

Ενεργειακή πολιτική του Α.Π.Θ.: μια επιτυχημένη ιστορία στην πράξη

Θωμάς Δ. Ξένος

ΤΗΜΜΥ- ΠΣ-ΑΠΘ

Περίληψη

Οι κτηριακές εγκαταστάσεις του ΑΠΘ, του μεγαλύτερου Πανεπιστημίου της Ελλάδας, εκτείνονται σε πέντε μεγάλες εκτάσεις στην περιοχή μείζονος Θεσσαλονίκης (κεντρική πανεπιστημιούπολη 334.000 m², παράρτημα Θέρμης 213.000 m², πανεπιστημιακό αγρόκτημα 1.885.706 m², συγκρότημα Δασολογίας, κλινικές Κτηνιατρικής), σε αρκετά μεμονωμένα κτήρια σε Θεσσαλονίκη και Σέρρες και σε αρκετές θέσεις εκτός Θεσσαλονίκης, όπως ανασκαφές σε Βεργίνα και Δίον, πανεπιστημιακά δάση κ.α. Λόγω της διασποράς των κτηρίων του, της παλαιότητας των περισσότερων από αυτά, και των ανεπαρκών ή ανύπαρκτων ενεργειακών προδιαγραφών κατά τη φάση του σχεδιασμού τους, η ενεργειακή κατανάλωση και το αντίστοιχο κόστος λειτουργίας είναι πολύ υψηλά ακόμη και για τα νέα του κτήρια. Τα τελευταία έξι περίπου χρόνια γίνεται στο ΑΠΘ σημαντική προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας με ανακαίνιση εγκαταστάσεων, υιοθέτηση πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας, εγκαταστάσεις συστημάτων ελέγχου κλπ. με ήδη σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση αυτών των δράσεων.

Energy Policy in the Aristotle University of Thessaloniki: a success story

Thomas D. Xenos

The buildings of the Aristotle University of Thessaloniki (A.U.Th) are located in five sites in the wider area of Thessaloniki (central campus 334.000 m², campus in Thermi 213.000 m², university farm 1.885.706 m², facilities of the Forestry and Natural Environment, clinics of the School of Veterinary Medicine), several buildings in Thessaloniki and Serres and several buildings outside Thessaloniki e.g. Archaeological excavations in Vergina, Dion, Pella etc, university forests etc. Due to the dispersion of the buildings and to their age, the old or even nonexistent energy specifications, at the time they were designed, the energy consumption and the corresponding costs, even for new constructions, are very high. During the last six years, the energy policy at the A.U.Th was revised and considerable effort has been made towards saving energy by renovating installations and buildings, adopting energy saving policies, radically modernizing the energy control systems etc. Most of these actions are state of the art. In this work some of these actions together with their economic and environmental impacts are presented, proving that the energy policy of the A.U.Th. is a success story.

Επεμβάσεις σε Υφιστάμενα Δίκτυα Θέρμανσης του ΑΠΘ

Η θέρμανση των κτηρίων του ΑΠΘ στην κεντρική πανεπιστημιούπολη επιτυγχάνεται μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης ή από τοπικά λεβητοστάσια και στα παραρτήματά του μέσω τοπικών λεβητοστασίων (πίνακας 1). Το δίκτυο τηλεθέρμανσης τροφοδοτεί με νερό θερμοκρασίας 90° C τους εναλλάκτες κάθε κτηρίου. Ομοίως, το κεντρικό λεβητοστάσιο της Πολυτεχνικής τροφοδοτεί μέσω δικτύου ατμού τους αντίστοιχους εναλλάκτες κάθε πτέρυγας.

Οι επεμβάσεις στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης και στα λεβητοστάσια της Πολυτεχνικής Σχολής, δεδομένου ότι αυτά αντιπροσωπεύουν περί το 90% της συνολικής ισχύος των λεβητοστασίων της κεντρικής πανεπιστημιούπολης και πάνω από το 70% του ΑΠΘ, αποτέλεσαν το βασικό στόχο για την περιστολή κατανάλωσης καυσίμων. Αξίζει να επισημανθεί, ότι αμέσως μετά την αλλαγή καυσίμου, που έγινε το Σεπτέμβριο του 2004 επί πρωτανείας του αείμνηστου καθηγητή Ι. Αντωνόπουλου αντιπρωτανεύοντος του καθηγητή κ. Χ. Καλτσίκη, προέκυψε μια σημαντική και μη δικαιολογημένη περιστολή κατανάλωσης στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης κατά 50% περίπου.

Πίνακας 1. Λεβητοστάσια που λειτουργούν στην κεντρική πανεπιστημιούπολη του ΑΠΘ

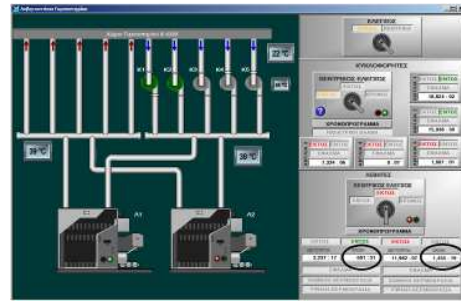
Θέση	Εξυπηρετούμενα Κτήρια	Ισχύς (kW)	Συν. Ισχύς (kW)
Τηλεθέρμανση	Διοίκησης, Τελετών, Βιβλιοθήκη Αστεροσκοπείο, Ιατρική, Οδοντιατρική, Κτηνιατρική: παλαιά και νέα, Γεωπονία, Βιολογικό, Θετικών Επ., Χημείο, Μετεωρολογία, Φιλοσοφική: Επέκταση, Νέα, Παλαιά, Θεολογία, Νομική	4x7.000+1x9.300	37.300
Πολυτεχνική: Κεντρικό	Αμφιθέατρα Εδρών, πτέρυγες Πολιτικών, Τοπογράφων	2x2.564	5.128
Πολυτεχνική: Κτήριο Δ'	Γ', Δ'	2x800	1.600
Πολυτεχνική: Κτήριο Ε'		2x500	1.000
Πολυτεχνική: Κτ. Υδραυλικής		1x580	580
Παιδαγωγικό		1x550+1x582	1.132
Γυμναστήριο		2x872	1.745
Σύνολο			47.485



Σχήμα 1. Το σύστημα SCADA του ΑΠΘ (με πράσινο οι θερμικοί σταθμοί, με κίτρινο οι ΥΣΜΤ)

Θεωρητικό Ύψος καύσιμου	Αθήνας 1	Αθήνας 2	Αθήνας 3	Αθήνας 4	Αθήνας 5	Συνολικά Ετήσια
Κλιμακία Αθηνών (Πολυτεχνείο) 2230,00	0,000 GWh	0,000 GWh				0,000 GWh
Αθηνάϊα Κτίρια ΔΕΥΣ 500	0,000 GWh	0,000 GWh				0,000 GWh
Αθηνάϊα Κτίρια Χρημ. Μηχανών ΣΤ22,00	0,000 GWh	0,000 GWh				0,000 GWh
Αθηνάϊα Περιφερειακή Στρατός 240,00	0,000 GWh	0,000 GWh				0,000 GWh
Αθηνάϊα Υφαντική Στρατηγική 430,00	14,300 GWh					14,300 GWh
Αθηνάϊα Γραμματεία 785,00	3,400 GWh	0,000 GWh				3,400 GWh
Αθηνάϊα Γραφείο Κτηνιατρικής 104,200 41,000						0,000 GWh
Αθηνάϊα Πρακτικό Κτηνιατρικής 1015,00						0,000 GWh
Κλιμακία Μικρά Μουσουλάνη 110,00	0,000 GWh					0,000 GWh
Αθηνάϊα Βιοτεχνικό Κέντρο Κόρυμν 10580,00						0,000 GWh
Αθηνάϊα Στρατός Οδών 232,00						0,000 GWh
Αθηνάϊα Κτίρια Τεχνολογίας Γραφείου 340,00						0,000 GWh
Κλιμακία Αθηνών 2000 200000,00	0,000 GWh	0,000 GWh	0,000 GWh	0,000 GWh	0,000 GWh	0,000 GWh
						17,774 GWh

Σχήμα 2. Αναφορά λειτουργίας λεβητοστασιών ΑΠΘ σε πραγματικό χρόνο

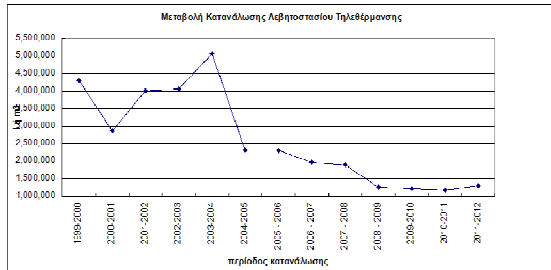


Σχήμα 3 Απεικόνιση λειτουργίας λεβητοστασίου σε πραγματικό χρόνο

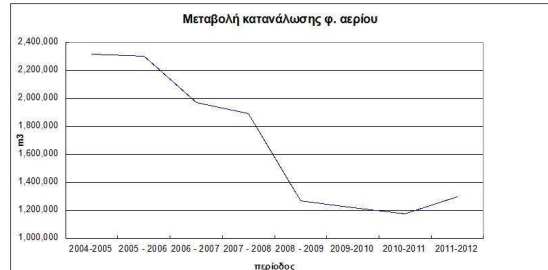
Το Νοέμβριο του 2008, αντιπρυτανεύοντος του κ. Α. Γιαννακουδάκη, αντικαταστάθηκαν οι παλαιοί λέβητες του λεβητοστασίου τηλεθέρμανσης από νέους και λίγο αργότερα, στις αρχές του 2009, με εισήγησή μου, άρχισε η εγκατάσταση του συστήματος επιτήρησης και ελέγχου SCADA, κατ' αρχήν στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης με κόστος περί τις 70.000€ και ύστερα σε ολόκληρο το δίκτυο θέρμανσης του ΑΠΘ (Σχ. 1, 2, 3), πλην του παραρτήματος της Θέρμης, με επιπλέον κόστος περί τις 60.000€.

Ήδη από το πρώτο έτος της λειτουργίας του συστήματος προέκυψαν σημαντικότερα οφέλη (Σχ. 4α, 4β). Με τη δυνατότητα που παρέσχε το SCADA για επιτήρηση της λειτουργίας των λεβήτων σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη καταγραφή των θερμοκρασιών των εσωτερικών χώρων των κτηρίων και των λεβήτων και τη στάθμη που λειτουργούσαν αυτοί, τις θερμοκρασίες του νερού προσαγωγής και επιστροφής στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης και τις θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής στον/στους εναλλάκτη/-ες κάθε κτηρίου, κατέστη δυνατή η εμπειρική βελτιστοποίηση της λειτουργίας του λεβητοστασίου, που συνίστατο σε μείωση του αριθμού των λεβήτων που έπρεπε να λειτουργούν και των ωρών λειτουργίας καθενός. Αρκούσαν μερικές φορές μόνον ένας, συνήθως δύο και σπάνια τρεις λέβητες, από τους εγκατεστημένους πέντε, για να θερμανθούν τα κτήρια που εξυπηρετούσε το δίκτυο τηλεθέρμανσης. Έτσι, από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ λεβήτων 37,3 MW αποδείχθηκε ότι αρκούσε συνήθως να λειτουργούν δύο λέβητες συνολικής ισχύος 14 MW ή 16,3 MW. Ταυτόχρονα, αποδείχθηκε, ότι δεν χρειαζόταν να παράγουν νερό θερμοκρασίας 110°C. Αρκούσε νερό 90°C, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας στο δίκτυο διανομής κατά περίπου 30 kW, ενώ κατέστη δυνατόν να εκτιμηθεί και η θερμική αδράνεια του δικτύου και των κτηρίων. Ήδη από το πρώτο έτος λειτουργίας του SCADA, η κατανάλωση στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης περιορίστηκε στο 64,4% της προηγούμενης περιόδου, γεγονός που μεταφράστηκε σε άμεσο κέρδος 282.000€ για το ΑΠΘ. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι η χαμηλή αυτή κατανάλωση διατηρήθηκε και τα επόμενα χρόνια και με τις σημερινές τιμές φυσικού αερίου υπερβαίνει τις 500.000€ κατ' έτος. Ακόμη και κατά τον ιδιαίτερα ψυχρό και παρατεταμένο χειμώνα της περιόδου 2011-2012, η συνολική κατανάλωση αυξήθηκε μόλις κατά 8% και μάλιστα παρά το γεγονός ότι λόγω παρατάσεως των ωρών λειτουργίας

της βιβλιοθήκης, η λειτουργία ενός λέβητα τηλεθέρμανσης ισχύος 7 MW παρατάθηκε και αυτή κατά 5 περίπου ώρες.



Σχήμα 4α. Μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης του ΑΠΘ για την περίοδο 1999-2012 (1999-2004 με καύση πετρελαίου, 2004-2012 με καύση φυσικού αερίου).



Σχήμα 4β. Μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου στο λεβητοστάσιο τηλεθέρμανσης του ΑΠΘ για την περίοδο 2004-2012. Από το 2008 λειτουργούν οι νέοι λέβητες και από το 2009 το SCADA (περίοδος 2008-2009).

Στην Πολυτεχνική Σχολή, την περίοδο 2009-2010, με εντολή του τότε Κοσμήτορα Καθηγητή κ. Ν. Μουσιόπουλου, σχηματίστηκε τριμελής επιτροπή με επικεφαλής εμένα, με σκοπό την επί πλέον περιστολή ενέργειας θέρμανσης. Επιλέχθηκε εγκατάσταση θερμοστατικών διακοπών σωμάτων, ως η φθηνότερη λύση. Οι διακόπτες εγκαταστάθηκαν σταδιακά το 2009-2010 στο κτήριο Δ' και 2010-2011 στα υπόλοιπα. Από τα στοιχεία του πίνακα 2, προκύπτει ότι το οικονομικό όφελος από αυτές τις επεμβάσεις για το ΑΠΘ ανήλθε στο ποσόν των 150.000€ περίπου. Δεδομένου ότι το κόστος εγκατάστασης των θερμοστατικών διακοπών ήταν μόλις 36.000€ και το συνολικό κόστος επέκτασης του SCADA σε ολόκληρο το ΑΠΘ (πλην του παρατήματος της Θέρμης) σε 60.000€ περίπου, από το οποίο 25.000 αντιστοιχούσαν στην Πολυτεχνική Σχολή, αποδεικνύεται εύκολα ότι οι επεμβάσεις ήταν ιδιαίτερος συμφέρουσες, αφού η απόσβεση προέκυψε σε λιγότερο από 3 μήνες. Από τα υπάρχοντα μέχρι σήμερα δεδομένα προκύπτει ότι και αυτές οι επιδόσεις παραμένουν.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα επεμβάσεων στην Πολυτεχνική Σχολή

Λεβητοστάσιο	Περίοδος κατανάλωσης			Απομείωση m ³	Απομείωση %
	2008-2009	2009-2010	2010-2011		
Κεντρικό ΠΣ	349.624	311.198	205.264	144.360	41,29
Κτ. Δ' ΠΣ	198.090	91.426	77.248	120.842	61,00
Κτ. Επέκτ. ΠΣ	69.941	61.301	34.255	35.686	51,02
Σύνολο	617.655	463.925	316.767	300.888	48.71

Κτήριο Διάδοσης Αποτελεσμάτων Έρευνας ΑΠΘ

Το κτήριο ανασχεδιάστηκε στη φάση κατασκευής, με πρωτοβουλία του τότε Αντιπρύτανη κ. Πανά, προκειμένου να επιτευχθεί χαμηλή κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης, ψύξης, θερμού νερού χρήσης και φωτισμού. Βασική φιλοσοφία του γράφοντα για το σχεδιασμό αυτού ήταν η κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων χειμερινού/θερινού κλιματισμού και φωτισμού. Έτσι:

i. Επιλέχθηκε η επιπρόσθετη εξωτερική θερμομόνωση των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους, η αύξηση της θερμικής αδράνειάς του, η εγκατάσταση BMS και η εγκατάσταση ηλεκτρικά ρυθμιζόμενου συστήματος σκίασης των ανοιγμάτων και αισθητήρων για τη βελτιστοποίηση της στάθμης φυσικού-τεχνητού φωτισμού και της απαιτούμενης ενέργειας ψύξης.

ii. Η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων υψηλής αποδοτικότητας και χαμηλής κατανάλωσης, τα οποία σε συνδυασμό με τους αισθητήρες στάθμης φωτός περιορίζουν την καταναλισκόμενη ενέργεια στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα, χωρίς να υποβαθμίζουν την οπτική άνεση.

Οι συνολικές απαιτήσεις του κτηρίου προέκυψαν ίσες προς 285 kW για ψύξη και 249 kW για θέρμανση. Αναλυτικότερα:

1. Για το θερινό κλιματισμό:

α) με χρησιμοποίηση δύο ηλεκτροκίνητων αντλιών θερμότητας αέρα-νερού ισχύος 150 kW και 70 kW (C.O.P.=3) για την ψύξη του ισογείου, και του πρώτου υπογείου, προέκυψε ότι η μέγιστη απαιτούμενη ειδική ηλεκτρική κατανάλωση ισούται με $14,19\text{W/m}^2$

β) για τις ανάγκες ψύξης του υπόλοιπου κτηρίου χρησιμοποιήθηκαν αντλίες θερμότητας τύπου VRV (6 X 21.5 kW και 3 X 13,5 kW) προκειμένου αυτές να λειτουργούν υπό μερικό φορτίο (C.O.P.= 3,2) προέκυψε ότι η μέγιστη ειδική ηλεκτρική κατανάλωση ισούται με $12,14\text{W/m}^2$.

Συνολικά, για τις ανάγκες ψύξης του κτηρίου η απαιτούμενη ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος προέκυψε ίση με $13,27\text{ W/m}^2$, που αντιστοιχεί σε $38,48\text{ W/m}^2$ πρωτογενούς ισχύος.

2. Για τον χειμερινό κλιματισμό:

α) για τις ανάγκες θέρμανσης του ισογείου, του αμφιθεάτρου που βρίσκεται σε αυτό και του συνόλου του πρώτου υπογείου εγκαταστάθηκαν δύο λέβητες, με καυστήρες αερίου ονομαστικής ισχύος 150 kW ο καθένας, με μέγιστη ειδική κατανάλωση ίση προς $34,51\text{W/m}^2$, που αντιστοιχούν σε $36,23\text{ W/m}^2$ πρωτογενούς ισχύος.

β) για τις ανάγκες θέρμανσης του υπόλοιπου κτηρίου χρησιμοποιήθηκαν οι προαναφερθείσες αντλίες θερμότητας (C.O.P.=4), οπότε η ειδική απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς ανέρχεται σε $9,14\text{W/m}^2$, που αντιστοιχούν σε $26,51\text{ W/m}^2$ πρωτογενούς ισχύος. Συνολικά λοιπόν η ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ισχύος ανέρχεται σε $32,85\text{ W/m}^2$.

Προκειμένου να βελτιστοποιείται σε πραγματικό χρόνο η κατανάλωση ενέργειας σε ολόκληρο το κτήριο και σε κάθε χώρο του, τοποθετήθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και στάθμης φωτισμού, που συνδέθηκαν στο σύστημα BMS. Σήμερα, είναι το πιο αποδοτικό ενεργειακά κτήριο του ΑΠΘ.

Υποσταθμοί Μέσης Τάσεως ΑΠΘ - Βρόχος Μέσης Τάσεως

Τα κτήρια του ΑΠΘ εξυπηρετούνται από ένα αριθμό υποσταθμών Μέσης Τάσεως (ΥΣΜΤ) (Πίνακας 3). Η συνολική ισχύς τους στην κεντρική πανεπιστημιούπολη είναι 23 MVA περίπου. Η παρακολούθηση της λειτουργίας τους επιτυγχάνεται μέσω του υφιστάμενου συστήματος SCADA. Προέκυψε ότι η ισχύς που μπορούν να εξυπηρετήσουν είναι δυσανάλογα μεγάλη σε σχέση με τα

πραγματικά εμφανιζόμενα φορτία: η μέγιστη τιμή συνολικής ζήτησης ήταν περίπου 9,5 MVA ενώ οι συνήθεις ζητήσεις ισχύος δεν υπερβαίνουν τα 5 MVA. Γίνεται πλέον προσπάθεια περιορισμού του αριθμού των υποσταθμών.

Παράλληλα, με εργολαβίες που ξεκίνησαν προ 5ετίας περίπου και περατώθηκαν πέρσι, το ΑΠΘ αντικατέστησε το δίκτυο Μέσης Τάσεως επί το λειτουργικότερο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία ενός βρόχου μέσης τάσης, με δύο, σχεδόν αντιδιαμετρικά, σημεία τροφοδοσίας, τα οποία εξασφαλίζουν αδιάλειπτη τροφοδοσία του ΑΠΘ, αφού το ένα τροφοδοτείται από τον Υποσταθμό Υ.Τ. ΔΕΗ της Αγίου Δημητρίου το δε άλλο από αυτόν της Δόξας. Οι πιθανότητες ταυτόχρονης διακοπής λειτουργίας και των δύο είναι πολύ μικρές.

Πίνακας 3. Ισχείς ΥΣΜΤ στην κεντρική πανεπιστημιούπολη του ΑΠΘ

Θέση	Ισχύς (kVA)	Συν. Ισχύς (kVA)	Νέα συμφωνημένη Ισχύς (KVA)
Βιβλιοθήκη	2x1.000	2.000	819
Οδοντιατρική	2x1.800	3.600	1.800
ΦΜΣ1	2x1.250	2.500	700
ΦΜΣ2	1x630+1x250	880	800
Χημείο	2x800	1.600	700
Διοίκηση	1x1.000	2.000	800
Πολυτεχνική Κτήριο Δ	2x1.000	2.000	500
Πολυτεχνική Κτήριο Γ	1x400	400	250
Πολυτεχνική Τοπογράφοι	1x630	630	250
Πολυτεχνική Αμφιθέατρο	1x630	630	250
Πολυτεχνική Υδραυλική	2x250	500	250
Πολυτεχνική Κτήριο Ε	2x800	1.600	1.000
Πολυτεχνική Κεντρικό	2x250	500	1.000
Γυμναστήριο	1x630	630	176
Παιδαγωγικό	1x250	250	600
Ιατρική	2x400	800	600
Κτηνιατρική	2x630	1.260	900
Νομική	2x630	1.260	1.200
Σύνολο		23.040	12.045

Ενεργειακή αναβάθμιση του παραρτήματος του ΑΠΘ στη Θέρμη

Παρά το γεγονός ότι έχει επεκταθεί το δίκτυο φυσικού αερίου στη Θέρμη, τα κτήρια θερμαίνονται ακόμη με καυστήρες πετρελαίου (οι ισχείς και οι καταναλώσεις τους φαίνονται στον πίνακα 4). Κεντρικά συστήματα θερινού κλιματισμού δεν έχουν εγκατασταθεί, τα περισσότερα δε κτήρια, εξυπηρετούνται από μονάδες διαιρούμενου τύπου. Ο νυν αντιπρύτανης του ΑΠΘ κ. Ι. Παντής συνηθέστερα ομαδα έργου, η οποία υπό την καθοδήγησή μου προχώρησε στη μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων του παραρτήματος και στη διεκδίκηση και επίτευξη χρηματοδότησης των επεμβάσεων.

Τα μέτρα που εγκρίθηκαν για την περιστολή της καταναλισκόμενης ενέργειας συνίστανται σε: ενίσχυση της θερμομόνωσης του κελύφους των κτηρίων και αντικατάσταση των υφισταμένων κου-

φωμάτων, τοποθέτηση σκιάστρων αλουμινίου, κατασκευή φυτεμένων δωματίων, αντικατάσταση των μεμονωμένων λεβητοστασιών με σύστημα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης με γεωθερμικές αντλίες νερού – νερού (α.θ.) για ψύξη και θέρμανση που θα χρησιμοποιούν τα θερμά νερά του υπεδάφους, επέκταση του υφιστάμενου συστήματος SCADA του Α.Π.Θ. στις εγκαταστάσεις της Θέρμης και αντικατάσταση των συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού με κεντρικά παραβολικά ηλιοθερμικά συστήματα.

Οι καταναλώσεις πριν και μετά την προτεινόμενη επέμβαση φαίνονται στους πίνακες 4, 5, 6. Η αναμενόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας θα ανέρχεται πλέον στο 17% της υφιστάμενης.

Πίνακας 4. Ενεργειακή κατανάλωση κτηρίων πριν την επέμβαση

	Επιφάνεια θερμικής ζώνης (m2)	Ισχύς λεβήτων (kW) για θέρμανση	Κατανάλωση ηλεκτρισμού (kWh/(έτος*m2))	Κατανάλωση πετρελαίου (kWh/(έτος*m2))	kg CO2 / (έτος*m ²)	kg CO2/έτος	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/(έτος*m ²))	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/ έτος)
Μουσικών σπουδών	2.865,00	2x350	73,70	152,45	113,10	324.031,50	381,43	1.092.797,00
Αντισφαίρισης	584,70	250	555,60	124,50	582,40	340.529,28	1.748,19	1.022.167,00
Εικαστικών τεχνών Α	745,60	2x350	84,90	38,46	94,10	70.160,96	288,52	215.121,00
Εικαστικών τεχνών Β	745,60		84,80	104,90	111,60	83.208,96	361,31	269.393,00
Εικαστικών τεχνών Γ	747,40		84,10	104,64	110,80	82.811,92	359,00	268.317,00
Εικαστικών τεχνών Δ	747,40		83,20	104,64	109,90	82.139,26	356,39	266.366,00
Ποδόσφαιρο	660,60	250	554,70	131,40	583,30	385.327,98	1.753,17	1.158.144,00
ΣΥΝΟΛΟ	7.096,30	2250	1.521,00	761,00	1.705,20	1.368.209,86	5.248,01	4.292.305,00

Πίνακας 5. Ενεργειακή κατανάλωση κτηρίων μετά την επέμβαση

	Επιφάνεια θερμικής ζώνης (m2)	Κατανάλωση ηλεκτρισμού (kWh/(έτος*m2))	kg CO2 / (έτος*m ²)	kg CO2/έτος	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/(έτος*m ²))	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/ έτος)
Μουσικών σπουδών	2865	24,4	24,13	69132,45	70,76	202727
Αντισφαίρισης	584,7	76,8	75,96	44413,812	222,72	130224
Εικαστικών τεχνών Α	745,6	26,5	26,21	19542,176	76,85	57299
Εικαστικών τεχνών Β	745,6	29	28,68	21383,808	84,1	62705
Εικαστικών τεχνών Γ	747,4	27,4	27,1	20254,54	79,46	59388
Εικαστικών τεχνών Δ	747,4	28,6	28,29	21143,946	82,94	61989
Ποδόσφαιρο	660,6	77,9	77	50866,2	225,91	149236
ΣΥΝΟΛΟ	7.096,30	290,60	287,37	246.736,93	842,74	723.568,00

Πίνακας 6. Σύγκριση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την επέμβαση

	Πριν Πρωτογενής ενέργεια (kWh/έτος)	Μετά Πρωτογενής ενέργεια (kWh/έτος)	Διαφορά Ποσοστό μείωσης
Μουσικών σπουδών	1.092.797,00	202.727,00	81%
Αντισφαίρισης	1.022.167,00	130.224,00	87%
Εικαστικών τεχνών Α	215.121,00	57.299,00	73%
Εικαστικών τεχνών Β	269.393,00	62.705,00	77%
Εικαστικών τεχνών Γ	268.317,00	59.388,00	78%
Εικαστικών τεχνών Δ	266.366,00	61.989,00	77%
Ποδόσφαιρο	1.158.144,00	149.236,00	87%
ΣΥΝΟΛΟ	4.292.305,00	723.568,00	83%

Η πρόταση που αφορά τα ως άνω μέτρα έχει αξιολογηθεί θετικά. Με προϋπολογισμό 4.500.000 €, έχει ενταχθεί για χρηματοδότηση στην κατηγορία πράξεων "Πρότυπα Επιδεικτικά Έργα Αξιοποιή-

σης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) ή και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ) σε Δημόσια Κτήρια". Σημειωθήτω, ότι αυτή η αναβάθμιση, την οποία οραματίστηκε ο Αντιπρόεδρος κ. Ι. Παντής, θα είναι η μεγαλύτερη και αποδοτικότερη ενεργειακή αναβάθμιση που έγινε ποτέ στο ΑΠΘ.

Συμπεράσματα

Την τελευταία εξαετία περίπου, το ΑΠΘ εφαρμόζει μια συνεπή πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτής της πολιτικής έχει προχωρήσει και υλοποιήσει μια σειρά δράσεων, που είτε έχουν ήδη αποδώσει ή αναμένεται στα επόμενα χρόνια να αποδώσουν σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Αυτή η ενεργειακή πολιτική του ΑΠΘ είναι μια επιτυχημένη ιστορία στην πράξη.