

## “Ενέργεια και ελληνικά αεροδρόμια<sup>1</sup>”

Ηλίας Σωφρόνης, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

Γιώργος Μαρκογιαννάκης, Μηχανολόγος Μηχανικός M.Sc.

Συνεργάτες ΚΑΠΕ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κτίρια των αεροδρομίων έχουν αρκετές ιδιομορφίες και παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον όσο αφορά τις ενεργειακές τους καταναλώσεις. Έχουν σαφώς υψηλότερους δείκτες ενεργειακών καταναλώσεων από την πλειονότητα των κτιρίων του τριτογενή τομέα, καθώς και αρκετές ιδιαιτερότητες τόσο από αρχιτεκτονικής άποψης όσο και χρήσης. Τα κτίρια έχουν συνήθως μεγάλες γυάλινες επιφάνειες προς την πλευρά τουλάχιστον των διαδρόμων απογείωσης και προσγείωσης, οι οποίοι ορίζουν και τον προσανατολισμό τους. Οσον αφορά την χρήση, υπάρχουν σημαντικές μετακινήσεις μεγάλων ομάδων ανθρώπων σε μικρά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με τα προγράμματα αναχωρήσεων αφίξεων.

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, ο κλάδος αυτός των κτιρίων δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Η δομή βέβαια των αεροδρομίων εκτός Ελλάδος είναι διαφορετική, είναι αποκεντρωμένη και το κάθε αεροδρόμιο έχει πλήρη διοικητική αυτονομία. Στην Ελλάδα τα αεροδρόμια εποπτεύονται από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ) η οποία επιβλέπει μεταξύ άλλων και τις τεχνικές επεμβάσεις που γίνονται σε αυτά. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα ιδιαίτερα φιλόδοξο πρόγραμμα αναβάθμισης των κτιρίων των αεροδρομίων, με νέες κατασκευές ή επεκτάσεις σε υπάρχουσες μονάδες.

Καταγράφηκε, με τη συνδρομή της ΥΠΑ, η ενεργειακή κατάσταση στα 24 μεγαλύτερα αεροδρόμια της χώρας μέσω ερωτηματολογίων. Εγιναν επίσης ενεργειακές καταγραφές σε έξι από αυτά (Ηρακλείου, Θεσ/νικης, Κέρκυρας, Σαντορίνης, Χανίων και Ρόδου).

Με βάση τα στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν και είναι επεξεργασμένα, εκτιμάται ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας των αεροδρομίων κατά το 1997 είναι της τάξης των 34GWh/έτος. Το κόστος αυτής της ενεργειακής κατανάλωσης, σε τιμές του 1997, υπερβαίνει το ένα δισεκατομμύριο δραχμές. Η κατανάλωση, ιδιαίτερα του ηλεκτρισμού, παρουσιάζει ραγδαία αυξανόμενη τάση. Πολλά αεροδρόμια βρίσκονται σε νησιά και οι καταναλώσεις τους επηρεάζουν σημαντικά το ενεργειακό ισοζύγιο του νησιού, ιδιαίτερα κατά τις καλοκαιρινές περιόδους.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο ηλεκτρικό σκέλος της ενεργειακής κατανάλωσης, με την εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας ή και ενεργειακής διαχείρισης. Οι αρχικές προσπάθειες θα πρέπει να εστιαστούν στην ψύξη και τον φωτισμό.

---

<sup>1</sup>Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Thermie DIS/1910/98 GR

## 1. Περιγραφή του έργου

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση του παραπάνω έργου περιελάμβανε τη δημιουργία και αποστολή σε όλα τα αεροδρόμια της χώρας, ερωτηματολογίου ενεργειακής καταγραφής. Για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου απαιτήθηκαν πληροφορίες σχετικές με τα βασικά (κτιριακά) μεγέθη της μονάδας, τον βασικό ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό καθώς επίσης και τη μηνιαία κατανάλωση ενέργειας σε ηλεκτρισμό και ορυκτά καύσιμα των αεροδρομίων. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην περιγραφή του κελύφους των κυρίων χώρων, λόγω της ύπαρξης υαλοπινάκων μεγάλης επιφάνειας.

Στοιχεία συλλέχθηκαν από τα 24 μεγαλύτερα αεροδρόμια της χώρας (επί συνόλου 40). Είναι ενδιαφέρον ότι τα 18 από τα αεροδρόμια αυτά βρίσκονται σε νησιά.

Εγινε στατιστική επεξεργασία των στοιχείων με στόχο τον υπολογισμό δεικτών οι οποίοι είναι χρήσιμοι για τη σύγκριση και αξιολόγηση των διαφόρων αεροδρομίων

Με στόχο την απόκτηση μιάς όσο το δυνατό αντικειμενικότερης εικόνας για τα αεροδρόμια, πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις για ενεργειακές καταγραφές σε έξι από τα μεγαλύτερα αεροδρόμια. Τα αεροδρόμια αυτά ήταν το “Μακεδονία” της Θεσσαλονίκης, , το “Ν. Καζαντζάκης” του Ηρακλείου, το “Ι. Καποδίστριας” της Κέρκυρας, το “Ε. Βενιζέλος” των Χανίων, το αεροδρόμιο της Σαντορίνης καθώς και το “Διαγόρας” της Ρόδου.

Με βάση τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των στοιχείων καθώς και των ενεργειακών καταγραφών έγιναν προτάσεις για βελτιώσεις σε κτίρια αεροδρομίων.

## 2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

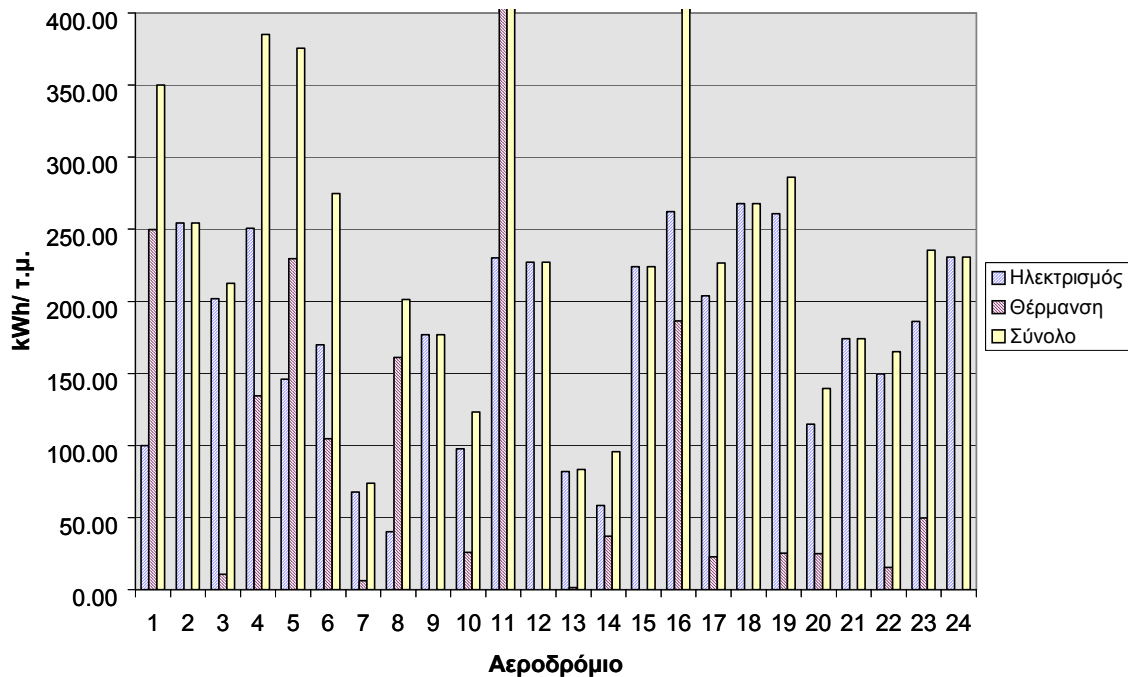
### 2.1 Ανάλυση των ενεργειακών καταναλώσεων

Στοιχεία τα οποία αφορούν το κέλυφος του κτιρίου, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό καθώς και τις καταναλώσεις καυσίμων κατά την περίοδο 1995-1998, συλλέχθηκαν από τα 24 μεγαλύτερα αεροδρόμια της χώρας. Αξίζει να σημειωθεί ότι, αντίθετα με την εμπειρία από άλλες ομάδες κτιρίων, τα στοιχεία που μας δόθηκαν για τα αεροδρόμια ήταν αρκετά ακριβή, κάτι το οποίο δείχνει ότι υπάρχει στα α/μια έμπειρο τεχνικό προσωπικό.

Στα γραφήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού των δεικτών καθώς επίσης και η διαχρονική εξέλιξη των ενεργειακών καταναλώσεων των συμμετεχόντων αεροδρομίων. Σε όλα τα γραφήματα για λόγους διατήρησης απορήτου τα ονόματα των αεροδρομίων, έχουν αντικατασταθεί από αριθμούς.

Στο γράφημα 1 παρουσιάζεται η ετήσια συνολική ενεργειακή κατανάλωση (θερμική και ηλεκτρική) ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε αεροδρόμιο για το έτος 1997. Ο υπολογισμός της θερμικής κατανάλωσης ενέργειας σε kWh βασίζεται στα τιμολόγια αγορών υγρών καυσίμων, όπου η κατανάλωση σε λίτρα έχει πολλαπλασιαστεί με τη θερμογόνο δύναμη των καυσίμων. Η ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας βασίζεται στα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας προκύπτει από το άθροισμα των θερμικών και ηλεκτρικών κιλοβατώραν. Τέλος, η επιφάνεια στην οποία αναφέρονται οι δείκτες αντιπροσωπεύει τους θερμαινόμενους και κλιματιζόμενους χώρους των κτιρίων.

**Ενεργειακές Καταναλώσεις Α/μιων (1998)**



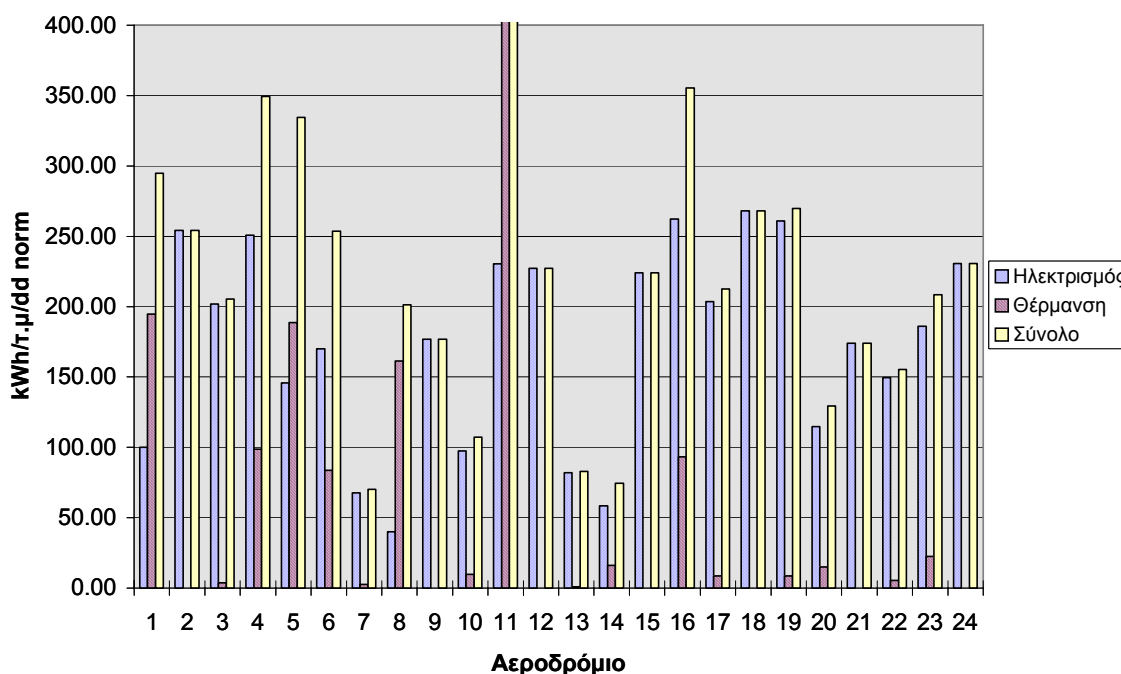
Γράφημα 1

Αναλύοντας τα στοιχεία προκύπτει ότι οι Μέσοι Όροι (εξαιρώντας μία μονάδα με πολύ υψηλή κατανάλωση) των καταναλώσεων είναι

	ΜΟ kWh/τ.μ.			
Κατανάλωση	1995	1996	1997	1998
Θερμική	49.11	60.1	66.77	67.67
Ηλεκτρική	118.66	127.96	145.04	171.57
Συνολική	167.7	188.06	211.81	239.23

Στο Γράφημα 1 διακρίνεται μία μεγάλη ομάδα αεροδρομίων τα οποία έχουν παρόμοιες καταναλώσεις ενώ μερικά βρίσκονται σημαντικά πάνω από τον μέσο όρο. Οι μονάδες εκείνες έχουν κατασκευαστεί παλαιότερα - πριν από τον κανονισμό θερμομόνωσης ή βρίσκονται σε ψυχρές περιοχές της χώρας στη Βόρεια Ελλάδα, και επιβαρύνονται από τις σημαντικές ανάγκες για θέρμανση. Σε μία προσπάθεια να κανονικοποιηθούν οι καταναλώσεις λήφθηκε υπόψη η περιοχή στην οποία βρίσκεται το κάθε αεροδρόμιο.

#### Ενεργειακές καταναλώσεις Α/μίων με βαθμομέρες



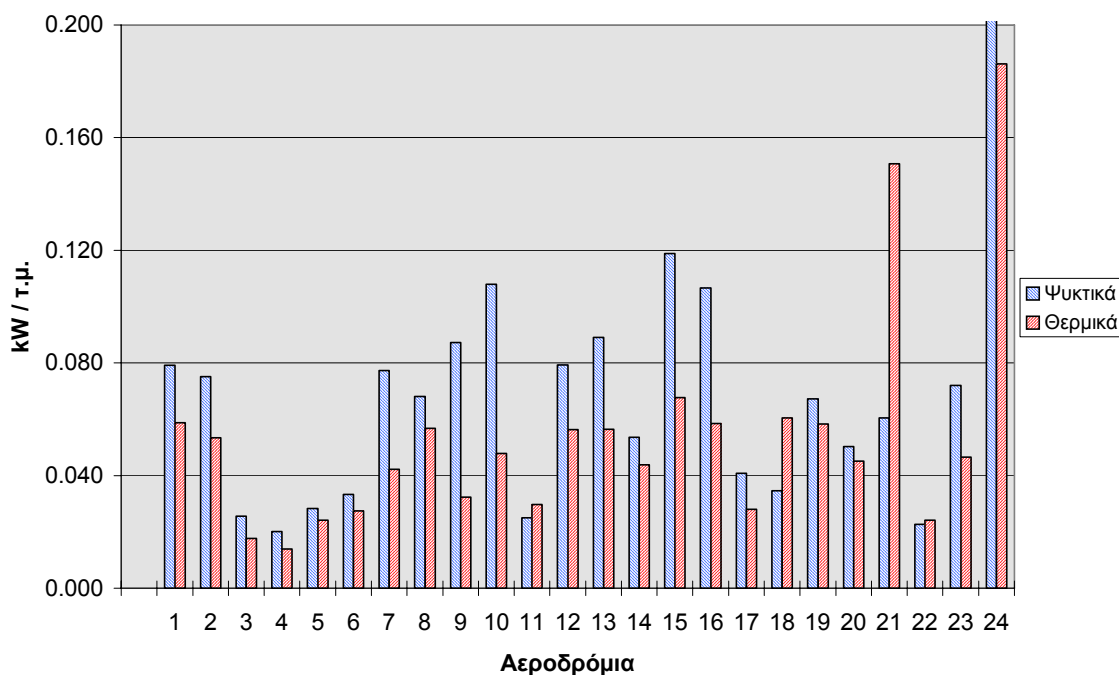
Γράφημα 2

Η κανονικοποίηση έγινε με βάση τις βαθμομέρες της προηγούμενης τριανταετίας για την περιοχή του αεροδρομίου. Με την διαδικασία της κανονικοποίησης οι διαφορές μεταξύ των καταναλώσεων μειώνονται και οι μέσοι όροι, για το 1998, διαμορφώνονται ως εξής

Κατανάλωση	Μ.Ο (kWh/τ.μ) 1998
Θερμική	45.65
Ηλεκτρική	171.57
Συνολική	217.22

Βασική παράμετρος στην ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου είναι το κέλυφος του. Στοιχεία όπως ανοίγματα, τοίχοι, οροφές, μονώσεις και προσανατολισμός των προαναφερόμενων επεξηγούν ένα σημαντικό μέρος της κατανάλωσης. Βασίζόμενοι στα περιληπτικά στοιχεία των ερωτηματολογίων υπολογίσαμε τα μέγιστα ψυκτικά και θερμικά φορτία για τα κτίρια του κάθε αεροδρομίου, φορτία τα οποία οφείλονται μόνο στο κέλυφος του κτιρίου. Η ανάλυση μας δεν έχει το βάθος μιάς πλήρους μελέτης κλιματισμού, δείχνει όμως τις ποιοτικές διαφορές ανάμεσα στα κτίρια των διαφόρων αεροδρομίων.

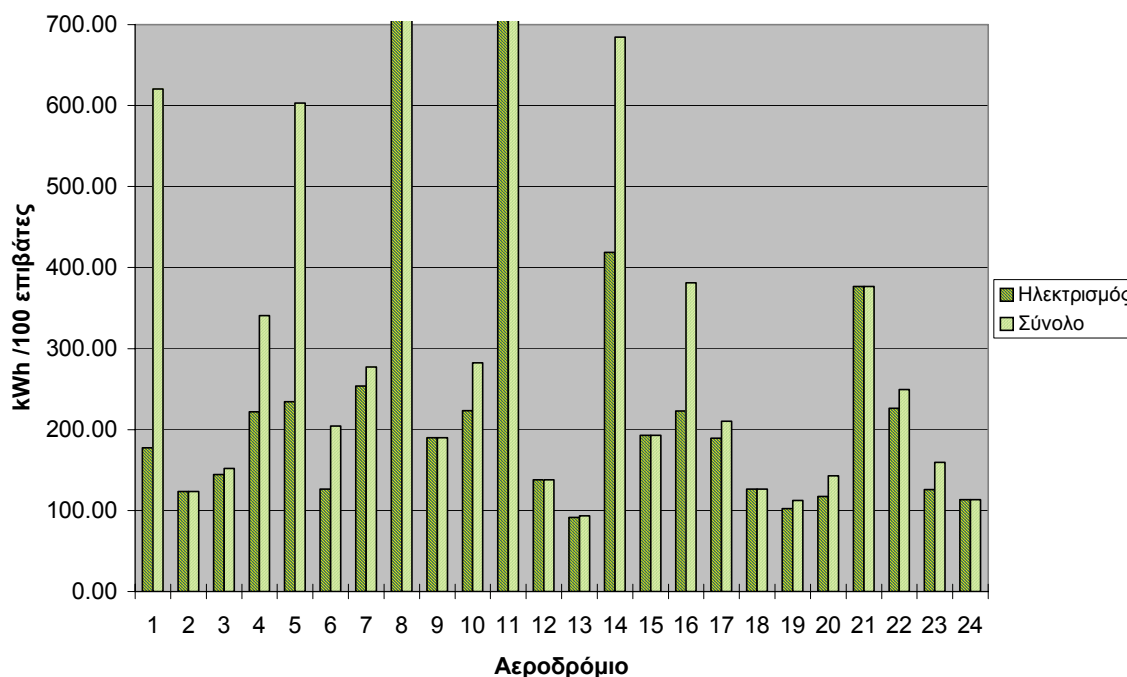
### Θερμικές Απώλειες / κέρδη ανά επιφάνεια



Γράφημα 3

Μια διαφορετική θεώρηση των καταναλώσεων είναι ο συσχετισμός τους με τη διακίνηση των επιβατών μέσα από το αεροδρόμιο. Η διακίνηση μεγάλου αριθμού επιβατών επηρεάζει τα φορτία, αυξάνοντας τα εσωτερικά κέρδη και τις απώλειες λόγω αερισμού. Υπολογίστηκε λοιπόν ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης ανά 100 επιβάτες (αφίξεις + αναχωρήσεις), ο οποίος φαίνεται στο Γράφημα 4.

### Ενεργειακή Κατανάλωση ανά 100 επιβάτες



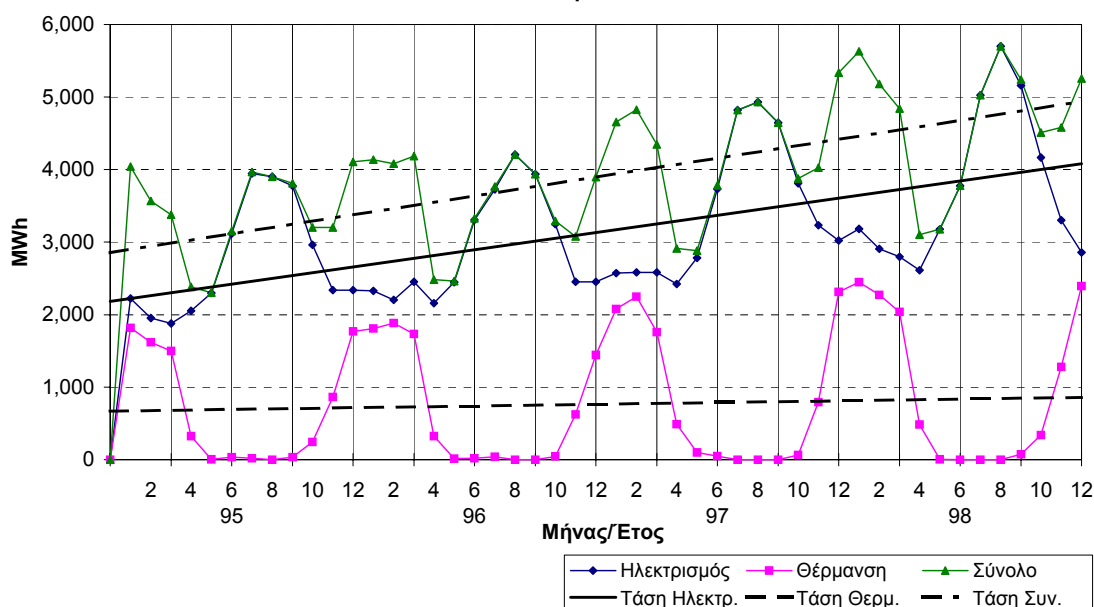
Γράφημα 4

Οι ποιοτικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα προηγούμενα διαγράμματα (Γραφ. 1 & 2) είναι στις μονάδες με σημαντική κίνηση επιβατών, όπου ο δείκτης μειώνεται ενώ σε μικρές νησιωτικές ή βόρειες μονάδες με μικρή κίνηση επιβατών, ο δείκτης είναι αυξημένος.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις προκύπτουν από την εξέταση της διαχρονικής εξέλιξης των καταναλώσεων για τα έτη 1995-98 (Γράφ. 5). Οι καταναλώσεις για θέρμανση (μέσω λεβήτων) παραμένουν σχεδόν σταθερές κατά την τετραετία. Παρατηρείται αντίθετα σημαντικότερη αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρισμού. Η κατανάλωση αυτή του ηλεκτρισμού οφείλεται στον:

- κλιματισμό των κτιρίων
- φωτισμό των κτιρίων και των διαδρόμων προσγείωσης/απογείωσης
- Η/Μ εξοπλισμό

**Κατανάλωση Ενέργειας 1995-1998**  
Σύνολο α/μίων



Γράφημα 5

Η αύξηση της κατανάλωσης για την τετραετία είναι της τάξης του 70%. Μεγάλο μέρος της αύξησης κατανάλωσης ενέργειας είναι δικαιολογημένο. Πληροφοριακά θα αναφέρουμε ότι η αύξηση του αριθμού των διακινούμενων επιβατών είναι περίπου 65% για την ίδια περίοδο. Άλλο, σημαντικό όμως μέρος της κατανάλωσης, οφείλεται στον μη ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου, την έλλειψη ή την παραμόρφωση ζωνών φωτισμού και συνεπώς την αχρήστευση ελέγχου του.

Οι διεργασίες στις οποίες θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ο κλιματισμός και ο φωτισμός. Οι βασικές αιτίες της αύξησης κατανάλωσης ηλεκτρισμού είναι

- η μετεξέλιξη μεγάλου αριθμού επαρχιακών αεροδρομίων σε σύγχρονες, πλήρως κλιματιζόμενες μονάδες
- η επέκταση των συστημάτων κλιματισμού για πλήρη κάλυψη υπαρχόντων κτιρίων.
- η έλλειψη φυσικού και η παραμόρφωση ζωνών ελέγχου φωτισμού
- ο ελλιπής ενεργειακός σχεδιασμός

**Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόσιμες σε εγκαταστάσεις αεροδρομίων**

Στα κτίρια και τις γενικότερες εγκαταστάσεις των αεροδρομίων μπορεί να εφαρμοστεί μία σειρά τεχνολογιών και τεχνικών, οι οποίες εφαρμόζονται στον ευρύτερο κτιριακό τομέα. Στόχος της εφαρμογής των τεχνολογιών είναι η ορθολογική χρήση ενέργειας σε συνδυασμό με τη βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας των

εγκαταστάσεων. Οι τεχνολογίες αυτές θα πρέπει να ιεραρχηθούν ανάλογα με τη σπουδαιότητα του αναμενόμενου ενεργειακού οφέλους.

Οι τεχνολογίες οι οποίες θα παρουσιαστούν στη συνέχεια βελτιώνουν τις ενεργειακές καταναλώσεις και στη διερεύνηση τους θα πρέπει να δοθεί άμεση προτεραιότητα. Σε επόμενο στάδιο υπάρχουν και άλλες τεχνολογίες όπως συμπαραγωγή, βελτίωση ηλεκτρικών κινητήρων, κλπ οι οποίες δεν θα αναλυθούν στην παρούσα εργασία.

### **Σκίαση κτιρίων**

Σημαντικό μέρος των αναγκών κλιματισμού σε ορισμένα αεροδρόμια, ιδιαίτερα παλαιότερης κατασκευής, οφείλονται στον ελλιπή ή κακό σκιασμό. Τα κτίρια των αεροδρομίων συνηθίζεται να έχουν μεγάλες επιφάνειες από γυαλί. Ο προσανατολισμός των επιφανειών αυτών δεν ορίζεται από ενεργειακά κριτήρια αλλά από την κατεύθυνση του αεροδιαδρόμου στον οποίο είναι παράλληλα. Στους χώρους των κτιρίων πίσω από τις γυάλινες επιφάνειες είναι συνήθως θύρες αναχωρήσεων με μεγάλες συγκεντρώσεις επιβατών, γεγονός το οποίο επιδεινώνει το πρόβλημα.

Η σκίαση των κτιρίων θα πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει την μέγιστη δυνατή μείωση των φορτίων ψύξης χωρίς να αυξάνει τα φορτία θέρμανσης. Για τη σκίαση θα πρέπει να προτιμηθούν εξωτερικά σκίαστρα ή και κατάλληλη φύτευση. Η φύτευση θα είναι προσαρμοσμένη στα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, θα προσφέρει σκίαση το καλοκαίρι και ηλιασμό τον χειμώνα, χωρίς μεγάλες ανάγκες για νερό. Ταυτόχρονα θα πρέπει να επιτρέπει την μεγαλύτερη δυνατή διείσδυση του φυσικού φωτισμού στο κτίριο, κάτι στο οποίο υπερτερούν τα παλαιότερα κτίρια. Τα νεότερα κτίρια βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στον τεχνητό φωτισμό.

### **Κλιματισμός - Αποθήκευση ψύξης - Χρήση Θαλασσινών ή υπόγειων υδάτων**

Στα αεροδρόμια, όπως και σε συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό των κτιρίων της χώρας ο κλιματισμός θεωρείται απαραίτητος. Λόγω των συχνών επεκτάσεων σε υπάρχοντα κτίρια, ή της προσπάθειας αναβάθμισης των εσωτερικών συνθηκών, προστίθενται κλιματιστικά μηχανήματα τα οποία δεν έχουν ενταχθεί στο κεντρικό σύστημα κλιματισμού. Αντίθετα, σε νέα αεροδρόμια ο κλιματισμός σχεδιάζεται από την κατασκευή των κτιρίων και η λειτουργία του είναι ορθολογική.

Τα αεροδρόμια συγκαταλέγονται στους ιδανικότερους χρήστες της τεχνολογίας αποθήκευσης ψύξης. Τα κτίρια των αεροδρομίων χαρακτηρίζονται από μεγάλες τοπικές αυξομειώσεις φορτίων λόγω συγκεντρώσεων και αναχωρήσεων επιβατών. Πολλά αεροδρόμια βρίσκονται σε νησιωτικές περιοχές με τα γνωστά προβλήματα στην ηλεκτροδότηση κατά τις μεσημεριανές ώρες του καλοκαιριού.

Η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ψύξης μειώνει τα υψηλά φορτία των ωρών αιχμής, μεταφέροντας μεγάλο μέρος του φορτίου στις βραδινές ώρες για τη φόρτιση των δεξαμενών αποθήκευσης. Τα αποτελέσματα είναι ευεργετικά για τους καταναλωτές του νησιού καθώς και το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής. Θα πρέπει όμως να δοθούν κίνητρα στα αεροδρόμια για τη χρήση αποθήκευσης, όπως μειωμένα τιμολόγια κατά τις εκτός αιχμής ώρες.



Οι συμπυκνωτές των ψυκτών ή των αντλιών θερμότητας μπορούν να ψύχονται το καλοκαίρι ή να θερμαίνονται τον χειμώνα από υπόγεια νερά ή νερό της θάλασσας, τα οποία έχουν και στις δύο εποχές πολύ καλύτερες θερμοκρασίες από τον αέρα περιβάλλοντος τον οποίο χρησιμοποιούν τα αερόψυκτα κλιματιστικά. Αποτέλεσμα αυτού είναι η σημαντική αύξηση της αποδοτικότητας και συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας για κλιματισμό.

### **Συστήματα αυτομάτου ελέγχου (BMS)**

Συστήματα ελέγχου εγκαθίστανται στα νέα αεροδρόμια για να ελέγξουν τις βασικότερες διεργασίες, όπως κλιματισμό, θέρμανση, φωτισμό.

Το βασικότερο πρόβλημα που παρατηρείται είναι η μεταφορά φωτιστικών ανάμεσα σε ζώνες ελέγχου, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της δυνατότητας ελέγχου φωτισμού.

Το δεύτερο πρόβλημα είναι η ελλιπής εκπαίδευση προσωπικού στην χρήση των συστημάτων ελέγχου.

### **Διαμόρφωση χώρων**

Η διαστασιολόγηση των χώρων σε συνδυασμό με την έλειψη σκίασης και την χρήση τους δημιουργούν, σε αρκετές περιπτώσεις, κακές εσωτερικές συνθήκες ή οδηγούν σε υπερκατανάλωση ενέργειας.

Οι χώροι στους οποίους υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις επιβατών θα πρέπει να έχουν ικανοποιητικό ύψος και επιφάνεια, ώστε να υπάρχει ομοιομορφία θερμοκρασίας αέρα. Οι κύριοι χώροι εισόδου-εξόδου επίσης θα πρέπει να έχουν αρκετό όγκο για την ομοιόμορφη κατανομή του αέρα και να υπάρχουν προθάλαμοι στις εισόδους-εξόδους.

### **Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Η ελληνική νομοθεσία δεν επιτρέπει τη χρήση επιφανειών οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν αντανάκλασεις σε χώρους αεροδρομίων. Σαν αποτέλεσμα η εγκατάσταση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή ζεστού νερού ή ηλεκτρισμού είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

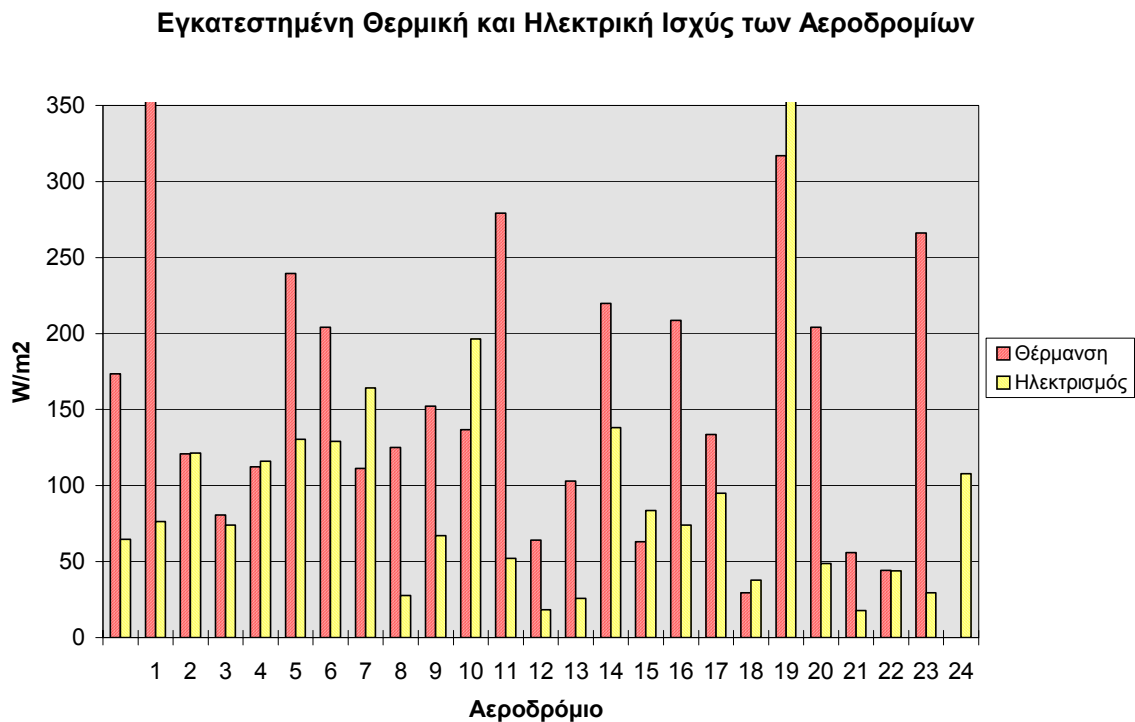
Η ΑΠΕ με την μεγαλύτερη δυνατότητα εφαρμογής είναι η γεωθερμία, εφόσον υπάρχει κατάλληλο πεδίο στην περιοχή του αεροδρομίου.

### 2.3 Ανάλυση εγκατεστημένης ισχύος

Την ανάλυση των καταναλώσεων θα ακολουθήσει η ανάλυση της εγκατεστημένης ισχύος των βασικών μηχανών από τις οποίες προήλθε η ενεργειακή κατανάλωση. Τα βασικά μηχανήματα (λέβητες, κλιματιστικά, λαμπτήρες, αντλίες, ταινιομεταφορείς, κλπ) καταγράφηκαν με βάση τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια.

Στο γράφημα 6 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη θερμική και ηλεκτρική ισχύς ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε αεροδρόμιο για το έτος 1997. Δεν υπάρχουν δε, αξιολογές μεταβολές ανάμεσα στο 1997 και το 1998.

Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς περιλαμβάνει την εγκατεστημένη ισχύ των λεβήτων και των αντλιών θερμότητας. Η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς περιλαμβάνει την ισχύ των λαμπτήρων, των πάσης φύσεως κλιματιστικών μονάδων, του βασικού μηχανολογικού εξοπλισμού (ανεγκυστήρες, μεταφορικές ταινίες, θερμοσίφωνες, αντλίες κλπ).



Γράφημα 6

Στο γράφημα 6 παρατηρείται ότι, όπως στην περίπτωση των ενεργειακών καταναλώσεων, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση της ηλεκτρικής και θερμικής εγκατεστημένης ισχύος μεταξύ των διαφόρων αεροδρομίων. Αυτό οφείλεται στους ίδιους λόγους οι οποίοι διαφοροποιούν την κατανάλωση ενέργειας, όπως την ποιότητα κατασκευής και την παλαιότητα του κτιρίου, την κλιματολογική ζώνη κλπ.

Στο γράφημα 7 παρουσιάζεται η κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των αεροδρομίων στις ηλεκτρικές και θερμικές συνιστώσες. Στα γραφήματα 8 ως 11

γίνεται ανάλυση της εγκατεστημένης θερμικής και ηλεκτρικής ισχύος ανά είδος μηχανών. Τέλος στο γράφημα 12 γίνεται ανάλυση των λαμπτήρων φωτισμού ανά είδος.

Όπως προαναφέρθηκε η εγκατεστημένη θερμική/ηλεκτρική ισχύ είναι 60/40 (Γράφημα 7). Μικρό μέρος της ηλεκτρικής ισχύος, προορίζεται και για αντλίες θερμότητας οι οποίες θερμαίνουν τον χειμώνα και έχουν συμπεριληφθεί στην ηλεκτρική ισχύ. Από το Γράφημα 8, είναι φανερό ότι η θέρμανση των αεροδρομίων γίνεται από λέβητες αλλά και κατά περίπου το 1/5 από αντλίες θερμότητας. Υπάρχουν αεροδρόμια τα οποία στερούνται παντελώς λεβητοστασίων και βασίζονται σε αντλίες θερμότητας για τη θέρμανση τους τον χειμώνα κατά τον οποίο υπολειπουργούν. Είναι, επίσης, γεγονός ότι μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες (διαιρούμενα συστήματα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση. Δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί ο αριθμός αυτός των μονάδων. Σε αεροδρόμια τα οποία έχουν λεβητοστάσια, οι μονάδες αυτές ελάχιστα χρησιμοποιούνται για θέρμανση. Οι μικρές διαιρούμενες μονάδες δεν έχουν συμπεριληφθεί στο γράφημα 8.

Στο γράφημα 9 αναλύεται η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς. Το σημαντικότερο μέρος της οφείλεται στον κεντρικό κλιματισμό, περίπου το 1/3 στον βασικό μηχανολογικό και περίπου το 1/5 οφείλεται στον φωτισμό. Η ισχύς του φωτισμού στο σύνολο των αεροδρομίων είναι κατανεμημένη κατά περίπου 50% στα κτίρια και 50% στις πίστες.

Περαιτέρω ανάλυση της εγκατεστημένης κλιματιστικής ισχύος δίνεται στο Γράφημα 10. Το βασικότερο μέρος του κλιματισμού κατά το καλοκαίρι καλύπτεται από μεγάλους ψύκτες, το 1/4 περίπου από μικρά διαιρούμενα συστήματα και ένα μικρό ποσοστό από αντλίες θερμότητας. Τα διαιρούμενα συστήματα εγκαθίστανται κατά το παρόν μεταβατικό στάδιο σε αεροδρόμια με ελλιπή κλιματισμό και το ποσοστό τους θα μειώνεται σταδιακά.

Τα αεροδρόμια κλιματίζονται σε μεγάλο βαθμό από κεντρικά συστήματα. Τα μικρά κλιματιστικά συστήματα (split) υπάρχουν σε παλαιότερα κτίρια τα οποία δεν είχαν πρόβλεψη για κλιματισμό, τα περισσότερα από τα οποία θα αντικατασταθούν από νέες εγκαταστάσεις. Ο λόγος εγκατεστημένης θερμικής /ηλεκτρικής ισχύος του δείγματος που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία είναι 60/40. Ανάλυση της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος (40% της συνολικής) δίνει την εξής κατανομή

Ηλεκτρική Διεργασία	Ποσοστό επί συνολικής κατανάλωσης
Κλιματισμός	23.5
Φωτισμός	8
Άλλες	8.5

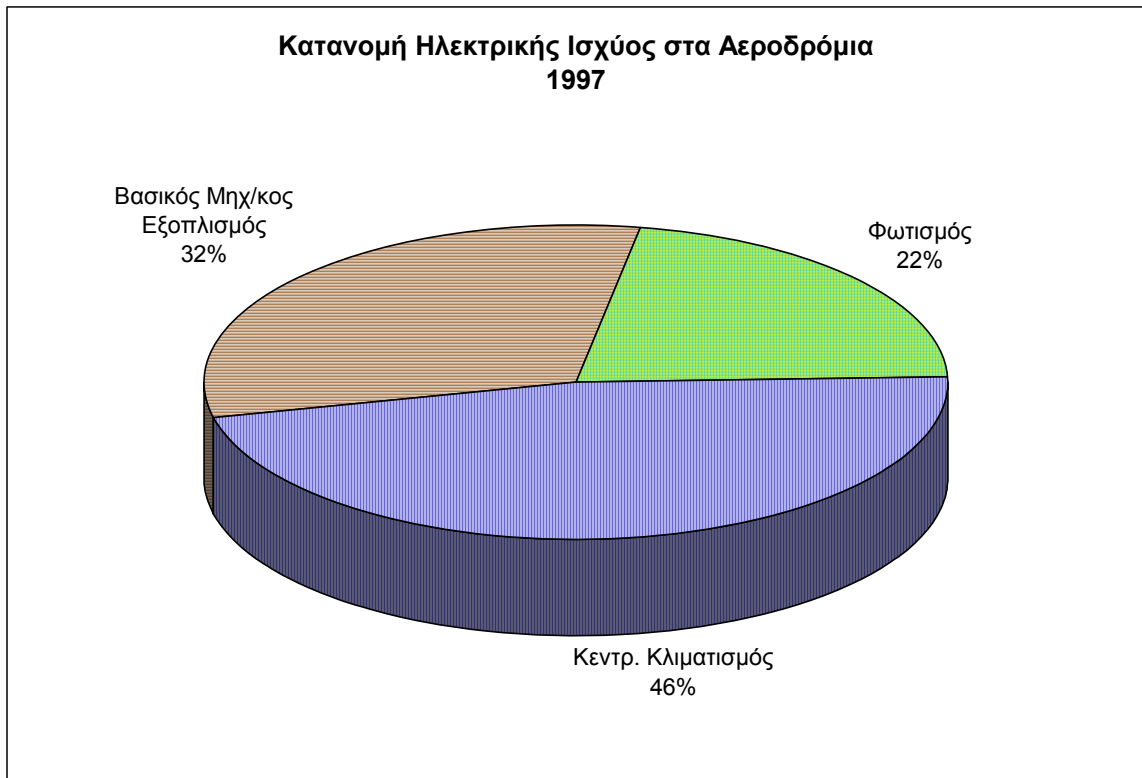
Τέλος στα Γραφήματα 11 και 12 γίνεται ανάλυση του Η/Μ εξοπλισμού και των λαμπτήρων φωτισμού που χρησιμοποιούνται στα ελληνικά αεροδρόμια.



Γράφημα 7



Γράφημα 8

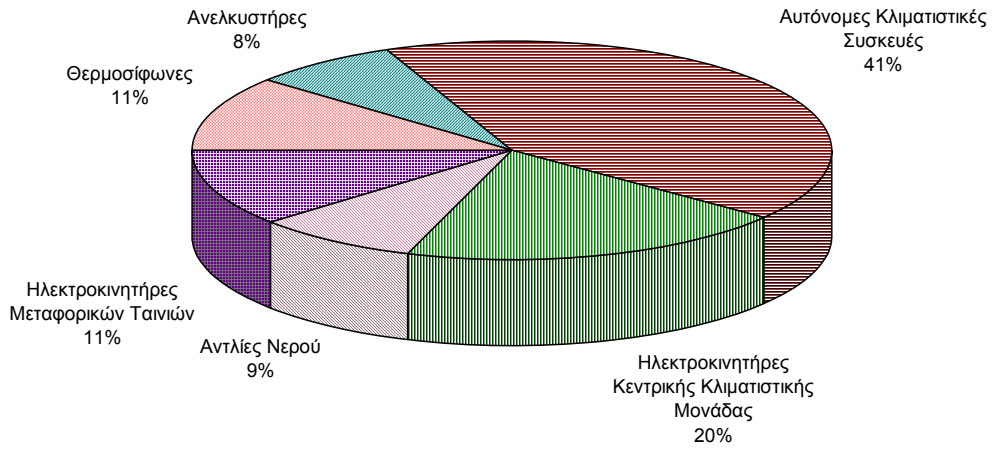


Γράφημα 9



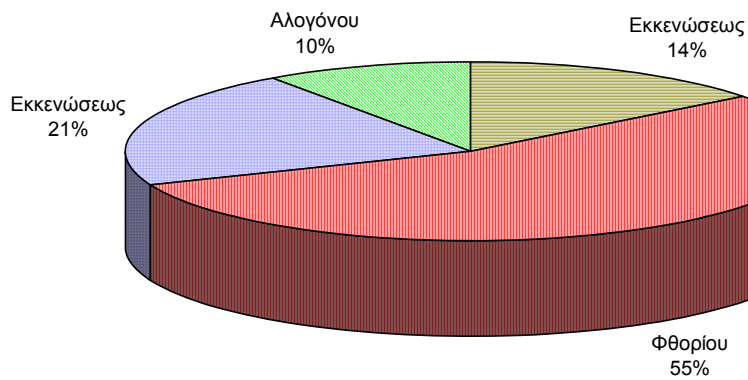
Γράφημα 10

**Κατανομή Εγκατεστημένης Ισχύος Βασικού Η/Μ Εξοπλισμού των Αεροδρομίων 1997**



Γράφημα 11

**Κατανομή Εγκατεστημένης Ισχύος Φωτισμού Αιμίων (1998)**



Γράφημα 12



## Επίλογος

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η παράμετρος της ενεργειακής κατανάλωσης των μεγαλύτερων αεροδρομίων της χώρας κατά την τελευταία τετραετία. Με τη χρήση ερωτηματολογίων καταγράφηκαν τα ενεργειακά δεδομένα, όπως παράμετροι κτιρίων, χρησιμοποιούμενος Η/Μ εξοπλισμός και ενεργειακές καταναλώσεις. Για την βαθύτερη κατανόηση της ενεργειακής κατάστασης του τομέα αυτού των κτιρίων, έγιναν ενεργειακές καταγραφές σε έξι αεροδρόμια.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι ότι υπάρχει αρκετή ανομοιομορφία στις καταναλώσεις αλλά και στις κατασκευές των μονάδων. Οι παλαιότερες εγκαταστάσεις έχουν συνήθως τους μεγαλύτερους δείκτες καταναλώσεων. Τα γενικότερα προβλήματα των υπαρχουσών εγκαταστάσεων είναι η σημαντικότερη αύξηση των ηλεκτρικών καταναλώσεων λόγω ραγδαίας διείσδυσης του κλιματισμού. Η αύξηση των καταναλώσεων οξύνει το πρόβλημα ηλεκτροδότησης των νησιών στα οποία βρίσκονται αεροδρόμια.

Προτάθηκαν τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής κατάστασης με σκίαση, επεμβάσεις στην ψύξη με αποθήκευση και χρήση υπόγειου ή θαλασσινού νερού και βελτιώσεις στα συστήματα ηλεκτρικής κατανάλωσης και ελέγχου των ενεργειακών διεργασιών. Οι τεχνικές αυτές θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τις επεμβάσεις σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις αλλά και στο φιλόδοξο πρόγραμμα επέκτασης των αεροδρομίων της χώρας, το οποίο βρίσκεται σε εξέλιξη.