξη των πλακών, απαραίτητη είναι και η μηχανική στερέωσή τους από ειδικά βύσματα που μαζί με την κόλλα αποτελούν τα απαραίτητα συστατικά για την ασφαλή στερέωση στην υφιστάμενη τοιχοποιία.

Όσον αφορά το εξωτερικό επίχρισμα, απαραίτητη είναι η παρουσία ενός σοβά, η οποία όχι μόνο θα μας δίνει την τελική επιφάνεια που θέλουμε, αλλά θα μπορεί και να μείνει σαν τελική στρώση χωρίς επιπλέον βάνιμο. Εκτός από τα παραπάνω, θα πρέπει και αυτός φυσικά να είναι ρητινούχος και υδαταποθητικός, διατηρώντας έτσι σταθερή την κατάστασή του, ακόμα και στις πιο δύσκολες και απαιτητικές καιρικές συνθήκες.

Σχετικά με το θερμομονωτικό υλικό, η επιλογή θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτική. Πρώτα απ' όλα θα πρέπει να επιλέχθει ένα υλικό που θα διατηρεί όχι μόνο το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) σταθερό, αλλά και όλες τις ιδιότητές του καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Επίσης, το θερμομονωτικό θα πρέπει να είναι ένα υλικό που σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα υλικά, ανταποκρίνεται πλήρως στην ανάγκες ενός συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης και ανακαίνισης, προσδίδοντας εξοικονόμηση ενέργειας στον χρήση και τελικά εξοικονομώντας του χρήματα.

Παράλληλα, για να είναι σίγουρος ότι αυτό που θα επιλέξει είναι το κατάλληλο για την περίπτωση του, θα πρέπει το σύστημα να είναι ελεγμένο και πιστοποιημένο από ανεξάρτητους και διαπιστευμένους φορείς, που θα επιβεβαιώνουν όχι μόνο την αξιοπιστία των επί μέρους συστατικών του, αλλά την απόλυτη συμβατότητα, τη δυναμική τους, αλλά και την μεγάλη διάρκεια ζωής του όλου συστήματος.

Με την εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος, ο χρήστης θα επιτύχει

- Εξοικονόμηση ενέργειας, πράγμα που συνεπάγεται λιγότερα έξοδα για θέρμανση το χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι
- Θερμική άνεση όλο το χρόνο, διατηρώντας κατά το δυνατόν σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτιρίου
- Αποφυγή σχηματισμού θερμικών γεφυρών και συμπύκνωσης υδρατμών και κατά συνέπεια δημιουργίας μούχλας στο εσωτερικό του κτιρίου
- Προστασία του κτιριακού κελύφους από τις καιρικές καταπονήσεις

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Kelyfos

Το Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης Kelyfos, αποτελεί ένα προϊόν συνεργασίας τριών από τις μεγαλύτερες εταιρίες στο χώρο της δόμησης, την POLYKEM της DOW και της ISOMAT και περιλαμβάνει:

1. Εξηλασμένη Πολυστερίνη STYROFOAM IB-SL της DOW
2. Κόλλα KELYFOS THERMO της ISOMAT
3. Υαλόπλεγμα KELYFOS
4. Έτοιμος σοβάς KELYFOS FINE/DECOR της ISOMAT

Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στο θερμομονωτικό υλικό του συστήματος, το οποίο συγκεντρώνει τις εξής σημαντικές ιδιότητες:

1. Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0,035$ W/mK)
2. Υψηλή αντοχή στην συμπίεση
3. Μεγάλη υδατοαπωθητικότητα
4. Σταθερή θερμική συμπεριφορά

Παράλληλα, η παραγωγή του είναι πλήρως καθετοποιημένη, η ποιότητα της πολυστερίνης που χρησιμοποιείται είναι σταθερή, και το διογκωτικό αέριο που χρησιμοποιεί είναι το CO₂.

Το υλικό είναι πιστοποιημένο με CE και έχει ISO 9001:2000 και ISO 14001

Με βάση τη μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας που πραγματοποίησε το Κ.Α.Π.Ε, η εφαρμογή του συστήματος εξασφαλίζει τα παρακάτω ποσοστά εξοικονόμησης, ανάλογα με την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο

	Εξοικονόμηση για θέρμανση	Εξοικονόμηση για ψύξη	Συνολική εξοικονόμηση ενέργειας
Α ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	28-31%	48-49%	35-37%
Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	33-35%	46-48%	36-39%
Γ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	35-38%	47-48%	36-38%
Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	39-41%		

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει πως με την τοποθέτηση του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης, μειώνουμε την κτιριακή κατανάλωση ενέργειας, και συμβάλουμε στην παγκόσμια προσπάθεια μείωσης αερίων ρύπων CO₂, CO και SO₂ που εκπέμπονται όταν χρησιμοποιείται ως καύσιμο το πετρέλαιο για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης καθώς και στην προσπάθεια μείωσης της ηλεκτρικής ενέργειας για τις εγκαταστάσεις ψύξης.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ

Καψάλης Β., Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Καρανάσος Γ., Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Σύνοψη

Η εκμετάλλευση του θερμικού περιεχομένου των συμπυκνωμάτων θερμικών υποσταθμών οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Ο ανασχεδιασμός και η βέλτιστη διαχείριση των συμπυκνωμάτων οδηγεί σε οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Λέξεις κλειδιά: Αποκεντρωμένη θερμική παραγωγή, Ανασχεδιασμός, Ανάκτηση συμπυκνωμάτων, εξοικονόμηση ενέργειας,

Εισαγωγή

Γενικά, ο ατμός παράγεται και μεταφέρει μεγάλα ποσά ενέργειας τα οποία είναι απαραίτητα σε θερμικές διεργασίες ή / και στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Ιδιαίτερα στα νοσοκομεία χρησιμοποιείται σε κρίσιμες λειτουργίες όπως στους κλιβάνους αποστείρωσης, στα χειρουργεία, στα πλυντήρια, στη θέρμανση χώρων και νερού χρήσης, στον κλιματισμό, κ.α. Το κόστος παραγωγής του ατμού εξαρτάται από την πρωτογενή πηγή ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κλπ) και συνεισφέρει σημαντικά στο συνολικό κόστος της εγκατάστασης και λειτουργίας του όλου συστήματος. Η παρούσα εφαρμογή αφορά σε νοσοκομείο και μελετά την επίδραση της ανάκτησης συμπυκνωμάτων σε θερμικούς υποσταθμούς.

Περιγραφή του συστήματος

Ο ατμός παράγεται κεντρικά, από τρεις (3) ατμοπαραγωγούς, 5t/h ο καθένας. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι πετρέλαιο. Με την πίεση λειτουργίας μεταφέρεται κοντά στις τελικές καταναλώσεις όπου μέσω πέντε (5) θερμικών υποσταθμών γίνεται αποκεντρωμένη θερμική παραγωγή με την εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου του ατμού σε διαφορετικές πιέσεις και θερμοκρασίες. Με την εναλλαγή ενέργειας μέσω εναλλακτών θερμότητας χρησιμοποιείται κυρίως η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης, ενώ το συμπύκνωμα που απομένει είναι απεσταγμένο νερό και περιέχει ακόμη σημαντικά ποσά ενέργειας.

Ανάλυση και σχεδιασμός

Κατά τη φάση της επιθεώρησης, αναλύθηκε ενεργειακά το σύστημα και συγκεκριμένα εξετάστηκαν τα εξής υποσυστήματα:

1. Το δίκτυο του ατμού και των συμπυκνωμάτων των πέντε (5) θερμικών υποσταθμών
2. Η κατανάλωση καυσίμου, ο βαθμός απόδοσης των ατμοπαραγωγών και οι εκπομπές των καυσαερίων προς το περιβάλλον
3. Το δίκτυο του νερού τροφοδοσίας και των τελικών καταναλώσεων.

Κρίθηκε απαραίτητη η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς και εξετάστηκαν διάφορες λύσεις, μία εκ των οποίων υλοποιήθηκε, και αφορά σε επεμβάσεις ανασχεδιασμού και διαχείρισης συμπυκνωμάτων των αποκεντρωμένων θερμικών υποσταθμών.

Για την επιστροφή των συμπυκνωμάτων χρησιμοποιήθηκε ατμός και μηχανική αντλία, για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε και στην αξιοποίηση του δευτερογενούς ατμού. Το δίκτυο επιστροφής καταλήγει στον απαερωτή και μαζί με το απαιτούμενο νερό θα προετοιμαστεί για την τροφοδοσία του ατμολέβητα. Το νερό τροφοδοσίας του ατμολέβητα θα πρέπει να έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σκληρότητας και αγωγιμότητας.

Για τον ανασχεδιασμό και την κατασκευή των εναλλακτών θερμότητας αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο ΕΛΟΤ EN-13445 (Δοχεία πίεσης μη εκτεθειμένα σε φλόγα) ενώ η πιστοποίηση και συμμόρφωση CE έγινε σύμφωνα με την οδηγία 97/23/CE (PED). Στα σημεία παραγωγής ζεστού νερού θέρμανσης ή άλλων διεργασιών χρησιμοποιήθηκαν εναλλάκτες από ανοξείδωτο χάλυβα AISI316, κατάλληλων για ρευστά χαμηλού ιξώδους και συνθήκες τυρβώδους ροής, με ειδική διαμόρφωση στην εξωτερική επιφάνεια των σωληνώσεων για τη μεγιστοποίηση της θερμικής συναλλαγής.

Ο έλεγχος των θερμοστατικών βαλβίδων του ατμού σε σχέση με την παραγόμενη θερμοκρασία εξόδου του νερού επιτεύχθηκε με ηλεκτροπνευματικό σύστημα (πεπιεσμένος αέρας περίπου στα 6 bar g) για την ταχύτερη απόκρισή τους.

Οφέλη και συμπεράσματα

Εγινε σύγκριση των διαφόρων παραμέτρων πριν και μετά την εφαρμογή ανάκτησης συμπυκνωμάτων και αναλύθηκαν τα σημεία που επιδρούν στη βελτίωση της συμπεριφοράς του συστήματος.

1. Μείωση της κατανάλωσης νερού. Κάθε ποσότητα συμπυκνωμάτων που απομακρύνεται θα πρέπει να αντικατασταθεί με νερό τροφοδοσίας. Στον απαερωτή συνεισφέρουν στη λειτουργία της θερμικής μεθόδου απομάκρυνσης των διαβρωτικών αερίων του νερού.
2. Ελαχιστοποίηση της χημικής επεξεργασίας. Δημιουργούνται μικρότερες επικαθήσεις ιζημάτων στα επιμέρους συστήματα τα οποία διατηρούν τον αρχικό βαθμό απόδοσής τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.. Επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα που απομακρύνεται με τον στρατσωνισμό μειώνεται οδηγώντας σε επιπλέον ενεργειακή εξοικονόμηση.
3. Μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Προέρχεται από τον καλύτερο βαθμό απόδοσης των αμολεβήτων και την μείωση της ποσότητας του προθερμανόμενου νερού. Επιπλέον ο ατμός προθέρμανσης μειώνεται με τη μείωση του χρόνου προθέρμανσης.
4. Ο υψηλός βαθμός απόδοσης βελτιώνει επιπλέον και την περιβαλλοντική συμπεριφορά των καυσαερίων. Αυτό οδηγεί σε μείωση του λειτουργικού κόστους της εγκατάστασης και μικρή περίοδο αποπληρωμής της επένδυσης.

Η ποσοτικοποίηση των παραπάνω παραμέτρων οδηγεί στη δημιουργία σημαντικής προστιθέμενης αξίας.